

The book cover features a dramatic sunset scene with a large, bright sun in the upper left corner, casting a warm orange glow across the sky. Below the horizon, a dark, silhouetted industrial landscape is visible, including a large building and a crane. The entire cover is covered in a network of fine, light-colored cracks, giving it a textured, aged appearance.

И. П. Федотов
С. И. Джаксыбаев

**Экибастузский
каменноугольный
бассейн**

И.П. Федотов, С.И. Джаксыбаев

**ЭКИБАСТУЗСКИЙ
КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ
БАССЕЙН**

г.Павлодар, 2001г.

И.П.Федотов, С.И. Джаксыбаев.

Экибастузский каменноугольный бассейн.

Павлодар: НПФ “ЭКО”, 2001. - 472 с.

В монографии на основе малоизученных архивных источников показана краткая история открытия и разработки Экибастузского каменноугольного бассейна до 1917 г. Приведены сведения о геологическом строении бассейна и свойствах горных пород. Обобщен опыт освоения Экибастузского бассейна за годы Советской власти. Приведены технологические схемы разработки сложноструктурных пластов при использовании высокомошных роторных экскаваторов и технико-экономические показатели работы угольных разрезов. Изложены результаты научно-исследовательских работ и проведенных промышленных испытаний по внедрению современных горных машин и совершенствованию их конструкций.

Для инженерно-технических работников, сотрудников научно-исследовательских и проектных институтов угольной промышленности, преподавателей, аспирантов и студентов горных вузов и всех, кто интересуется историей освоения и развития крупнейшей в Казахстане “угольной кочегарки” - Экибастузского бассейна.

Таблиц - 71, иллюстраций - 70, список литературы - 15 назв.

Рецензент: Член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, доктор технических наук, профессор Б.Р. Ракишев.

Книга издана за счет средств ТОО “Богатырь Аксес Комир”
/Генеральный директор Дэннис К.Прайс/.

© И.П. Федотов, С.И. Джаксыбаев, 2001

ISBN-9965-568-71-6



ФЕДОТОВ ИВАН ПЕТРОВИЧ

кандидат технических наук, лауреат Государственной премии СССР в области науки и техники, заслуженный шахтер Казахстана, почетный гражданин города Экибастуза, бывший технический директор ПО "Экибастууголь".

ДЖАКСЫБАЕВ СЕРИК ИМАНТАЕВИЧ

горный инженер, кандидат экономических наук, член - корреспондент Академии минеральных ресурсов Республики Казахстан, профессор, член Союза журналистов Казахстана, почетный гражданин города Экибастуза.



Введение

Экибастузский каменноугольный бассейн приобрёл огромную международную известность, обеспечивая дешевым и добротным энергетическим топливом электростанции стран не только ближнего, но и дальнего зарубежья.

Начало разработки экибастузского угля относится к декабрю 1954 года - с вводом в эксплуатацию первой очереди первого угольного разреза.

Постановлением бывшего Союзного правительства (1977 г.) «О создании Экибастузского топливно-энергетического комплекса и строительстве линии электропередачи постоянного тока напряжением 1500 кВ Экибастуз-центр» определены крупномасштабные конкретные меры по ускоренному развитию Экибастузского бассейна, строительству в Казахстане мощных ГРЭС, потребляющих исключительно экибастузский уголь, с передачей части дешевой электроэнергии в центральные районы б. СССР.

К этому времени в Экибастузе была уже создана еще одна (четвёртая) угольная «кочегарка», обеспечивавшая твердым топливом двадцать ТЭС Казахстана, Урала и Западной Сибири. Добыча экибастузского каменного угля развивалась невиданными темпами: уже в 1975 году добыто 45,8 млн. тонн, за эти годы потребителям отгружено 500 млн. тонн качественного топлива.

Темпы освоения этого уникального каменноугольного бассейна не снизились и в последующие годы: в 1986 году добыча угля превысила 85 млн. тонн, что в 1,87 раза выше уровня 1975 года. В начале декабря 1985 года потребителям отправлена миллиардная тонна экибастузского угля. Такого бурного развития добычи каменного угля из пластов сложного строения при высоких технико-экономических показателях не удалось достичь ни одному угольному бассейну в мире.

Это стало возможным благодаря применению новейших технологий разработки крепких каменных углей сложно-структурных пластов с использованием в широких масштабах мощных роторных экскаваторов с повышенными усилиями копания и другой высокопроизводительной горно-транспортной техники.

Однако в связи с развалом Советского Союза и переходом вновь образованных на его обломках суверенных государств к рыночной

экономике объём добычи и поставок экибастузского угля снизился почти вдвое.

В то же время накопленный в экибастузском угольном бассейне опыт представляет несомненный интерес для горных предприятий Казахстана и стран СНГ, а сама эта книга послужит наглядным пособием и горным инженерам, и особенно учащимся колледжей и студентам вузов горного профиля.

Авторы - непосредственные участники освоения Экибастузского угольного бассейна, они прошли весь сложный путь создания новой угольной «кочегарки» в Казахстане и становления здесь ЭТЭК.

Глава I. Экибастуз – мощная «угольная кочегарка»

§ I. Из истории Экибастуза

Каменноугольный бассейн, находящийся вблизи соленого озера Экибастуз и получивший название «Экибастузский», представляет собой форму неправильной асимметрической мульды, вытянутой с северо-запада на юго-восток длиной 24 км и наибольшей шириной 8,5 км. Экибастузский бассейн площадью 155 кв. км вмещает в себя запасы угля более 12 млрд. т, на один квадратный километр площади приходится почти 78 млн. т. Такой колоссальной концентрации угля не имеет ни одно месторождение на нашей планете. Это бесценное богатство Казахстана 135 лет тому назад впервые обнаружил известный рудознатец Косым Пшенбаев.

Прежде чем описать начало освоения уникального Экибастузского каменноугольного бассейна, попытаемся раскрыть этимологию гидронима «Экибастуз». Название «Экибастуз», образованное из трёх слов, в переводе с казахского языка на русский означает: «эки» (правильно: екі)-два, «бас»-голова, «туз» (правильно: тұз)- соль, т.е. буквально «две головы соли».

Происхождение названия «Экибастуз» некоторые люди связывают с различными легендами. Одна из них звучит так. Когда-то, объезжая по степи пастбища, недалеко от соленого озера возле норы то ли корсака, то ли сурка Косым заметил куски чёрной породы. Обследовав эти куски, он убедился, что здесь есть месторождение каменного угля, и, чтобы отметить эту местность, делает соляную насыпь и на нее кладет два черепа конской головы. Отсюда якобы произошло название озера Экибастуз.

Эта легенда, на наш взгляд, не может считаться правдоподобной, так как, во-первых, казахи хорошо ориентируются на местности не только днем, но и ночью с помощью звезд. Поэтому они не будут делать какую-то искусственную труднозамечаемую в бескрайней степи примету вроде небольшой соляной насыпи с двумя черепами конских голов, тогда как имеются явные особые природные приметы: само озеро, вблизи которого был найден ископаемый уголь, и находящиеся от него в 6-7 км еще два озера Карабидаик и Туз (или

Джаксытуз). Во-вторых, архивные источники показывают, что озеро, до открытия рядом с ним месторождения каменного угля, уже называлось Экибастуз.

Изучение происхождения названия озера Экибастуз привело нас к следующему заключению. Если посмотреть саму конфигурацию озера Экибастуз в плане, то оно с юго-западной и северо-западной сторон имеет два залива, похожих на двухсосцевидный отросток височной кости. По ним можно предположить, что озеро раньше имело два истока, по которым в половодье поступала к нему вода. С другой стороны, это предположение подтверждается и тем, что казахское слово «бас» употребляется еще и в значении русского - исток. Поэтому первоначально это озеро (по-казахски: кёл), очевидно, было названо «екі басты тұзды кёл», что в переводе на русский язык означает «соленое озеро с двумя истоками». Со временем это сочетание слов слилось в одно целое, теряя грамматические форманты-суффиксы «ты» и «ды», а также слово «кёл». Итак, получилась современная форма названия озера - «Экибастуз».

Впоследствии по названию этого озера назвали каменноугольный бассейн и старый поселок, основанный в конце XIX века между восточной границей выхода угольных пластов на поверхность и озером, а также современный город угольщиков и энергетиков - Экибастуз.

А теперь перейдем к освещению краткой истории освоения Экибастузского каменноугольного бассейна, которая, можно считать, является историей возникновения и развития угольной промышленности не только Павлодарского Прииртышья, но и почти всего Казахстана.

Как известно, в конце первой половины XIX века в России начался заметный рост тяжелой промышленности, потребовавший новых источников сырья, рынка сбыта и сфер приложения капитала. Поэтому для развивающейся общероссийской экономики Казахстан становится не только объектом распространения капиталистических отношений, но и значительным поставщиком животноводческого сырья и горнозаводской продукции (меди, цинка, серебра, золота).

В деле «капитализации» казахской степи российских предпринимателей заинтересовала в первую очередь разработка ее природных ресурсов. О несметных минерально-сырьевых богатствах Казахстана российские горнопромышленники были хорошо осведомлены по отчетам комплексных академических экспедиций России и западно-

европейских путешественников - естествоиспытателей, побывавших в первой половине XVIII- начале XIX веков в различных регионах казахской степи. Многие российские горнопромышленники с охотой взялись за освоение месторождений Казахстана, почувствовав возможность легкой наживы. Однако нельзя думать, что сами российские исследователи и горнопромышленники находили месторождения в обширной бездорожной казахской степи. Обычно большую помощь им оказывали казахи, которые за скромные подарки сообщали о месторождениях, открытых местными рудознатоками-самоучками и пастухами по следам древних (чудских) разработок.

После отмены в России крепостного права горнодобывающая промышленность в Павлодарском уезде стала развиваться особенно интенсивно. Так, в 1863 г. в Баян-Аулинском округе добыча руд производилась на 11 рудниках. Однако залежи каменного угля у озера Экибастуз, открытые Косымом Пшенбаевым в 1866 г., оставались не востребованными до 1893 г. из-за отсутствия вблизи него источников потребления ископаемого твердого топлива (рудников и литейных заводов), крепежного леса и пресной воды.

Весной 1893 г. павлодарский купец-горнопромышленник Артемий Иванович Деров принимает в свою контору на постоянную работу в качестве рудоискателя известного в Баян-Аулинском округе Косыма Пшенбаева. В обязанности Косыма входило разъезжать по степи и в случае нахождения какого-либо месторождения полезных ископаемых ставить на его границе заявочный столб с грифом «А.И. Деров».

Можно предполагать, что Косым Пшенбаев в самом начале своей работы у Дерова, несомненно, указал ему каменный уголь, обнаруженный близ озера Экибастуз. Эту версию, в какой-то степени, подтверждает горный инженер Н.Н. Тихонович, который летом 1898г. посетил район Экибастузского месторождения. Так, он пишет, что «в ... долине озера Экибастуз... найдено месторождение угля, превзошедшего всякие ожидания. И здесь сперва никто не придал ему значения, но присяжный деровский разведчик, киргиз (читай: казах.-авт.). Кусум настаивал усиленно на нем и не ошибся»¹

В то время, когда с проведением Сибирской железной дороги возрос спрос на минеральное твердое топливо, для Дерова экибастузс-

¹ «Естествознание и география», М., 1902, № 7, с. 35.

кий уголь, как самостоятельный товар сбыта, представлял большой интерес.

Деров 11 августа 1893 г. получает от горного округа дозволятельное свидетельство на разведку месторождения угля в урочище Экибастуз. Весной 1894 г. он направил туда разведочную партию, в составе которой были 10 рабочих-казахов. Деров четко представлял огромные размеры прибыли от сбыта экибастузского угля, так как Общество судоходства по Иртышу по-прежнему использовало дрова для топки котлов 30-ти буксирных пароходов, а также различные предприятия, казенные здания и жилые дома Омска, Семипалатинска и Павлодара были бы его потенциальными клиентами вследствие значительного повышения цены на дрова по мере истощения запасов близлежащих лесов.

Рост спроса на минеральное топливо был связан и с тем, что в начале 1880 г. губернатором Степного края был поставлен вопрос о замене дров каменным углем для отопления всех казенных зданий и государственных учреждений. Первая разведка на наличие угля, произведенная партией Дерова, оказалась неудачной из-за неопытности изыскателей, которые, боясь глубоких подземных работ, ограничились проведением небольших и неглубоких шурфов. В результате в одном из них была встречена угленосная толща, сильно разрушенная под влиянием атмосферных осадков, с прослойками серых глин и сланца, т.е. некачественный, так называемый «мусорный» уголь. Поэтому Деров, избегая неоправданных затрат, приостановил дальнейшую разведку впредь до осмотра местности Западно-Сибирской горной партией.

Деров сомневался: даст ли такой некачественный уголь значительную прибыль на затраченный капитал? Хотя Деров не мог судить по результатам разведочных работ о пригодности экибастузского угля, тем не менее он, сознавая ошибки, допущенные его партией, и не теряя надежды на наличие здесь качественного угля, в июле 1894 г. сделал в горный округ две заявки на юго-востоке и три заявки на западе от озера Экибастуз.

Архивными материалами установлено, что в 1894 г. рабочие Дерова впервые добыли из разведочных шурфов 1,6 т экибастузского угля, что можно считать началом освоения Экибастузского каменноугольного бассейна.

Летом 1894 г., когда рабочие Дерова производили разведочные работы, в Экибастузе впервые побывал известный русский горный инженер Александр Александрович Краснопольский, который занимался проведением геологических исследований в Семипалатинской области.

В июле 1894 г. в периодической печати России появились первые сведения об Экибастузском угольном бассейне. Так, в статье горного инженера А.А. Сборовского «Краткий очерк о состоянии Семипалатинско-Семиреченского горного округа» сообщалось, что А.И. Дерову выдано в 1893 г. шесть дозвожительных свидетельств на разведку заявленных им в этом году шести месторождений каменного угля в урочище Экибастуз и Чакчанской волости Павлодарского уезда¹.

Как известно, быстрое истребление лесов вдоль Сибирской железной дороги в 1894 г. заставило правительство России подумать об отыскании близких к дороге месторождений минерального топлива, почему и заинтересовались Экибастузскими угольными копиями.

Поэтому, несмотря на неблагоприятный вывод Дерова о качестве угля Экибастузского месторождения, Западно-Сибирская горная партия, принимая во внимание его сравнительно выгодное географическое положение (по сравнению с другими известными месторождениями) к линии Транссибирской железной дороги, настоятельно советовала Дерову продолжать здесь разведку и дала соответствующее указание относительно дальнейшего направления ее проведения.

Руководствуясь этими советами, а также учитывая появившийся спрос на каменный уголь в связи со строительством Сибирской железной дороги, Деров весной 1895 г. совместно с известным рудознатцем Косымом Пшенбаевым второй раз приступил к производству разведочных работ на ранее заявленных им 5 площадях Экибастузского месторождения. На этот раз Деров работу начал в 2,5 км к югу-западу от озера Экибастуз, где был заложен разведочный шурф глубиной 11,7 м, который он назвал «Косумовский разнос» (разрез по-современному). Об этом разносе горный инженер В.Д. Коцовский пишет: «В 1895 г. был задан Косумовский разнос, которым, по настоянию киргиза Косума, в честь которого он и назван, пройден мусор и врезались в уголь»². Небольшим ортом длиной 3,2 м, прой-

¹ «Горный журнал», Спб., 1894, том III, с. 82.

² «Вестник золотопромышленности и горного дела вообще», Спб., 1900, № 10, с. 186.

денным из этого шурфа на север, был встречен пласт настоящего угля с наклоном на юго-запад под углом 80 градусов.

До октября 1895 г. 143 рабочих Дерова провели, кроме Косымовского разноса, следующие горные выработки: 7 разведочных шахт (Косымовская, Ольгинская, Владимирская, Артемьевская, № 5, Николаевская, Деменевская) глубиной 4,3 - 15 м, 17 шурфов, 32 дудки (неглубокие колодцы) и 6 канав (одну длиной 320 м). Объем попутной добычи угля, полученного от проведения горных выработок, в этом году составил 328 т.

Обнадеживающие результаты разведочных работ, проведенных Деровым на Экибастузском месторождении за один 1895 г., вскоре стали известны не только в Омске, но и Санкт-Петербурге. Поэтому чиновники царского правительства, придавая большое значение экибастузскому углю, стали возлагать на него надежду как на основной источник в удовлетворении топливом Западно-Сибирской железной дороги.

В начале октября 1895 г. для осмотра разведочных работ Дерова в урочище Экибастуз приезжает из Омска начальник Западно-Сибирской горной партии А.А.Краснопольский, которому министром Земледелия и Государственных имуществ России поручено общее руководство разведочными работами близ озера Экибастуз. После осмотра всех горных выработок, проведенных людьми Дерова, Краснопольский напишет, что «разведками, веденными весьма не систематично и далеко еще не законченными, обнаружен на расстоянии более двух верст между Николаевской и Ольгинской шахтами весьма мощный пласт каменного угля: мощность его в мою бытность на разведке еще не была определена, а судя по позднейшим донесениям доверенного г. Дерова она весьма значительна. Пласт этот встречен Николаевской шахтой, Косумовским разносом и шахтами: Артемьевскою, Владимирскою и Ольгинскою; он представляет почти вертикальное ... падение»¹.

Весной 1896 г. в 0,5 км к юго-востоку от озера Экибастуз была заложена Мариинская шахта глубиной 22 м при поперечном сечении 3,2 x 3,74 м.

В марте 1896 г. Краснопольский командирует в Экибастуз своего помощника - горного инженера Александра Карловича Мейстера для

¹ Геологическое исследование и разведочные работы по линии Сибирской железной дороги. Спб., 1896, вып. V, с. 44.

Собранных Мейстером данных оказалось достаточно, чтобы приступить к эксплуатации Экибастузского месторождения. Однако его отдаленность от Сибирской железной дороги и отсутствие путей сообщения на левом берегу Иртыша ставили разработку месторождения в исключительные условия. А. Деров прекрасно понимал, что приступить к его разработке возможно только при условии соединения его железной дорогой с рекой Иртыш.

Заключение Мейстера по Экибастузскому месторождению в первую очередь приняли к сведению официальные чиновники Министерства путей сообщения России, поскольку 1 октября 1896 г. вошла в эксплуатацию Западно-Сибирская железная дорога от станции Челябинск до станции Обь (нынешней станции Новосибирск). Вот почему осенью 1896 г. в урочище Экибастуз прибыл министр путей сообщения России, действительный тайный советник, князь М.И. Хилков, который на месте лично убедился в реальности использования экибастузского угля для паровых топков паровозов.

Деров, затрачивая на проведение разведочных работ крупные личные средства, хорошо понимал, что в будущем разработка Экибастузского угольного бассейна будет не под силу ему одному. Поэтому он начал переговоры с представителями иностранных и отечественных капиталистов. В связи с этими переговорами в 1897 г. урочище Экибастуз посетил известный французский горный инженер барон Жюль де Кателен, который в течение 1897-1898 гг. занимался изучением здесь угольного месторождения. В конце 1897 г. в Париже вышла его небольшая книга (86 стр.) на французском языке, излагающая в основном сведения об Экибастузском бассейне, под названием «Etude sur les Propriétés Minières de M.A.J.Derow (Siberie Meridionale)». В ней Жюль де Кателен пишет, что «угольные богатства Экибастузского бассейна громадны, и в Европе не существует ему подобного». Кателен определил запасы экибастузского угля в недрах в объеме 450 млн.т.

Жюль де Кателен на основании отчетов Мейстера и своих собственных наблюдений пришел к заключению, что наиболее рациональным способом разработки Экибастузского бассейна следует признать не подземный, как предлагала Западно-Сибирская горная партия, а открытый. И уже летом 1898 г. по проекту Кателена он применен на Косымовском разное.

Однако против открытого способа добычи экибастузского угля выступил начальник Семипалатинско-Семиреченского горного округа горный инженер В.Д. Коцовский. Свое возражение по этому поводу он изложил следующим образом: «При открытых работах будет образована громадных размеров выемка, где в течение зимы скопится масса снега. Сказанная выемка, не имеющая выходов, вместе со скопившимся в ней снегом будет образовывать собою нечто вроде ледника, где снег может пролежать довольно долго. С весною снег в выемке и на бортах начнет таять. Образующиеся потоки и ручьи будут размывать и портить выработки, восстановление которых потребует немалых затрат. Наконец, весенний и осенний периоды года иногда сопровождаются продолжительными дождями, ненастной погодой, что без сомнения должно тормозить нормальную и безостановочную эксплуатацию, и вообще уменьшить производительность труда рабочих. Все это вместе взятое составляет отрицательную сторону открытых работ, которая настолько велика, что я категорически высказался против подобной системы выработки угля»¹. Поэтому добыча угля открытым способом, начатая по проекту Кателена, была в том же году приостановлена.

После заключений А.Мейстера и Кателена рентабельность эксплуатации Экибастузского каменноугольного бассейна становится для всех заинтересованных лиц очевидной. И А.И. Деров, убедившись в правильности своего начатого дела, приступает к «хозяйственному освоению» месторождения. В результате этого в 1898 г. на западной стороне озера Экибастуз возникает небольшой населенный пункт под названием Экибастуз, руины которого можно видеть и сегодня. Поэтому 1898 г. можно считать годом основания современного города того же названия.

Когда уже стало всем ясно, что следует начать добычу экибастузского угля, Деров в первую очередь решил построить железную дорогу, соединяющую поселок Экибастуз с рекой Иртыш. Однако ему одному было не под силу осуществить это мероприятие. И перед ним встал вопрос: а где взять деньги?

Когда-то в 90-х годах Деров в Санкт-Петербурге завел знакомство с протоиереем Иоанном Кронштадтским. И в то время через него он познакомился с крупным киевским капиталистом-сахароза-

¹ «Вестник золотопромышленности», СПб, 1900, № 11, с.-. 206.

водчиком, потомственным почетным гражданином города Киева Л.И. Бродским.

Вспомнив об этом, Деров решил занять деньги аж в далеком Киеве у своих знакомых. Он ведет переговоры с Бродским, горным инженером А.Э. Страусом и директором Киевского частного коммерческого банка Нейманом об учреждении акционерной компании по разработке Экибастузского каменноугольного бассейна.

Деров, получив согласие группы киевских капиталистов на свое предложение, приступает к подготовке документов, необходимых для учреждения компании, именуемой «Воскресенское акционерное горнопромышленное общество» (ВАГО).

В декабре 1898 г. Министерство финансов России принимает решение о своем согласии об учреждении ВАГО, и в Киеве отдельной брошюрой издается его Устав.¹

В конце 1898 г. главная контора ВАГО заключает контракты с управлениями Западно-Сибирской железной дороги на поставку в 1899г. 1 млн. т пудов экибастузского угля и Товарищества Западно-Сибирского пароходства и торговли на аренду 15 пароходов для перевозки угля по реке Иртыш.

18 февраля 1899 г. император России Николай II утверждает Устав ВАГО. Цель учреждения данного общества согласно § I Устава гласит: «Для добычи и обработки полезных ископаемых (за исключением драгоценных металлов) в Семипалатинской, Акмолинской и Семиреченской областях и в других местностях Империи, а также для сбыта как ископаемых, так и продуктов обработки оных». В § 3 Устава записано, что «Обществу представляется право, с соблюдением существующих законов, постановлений и прав частных лиц, делать поиск и разведку полезных ископаемых и получать отводы, приобретать в собственность, устраивать или арендовать соответствующие целям Общества промышленные и торговые заведения, с приобретением для сего движимого и недвижимого имущества; открывать, где признано будет необходимым, склады, а также устраивать и эксплуатировать, с подлежащего разрешения Правительства, на приобретенных Обществом землях подъездные и соединительные пути всякого типа как между копиями, рудниками и заводами Общества, так и с целью соединения последних с водяными сооб-

¹ Центральный Государственный исторический архив Российской Федерации в Санкт-Петербурге, ф.23, оп.24, д.517, лл.196-197 с об., 271-285 с об.

щениями и железнодорожными станциями примыкающих соседних линий, и устраивать телеграфное и телефонное сообщения, а равно иметь, для надобностей предприятия, свой подвижной состав, суда и пароходы...». В § 6 Устава записано: «Общество имеет печать с изображением своего наименования», в § 7 Устава - «Основной капитал Общества определяется 3000000 рублей, разделенных на 12000 акций, по 250 рублей каждая». Учредителю ВАГО - Павлодарскому купцу первой гильдии А.И. Дерову принадлежала половина всего капитала.

К началу своего функционирования ВАГО имело на балансе 9 разведочных шахт, в которых пройдены подземные горные выработки вкрест простираня пластов как на северо-восточном крыле месторождения, так и северо-западном. Кроме того, в активе Общества вблизи угольного месторождения оказались залежи медных руд, весьма доступные к добыче с хорошим процентным содержанием металла, в урочищах Коктас, Экитобе, Кумыстобе, Элемес, Бала-Куянды, Жуалы, Джангабыл, Сары-Адыр, Казан-Ауыз. Разработка этих месторождений, по мнению Дерова, при близости к ним медеплавильного завода и экибастузского угля делала их особо выгодными для Общества.

Таким образом, перед ВАГО сами собою наметились три главных направления работ, которые ему предстояло выполнить в 1899 г.: первое - соединить поселок Экибастуз с берегом Иртыша железной дорогой и построить на Иртыше удобную пристань; второе - оборудовать все имеющиеся шахты; третье - закончить строительство Воскресенского медеплавильного завода на берегу озера Карабидак и медных рудников на близлежащих к нему месторождениях.

При выполнении первой задачи прежде всего обращено внимание на выбор места для пристани на реке Иртыш и на постройку железной дороги, конечными пунктами которой должны быть, с одной стороны - пристань, с другой - поселок Экибастуз. Пристань, названная в честь Общества «Воскресенской», избрана на левом берегу Иртыша в урочище Кызыл шырпы, расположенного в 43-х километрах вверх по течению от Павлодара.

Признав открытую разработку неподходящей к условиям Экибастузского месторождения, ВАГО перешло к подземной. Подземные работы начаты, прежде всего, на Старо- и Ново-Владимирских шахтах. В последующем подземная добыча угля применялась также на

Артемьевской, Мариинской и Воскресенской шахтах. Подъем угля на Артемьевской и Мариинской шахтах производился бадьями. Воскресенская шахта также разделена на две: одна - Старо-Воскресенская, а другая, Ново-Воскресенская, пройдена в 1899 г. в 64 м на запад от Старо-Воскресенской шахты. Последняя заложена еще в 1896 г. глубиной в 15 м, а в 1899 г. она углублена на 13 м, и подготовительные горные работы начаты с глубины 26 м. Ново-Воскресенская шахта углублена до 53,3 м, причем она ортом длиной 25,6 м была соединена со Старо-Воскресенской. Это дало возможность выдавать добытый уголь с горизонта северо-западного крыла мульды на поверхность одновременно через Ново- и Старо-Воскресенские шахты.

На Старо-Владимирской шахте подъем угля производился конным воротом в бадьях. На Ново-Владимирском шахтном стволе, состоящем из двух отделений, производился спуск людей, подъем угля и отлив воды. Рабочие в шахту спускались по стремянкам, которые были установлены в особом отделении. Этот спуск при такой сравнительно неглубокой шахте как Ново-Владимирская (34 м), по мнению администрации шахты, имел свои удобства, так как этим достигались: увеличение пропускной способности ствола шахты, ибо механический подъем занят исключительно подъемом угля; упрощенная сигнализация, а следовательно, и снижение числа несчастных случаев, возможных при более сложной сигнализации; упрощался надзор за всеми механическими устройствами. Клетевой подъем угля на Ново-Владимирской шахте был паровой: двухцилиндровая подъемная машина в 30 л.с., золотниковое парораспределение, барабан диаметром 1,78 м, канат проволочный. Клетки металлические, одноэтажные, на один вагон, они снабжены парашютами, направляющие в стволе - деревянные. Водоотлив производился камероном, установленным на дне шахты. Добычные работы на Ново-Владимирской шахте (рис. 2) производились на двух горизонтах, на 17 и 34 м.

В зависимости от характера залегания пластов и их мощности на шахтах Экибастуза применялись следующие системы разработок по проекту заведующего шахтами штейгера П.Н. Ефимова: 1) для пластов крутопадающих и мощностью в 2,6 м - «потолко-уступная» с закладкой пустой породы; 2) для пластов крутопадающих мощных - «горизонтальными слоями»; 3) для пластов пологопадающих и тон-

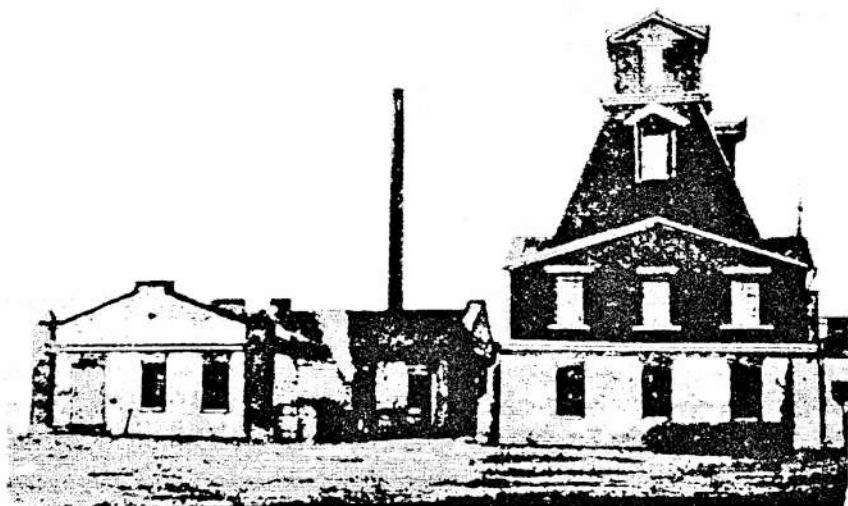


Рис. 2. Поверхность Ново - Владимирской шахты

ких - «столбовая» (сплошная) и 4) для пологопадающих и мощных - «параллельными слоями».

Для спуска угля на нижний откаточный штрек через каждые 8,5 м проведены гезенки. Уголь спускался по скату к гезенкам, а из последних загружался в вагончики, двигавшиеся по главному откаточному штреку. Пустая порода для закладки доставлялась по штреку верхнего горизонта и затем по скату - до выработанного пространства.

В октябре 1899 г. ВАГО построило первую на территории нынешней Павлодарской области ширококолейную железную дорогу от Воскресенской пристани (ныне г. Аксу) на Иртыше до Экибастуза протяженностью 116 км, что обеспечило подвоз угля к водному пути для дальнейшей транспортировки в г. Омск, она получила название Воскресенской.

При строительстве Воскресенской железной дороги выполнено земляных работ в объеме 533 тыс. куб. м, в ее возведении принимало участие до 4 тыс. рабочих. По тому времени дорога считалась хорошо оборудованной. Подвижной состав железной дороги состоял из 3-х шестиколесных локомотивов американского завода «Baldwin» сцепной массой по 35 т, 90 открытых быстросрзгружаемых, с откид-

ными боковыми стенками, угольных вагонов грузоподъемностью 12 т каждый, 8 платформ, 5 крытых товарных вагонов и одного пассажирского вагона (рис. 3).

Вдоль этой железной дороги от поселка Экибастуз до Воскресенской пристани была проложена телеграфная линия вплоть до Павлодара.

17 апреля 1900 г. ВАГО ввело в действие Вознесенский медеплавильный завод, расположенный в 5 км южнее поселка Экибастуз на западном берегу пресного озера Карабидаик. В корпусе завода, 62 м длины и 18 м ширины, сооружены 4 шахтные зумпфовые печи, рассчитанные на переплавку руды от 12,8 до 16 т в сутки каждая. Завод плавил руду пяти близлежащих рудников на экибастузском угле. При нем был построен также кирпичный завод для изготовления обыкновенного и огнеупорного кирпича.

В конце 1899 г. население поселка Экибастуз состояло из 800 человек.

В 1900 г. ВАГО пригласило в Экибастуз профессора Петербургского горного института, одного из основоположников современной структурной кристаллографии, геометра, петрографа, минералога, в то время члена Баварской Академии наук, Евграфа Степановича Федорова для составления геологической карты и топографической

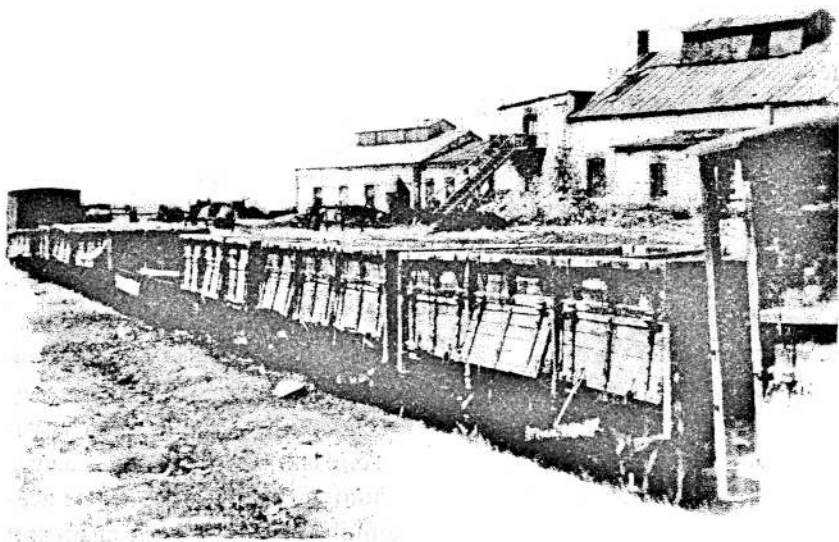


Рис. 3. Депо станции Экибастуз и вагоны для перевозки угля на пристань

съемки с нивелировкой района угольных копей и заявок на месторождения ВАГО; исследования геологического строения пород, слагающих рудные и каменноугольные месторождения.

В одном из помещений на Крещенском руднике Е.С. Федоров организовал горный музей, где были выставлены драгоценные, цветные и органогенные камни, горные породы, образцы каменных и бурых углей Павлодарского Прииртышья.

Из-за отсутствия необходимых средств и квалифицированных специалистов ВАГО не смогло по-настоящему развернуть добычу экибастузского угля. Затратив до 5,5 млн. руб. собственных средств и госсубсидий, оно в конце 1903 г. обанкротилось. Все работы были прекращены, а рабочие и служащие уволены. Так бесславно закончился первый этап (1894 - 1903 гг.) освоения Экибастузского каменноугольного бассейна.

За эти годы на шахтах Экибастуза было добыто около 178 тыс. т угля, в том числе по годам (в тоннах): 1894 - 1,6; 1895 - 328, 1896 - 422, 1897 - 830, 1898 - 256,4; 1899 - 16304, 1900 - 53175, 1901 - 71164, 1902 - 31292, 1903 - 3805.

Говоря о хозяйственной деятельности ВАГО, надо признать, что Дерову удалось создать в Экибастузе крупное горнозаводское производство, сыгравшее значительную роль в проникновении капиталистических отношений в Казахстан.

В 1904 - 1914 гг. Экибастузские угольные копи практически бездействовали. Правда, в 1906 - 1907 гг. А.И. Деров попытался восстановить добычу экибастузского угля, создав вместе с петербургским купцом М.А. Красильниковым новую компанию под названием «Общество Экибастузских каменноугольных копей», но успеха не добился. За эти годы в Экибастузе было добыто всего лишь 1355 т угля.

В начале XX века Российская горнозаводская промышленность в Сибири и Казахстане из-за мирового экономического кризиса, применения архаических форм труда и развития примитивной технической базы переживала глубокий упадок, который выразился в непрерывном падении добычи золота, цветных и черных металлов, в закрытии горных предприятий. Поэтому организационно-техническая перестройка горнозаводской промышленности требовала прежде всего очень крупных капитальных вложений. Однако все еще слабый и неразвитый российский капитализм не смог в то время провести пере-

стройку горного дела Сибири и Казахстана за счет внутреннего накопления капитала.

Поэтому здесь было представлено обширное поле деятельности для иностранных капиталистов.

Английские предприниматели приобрели в Казахстане источники сырья при помощи скупки у российских владельцев арендных и концессионных прав или прав собственности на месторождения полезных ископаемых, которые, как правило, находились в руках у влиятельных чиновников царского двора или в правительственных учреждениях России.

Получив право на разведку и разработку отдельных крупных ископаемых богатств Казахстана, высокопоставленные царедворцы не имели ни средств, ни опыта, ни желания заниматься горным делом и стремились лишь выгоднее продать свои права иностранным предпринимателям.

Поэтому во всех концессионных договорах был специальный пункт, предусматривающий право русского арендатора передавать свои договора любому другому русскому или иностранному обществу. И последнее юридически имело такое же право на разработку природных богатств Казахстана, как и русское. Причем привлечение английского капитала в основном осуществлялось в акционерной форме.

Проникновение английского капитала шло, главным образом, в форме «участия» в русских предприятиях. Одной особенностью такой сделки явилось то, что англичане на этих предприятиях сохраняли русскую администрацию и русский технический надзор. Это связано с тем, что англичане, не зная природных и социально-бытовых условий местного населения, не хотели вызвать неприязнь и ненависть со стороны русских и казахских рабочих.

В 1913 г. «Русско - Азиатская корпорация» английского капиталиста Лесли Уркарта (Leslie Urguhart) для разработки Риддерского месторождения свинцово-серебряных руд создала свое дочернее общество под названием «Иртышская корпорация». В 1914 г. Л. Уркарт через это дочернее общество учредил «Риддерское акционерное горнопромышленное общество».

С его созданием перед Уркартом встал вопрос: где взять каменный уголь, необходимый для снабжения Риддера? Для отыскания ответа на этот вопрос и с целью выяснения возможности добычи

угля в бывших шахтах ВАГО и технического состояния Воскресенской железной дороги в июне 1914 г. он приезжает в Экибастуз. После этой поездки Уркарта в Экибастуз «Русско-Азиатская корпорация» с помощью высшей царской бюрократии (через общество «Иртышская корпорация») для разработки Экибастузского бассейна и выплавки меди, свинца, цинка, а также для торговли продукцией горной и горнозаводской промышленности) на базе предприятий обанкротившегося общества Дерова - Бродского в 1914 г. учреждает компанию под наименованием: «Киргизское акционерное горнопромышленное общество» (КАГО), устав которого был утвержден 19 августа 1914 г. императором России Николаем II. Основной капитал этого общества составил 10 млн. руб., разделенных на 1000 акций по 10 тыс. руб. каждая. В этом капитале Лесли Уркарту принадлежало до 90 процентов акций.

Управляющим Экибастузскими копиями был горный инженер Н.И. Трушков (1876 - 1947 гг.), впоследствии ставший доктором технических наук, заслуженным деятелем науки и техники Российской Федерации. Н. И. Трушков не был членом-акционером КАГО. Он как дипломированный специалист с вполне достаточным практическим опытом работы в горнозаводской промышленности по контракту нанимался к Л. Уркарту и руководил всей производственной и инженерной деятельностью предприятий общества. Под его руководством в Экибастузе были введены в эксплуатацию: в 1914-1915 гг. - три шахты, 1915 г. - первый в Казахстане цинковый завод, 1916 г. - свинцовый завод. В 1916 г. он впервые в Казахстане на шахтах Экибастуза внедрил 5 врубовых машин «Сулливан» американского производства, каждую из которых обслуживало 4 человека. Летом 1914 г. была восстановлена Воскресенская железная дорога. Сырье для свинцово-цинковых заводов привозилось из Риддера на баржах по Иртышу до Воскресенской пристани, а оттуда по железной дороге доставлялось в Экибастуз. Затем в Экибастузе были заложены еще три шахты.

В те годы Экибастузские угольные копи были самыми крупными не только в Казахстане, но и в Западной Сибири. Здесь, кроме угольных шахт с механическими мастерскими, цинкового и свинцового заводов, железной дороги, имелись завод для производства огнеупорных кирпичей, чугунолитейный завод, батарея из 24 коксовых печей,

центральная механическая мастерская, электростанция, лесопилка, водонапорная башня, конный двор, почтово-телеграфная контора, казахская и русская школы, больница, хлебопекарня, церковь и другие объекты.

В 1916 г. на предприятиях КАГО работали более 2300 рабочих и 181 служащий, среди них 176 русских, 4 англичанина и один казах.

За четыре года добыча угля на шахтах Экибастуза выросла с 6940 т в 1914 г. до 83473 т в 1917 г. Всего на втором этапе (1914-1917гг.) освоения Экибастузского бассейна объем добычи составил 183313 т угля, в т.ч. в 1915 г. - 29465 т, 1916 г. - 63435 т. Из всего объема добытого угля в 1914 - 1917 гг. 108895 т, или 59,4 % было израсходовано на собственные нужды.

Свершением в ноябре 1917 г. Октябрьской революции КАГО прекратило свое существование.

По поручению Горного департамента России летом 1917 г. Экибастузские угольные копи и рудники обследовал крупный ученый-геолог, профессор Александр Александрович Гапеев.

В своей печатной работе "К вопросу об Экибастузских и прииртышских месторождениях каменного угля" (Петроград, 1920г.) он привел сведения о геологии и структуре месторождения, мощности пластов и качестве угля, о пересчитанных им запасах экибастузского угля, о добыче и производстве кокса за 1915, 1916 и пять месяцев 1917 годов, при этом им выражена надежда на значительное развитие здесь добычи угля.

Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат Государственной премии СССР, доктор геолого-минералогических наук, профессор А.А. Гапеев (1881-1958гг.) - крупнейший ученый в области геологии каменных углей и угольных месторождений. С именем ученого связаны открытие новых участков и детальная изученность Карагандинского угольного бассейна, где его именем ("Гапеевский") назван один из угольных пластов.

Одному из авторов (Федотову И.П.) довелось слушать лекции А.А. Гапеева в Московском горном институте по курсу геологии (1939-1940гг.).

В январе 1918 г. в Павлодарском уезде установилась Советская власть. В Экибастузе был создан Совет народного хозяйства, фактически взявший в свои руки организацию всего производства. На-

чались восстановительные работы, стала увеличиваться добыча угля, налажилось снабжение продовольствием, одеждой, обувью, ремонтировалось жилье, регулярно выплачивалась зарплата.

Придавая большое значение этому вновь развивающемуся экономическому району, В.И. Ленин 11 мая 1918 г. подписал Постановление Совнаркома РСФСР, в котором говорилось: «Совет народных комиссаров постановил национализировать Экибастузские копи Киргизского акционерного горнопромышленного общества, цинково-свинцовые заводы и Воскресенскую дорогу того же общества».

В результате контрреволюционного мятежа власть на Павлодарщине с 3 июня 1918 г. по 29 ноября 1919 г. находилась в руках реакции, что тяжело отразилось и на хозяйстве Экибастуза. Шахты были затоплены, оборудование заводов, шахт и подсобных предприятий частично расхищено или выведено из строя, приведены в негодность подвижной состав и полотно железной дороги.

Но страна нуждалась в топливе. Начался третий этап в жизни Экибастуза. Экибастузский ревком получил задание восстановить как можно быстрее шахты и заводы. Голодные и полураздетые рабочие в короткий срок сумели частично отремонтировать оборудование, и уже в декабре 1919 г. дали первый уголь. В июле 1921 г. вступил в строй свинцовый завод.

В 1921 г. Совет Труда и Оборона принял постановление о строительстве железной дороги Экибастуз - Павлодар и моста через Иртыш у Павлодара, однако реализовать его в те тяжкие годы не удалось.

Полуразрушенные шахты Экибастуза давали мало угля и работали в убыток, а средств для их капитального ремонта у Советского государства в то время не было.

К концу 1924 г. запасы руды, привезенной из Риддера еще в 1916г., иссякли, а новой подвозки не было, так как богатейшее риддерское месторождение английские капиталисты довели до полного упадка. В июне 1925 г. остановился свинцовый завод, затем встали другие заводы и вспомогательные предприятия. В этом же месяце были законсервированы и все угольные шахты Экибастуза.

Ниже приведены данные о добыче угля в Экибастузе в 1918 - 1925 гг. (в тоннах): 1918 г. - 28006, 1919 г. - 40635, 1920 г. - 34406, 1921 г. - 33426, 1922 г. - 26442, 1923 г. - 37338, 1924 г. - 35647, 1925 г. - 9980. Всего за эти годы добыто 245880 т угля.

После осуществления программы индустриализации страны Советское правительство взялось за возобновление освоения Экибастузского угольного бассейна. В 1939 г. Центральный Комитет Всесоюзной коммунистической партии (большевиков) и Совет Народных Комиссаров СССР приняли постановление, в котором разрешалось Совету Народных Комиссаров РСФСР и Омскому областному исполнительному комитету по согласованию с Советом Народных Комиссаров Казахстана приступить к промышленной разработке Экибастузского угольного бассейна. Так, в 1939 г. Омское областное управление местного топлива приступает к восстановлению заброшенных горных выработок и реставрации жилых домов в старом поселке Экибастуз. Для руководства всей этой работой создается специальный трест «Экибастузуголь». Омское областное управление местного топлива свою работу по промышленному освоению Экибастузского бассейна тесно увязывало со строительством железной дороги Акмолинск - Павлодар, прокладку которой предполагали завершить в 1941 г. В 1939 г. Экибастузский разрез, принадлежавший руднику «Майкаинзолото», переходит в ведение треста «Экибастузуголь» Здесь в 1939 - 1940 гг. добыто всего лишь 3 тыс. т. угля. Перед трестом «Экибастузуголь» на 1940 г. стояла задача дать угля в объеме 100 тыс. т, в т.ч. из разреза - 30 тыс. т. Но угроза войны, а затем и сама Великая Отечественная война приостановили строительные работы.

В то же время исследование бассейна продолжалось. В мае 1940г. создана геолого-разведочная партия треста «Казахуглеразведка» Министерства угольной промышленности восточных районов СССР, которая вела работы в Экибастузе вплоть до 1943г.

В июне 1946 г. трест «Казахуглеразведка» возобновил в Экибастузе прерванные войной геолого-разведочные работы. Здесь проживало тогда около 120 человек, часть которых работала на стекольном заводе Управления Павлодарской областной местной промышленности.

В 1942 - 1947 гг. в Экибастузе на собственные нужды кустарным способом было добыто 32300 т угля, в т.ч. 1942 г. - 800, 1943 г. - 3000, 1944 г. - 1500, 1945 г. - 4000, 1946 г. - 8000, 1947 г. - 12000 т.

Летом 1948 г. (во исполнение Постановления Совета Министров СССР от 17 апреля 1948 г.) в Экибастуз пришла первая партия

строителей. С вводом в эксплуатацию в 1950 г. железнодорожных путей на участке Павлодар - Экибастуз работы по освоению крупнейшего угольного бассейна приняли широкие масштабы.

В памятный для советских людей 1954 г., когда на целине был получен первый урожай, горняки Экибастуза добыли первый эшелон топлива. Начался четвертый этап освоения бассейна.

В 1955 г. вступил в строй действующих Иртышский угольный разрез № 1 (северное крыло бассейна) проектной мощностью 3 млн. т угля в год.

В августе 1956 г. трест «Карагандауглеразрез», в состав которого входил Иртышский угольный разрез № 1, из Караганды переведен в Экибастуз и переименован в трест «Иртышуголь». С этого времени начинается бурное развитие добычи экибастузского угля. Была проведена специализация разрезов - выделены в самостоятельные предприятия Вскрышной разрез, Погрузочно-транспортное управление, Жилищно-коммунальный отдел, автобаза, созданы Энергоуправление, Центральные электромеханические мастерские, Строительное управление.

12 июня 1957 г. указом Президиума Верховного Совета Казахской ССР поселок Экибастузуголь переименован в город Экибастуз.

В 1961 г. сдан в эксплуатацию угольный разрез № 2 мощностью 3 млн. т угля в год, в 1964 г. - на ту же мощность разрез № 3.

За счет проведения реконструкции и осуществления дополнительных мер производственная мощность разрезов №№ 1,2,3 (позже разрез «Северный») к 1971 г. доведена до 22 млн. т угля в год.

В южной части бассейна (поля №№ 5 и 6) создан крупнейший в мире угольный разрез «Богатырь» проектной мощностью 50 млн. т угля в год (первая очередь его - 5 млн. т - введена в эксплуатацию в 1970 г.)

За счет прирезки поля № 9, вскрытие которого осуществлено хозяйственным способом, мощность разреза «Богатырь» доведена в 1988 г. до 55 млн. т угля в год.

Кроме того, в декабре 1988 г. завершено сооружение разреза «Восточный» проектной мощностью 30 млн. т угля в год.

Таким образом, по состоянию на 1 января 1990 г. суммарная производственная мощность Экибастузских разрезов достигла 107 млн. т угля в год.

§ 2. Годы эксплуатации и строительства разрезов

В декабре 1999 г. исполнилось 45 лет с начала эксплуатации Экибастузского угольного бассейна.

В октябре 1978 г. в производственном объединении «Экибастуз-уголь» добыта 500-миллионная с начала разработки тонна экибастузского угля. А в начале декабря 1985 г. добыт и отправлен потребителям первый миллиард дешевого энергетического топлива.

Если на добычу первых 500 млн. т ушло почти четверть века, то на вторую миллиардную половину - всего 7 лет. Какой огромный, невиданный доселе в отрасли темп! Чуть раньше, 6 марта 1982 г. в отвалы вывезен первый миллиард кубометров вскрышных пород.

Эти результаты не пришли сами собой, они дались нелегко. Были многие годы упорного и тяжелого труда по освоению бассейна и становлению крепко спаянного горняцкого коллектива.

Это были годы наращивания добычи угля в условиях непрерывного строительства и реконструкции, решения множества сложных и крупных проблем.

Экибастузские разрезы являются самыми крупными в странах СНГ, высокомеханизированными и высокорентабельными горными предприятиями с четко разработанными производственными и социальными программами. Они оснащены самым современным высокопроизводительным горно-транспортным и вспомогательным оборудованием.

До начала перехода к рыночной экономике на разрезах объединения «Экибастузуголь» работало 125 карьерных экскаваторов, в том числе 20 роторных производительностью 1250-5000т/ч, около 270 локомотивов, свыше 300 бульдозеров и тракторов, 1200 думпкаров грузоподъемностью 100-180 т, около 150 вагонов-дозаторов, свыше 80 буровых станков, более 200 единиц путевой техники.

Только за первые 30 лет в Экибастузе добыто и отправлено потребителям 926 млн. т угля. Объем добычи угля вырос с 2,3 млн. т в 1955 г. до 75,6 млн. т в 1984 г., т.е. почти в 33 раза. Если бы весь уголь, добытый в Экибастузе только за эти 30 лет, сформировать в один железнодорожный состав, то им можно было бы опоясать почти пять раз земной шар по экватору.

При этом за последние 9 лет добыча экибастузского угля возросла в 1,6 раза, а в последний год одиннадцатой пятилетки, т.е. в 1990 году, угольщики Экибастуза превзошли 80- миллионный рубеж.

За указанные 30 лет выработано валовой продукции почти на 10,6 млрд. рублей, балансовая прибыль превысила 887 млн. руб. (в ценах того времени).

Производительность труда выросла до 900,7 т на одного рабочего в месяц. Это в 13 раз выше, чем в целом по отрасли, и более чем в 2 раза по открытым работам. По производительности труда производственное объединение «Экибастузуголь» опережало многие страны с развитым открытым способом добычи угля.

Себестоимость добычи одной тонны угля составила в 1984 г. 163,0 коп.; экибастузский уголь стал одним из самых дешевых в странах СНГ.

За эти три десятилетия в развитие Экибастузского угольного бассейна вложено по угольной отрасли свыше 900 млн. рублей капитальных вложений, что позволило ввести в эксплуатацию производственные мощности по добыче 73 млн. т угля в год, а также Экибастузскую ТЭЦ и ее последующую реконструкцию, завод по ремонту горно-транспортного оборудования, водоочистные сооружения, водоводы, автодороги, производственную базу для строительства и ремонта и др.

Построено почти 900 тыс. м² жилья, детских садов-яслей на 3000 мест, школ на 4500 и горный техникум на 960 учащихся, профилакторий, физиолечебница, поликлиника, Дом культуры и ряд других объектов культурно-бытового назначения, завершено строительство объектов собственной медсанчасти.

Полностью решена проблема питьевой воды за счет забора ее из уникального рукотворного канала Иртыш-Караганда.

За период освоения целины в Казахстане построено девяносто новых городов. Среди них и город Экибастуз - современный благоустроенный город с пятью двенадцатизэтажными домами, асфальтированными и освещенными улицами и тротуарами, зелеными скверами. Население города, поздравившего еще в феврале 1983 года своего 100-тысячного жителя, быстро растет.

В те годы экибастузский уголь потребляли свыше 20 тепловых электростанций Урала, Западной Сибири и Казахстана суммарной электрической мощностью около 20МВт, которые производили электроэнергии значительно больше, чем вырабатывалось ее в бывшем СССР в довоенные годы.

В Экибастузе был создан большой (более 20 тыс. чел.) многонациональный коллектив угольщиков, имеющий уже свои традиции, способный и впредь решать большие и сложные задачи.

Свыше 62% рабочих имели среднее и среднее техническое образование, из 2667 инженерно-технических работников свыше 1000 человек имели высшее образование.

Коллектив трудящихся объединения на протяжении всего периода эксплуатации почти ежегодно досрочно выполнял производственные программы, завоевал трудовую славу среди предприятий отрасли, неоднократно отмечался правительственными наградами.

За высокие показатели в труде и успехи в трудовом соперничестве, досрочное выполнение заданий семилетки, восьмой, девятой, десятой и одиннадцатой пятилеток около 800 трудящихся награждены орденами и медалями Советского Союза, в том числе 16 человек - орденом Ленина, 10 - орденом Октябрьской Революции, 85 - орденом Трудового Красного Знамени. Шестеро удостоены высшей награды - звания Героя Социалистического Труда, среди них - машинисты экскаваторов: Кадыров Сабит, Витт Анатолий Иванович, Возный Михаил Федорович, Пешков Николай Трифонович.

За высокоэффективное развитие в больших объёмах добычи с помощью мощной роторной техники каменного угля сложноструктурного Экибастузского бассейна группе специалистов объединения «Экибастузуголь», научно-исследовательских и проектных институтов присвоено звание лауреатов Государственной премии СССР 1978 года в области науки и техники. Лауреатами стали Белик Н.М., Куржей С.П., Федотов И.П., Гаврюшин В.Ф., Шешембеков С., Винницкий Л.С., Владимиров В.М., Бастанов А.С., Гусев А.П., Попов В.Н.

В 1982 г. лауреатом Государственной премии СССР стал бригадир роторного комплекса ЭРШРД-5000 А.А.Шишлов, в 1985 г. - бригадир комплексной бригады отвала разреза «Северный» А.В.Зеленков.

Свыше пятидесяти рабочих и ИТР удостоены звания «Заслуженный шахтер» и «Заслуженный горняк Казахской ССР», около 700 - награждены Знаком «Шахтерская слава», из них 70 – кавалеры всех трех степеней.

На протяжении первых 30 лет одновременно с развитием добычи угля осуществлялись непрерывное строительство новых и реконструкция действующих разрезов (с ежегодным освоением 20-40 млн. руб. капитальных вложений) и их техническое перевооружение. Особенно-

стью технического перевооружения на экибастузских разрезах являлась его непрерывность. Каждый последующий этап перевооружения по объемам, уровню технических решений и темпам осуществления превосходил предыдущий.

На первом этапе перевооружения, который начался вскоре после сдачи в эксплуатацию первого разреза и продолжался до 1964 г., была произведена замена паровозов серии Э на более мощные серии СО с тендер-конденсаторами (тогда использовалась соленая вода, пресной воды не было), а на вскрышных и отвальных работах - трехкубовых экскаваторов четырехкубовыми, на бурении - маломощных станков БС-110/25 на более совершенные - СВБ-2. К этому периоду относятся сооружение подземной дренажной системы, расширение выездных траншей, реконструкция отвалов.

В это же время вместо двух передвижных энергопоездов вводится в эксплуатацию ТЭЦ, пресная вода для которой вначале завозилась железнодорожными цистернами с многоводного Иртыша (130 км), строится водовод Калкаман-Экибастуз (55 км), на первых порах решавший проблему водоснабжения.

В городе взамен временных деревянных домиков стали возводиться кирпичные двухэтажные благоустроенные дома.

Проектные мощности разрезов за этот период были освоены досрочно.

Вместе с тем потребность в экибастузском угле не удовлетворялась. Увеличение объемов добычи угля на ограниченном полями разрезов №№ 1, 2, 3 фронте было возможно только на основе интенсификации горно-транспортных работ.

В связи с этим инженерно-технической службой треста «Иртыш-уголь» были разработаны и в течение 1964-1970 гг. - периода второго этапа технического перевооружения - претворены в жизнь комплексные меры по техническому перевооружению разрезов, совершенствованию технологии горных работ и организации производства. Институтом «Карагандагипрошахт» разработан проект реконструкции разрезов №№ 1, 2, 3 доведением их мощности до 20 млн. т угля в год, который был реализован в основном в 1970 г.

Дальнейшая интенсификация горных работ сдерживалась сравнительно низкой производительностью горно-транспортного оборудования. Наиболее узким звеном в технологической цепи оказался железнодорожный транспорт, где применялась паровая тяга. В тече-

ние 1964-1967 гг. было сооружено 4 тягово-распределительных подстанций, построено более 300 км контактных сетей, взамен паровозов внедрено 77 электровозов сцепной массой 150 и 180 т, введены в работу 420 большегрузных (95-105 т) думпкаров, все железнодорожные станции переведены на электрическую централизацию стрелок и сигналов (СЦБ). В результате технического перевооружения транспорта были созданы более комфортные и безопасные условия труда, весовая норма поезда возросла почти в полтора раза, а пропускная способность железнодорожных станций - на 20-25%. За счет увеличения производительности транспортного оборудования штат обслуживающего персонала сокращен почти в 1,5 раза.

В этот период на вскрышных и отвальных работах внедрено более 20 экскаваторов ЭКГ-8 и ЭКГ-8и с ковшами вместимостью 8 и 10 м³, впервые в практике открытых горных работ страны прошли промышленные испытания и введен в эксплуатацию первый экскаватор ЭКГ-12,5, нарезку новых добычных горизонтов стали успешно осуществлять экскаваторами ЭКГ-4у.

Не забыта и механизация вспомогательных работ. Впервые в горной практике для переукладки железнодорожных путей на разрезах задолжен путеукладочный поезд системы Платова. За период 1965-1970 гг. полностью механизированы процессы баллаستировки рельсо-шпальной решетки и подбивки балласта путем применения вагон-дозаторов, шпало-подбивочных машин, путеподъемников и др.

За эти годы инженерно-технической службой угольщиков в тесном содружестве с коллективами институтов ИГД им.Скочинского, «УкрНИИпроект», «Карагандагипрошахт», «Гипроуглеавтоматизация», Московского горного, Казахского политехнического и ИГД АН Казахстана, а также Донецкого машиностроительного и Карпинского рудоремонтного заводов и других организаций проделан большой объем научно-исследовательских, проектно-конструкторских и экспериментальных работ по созданию техники непрерывного действия для разработки крепких углей и пород, были созданы опытные образцы отечественных роторных экскаваторов с повышенными усилиями копания (РЭ-1, РЭ-2, РЭ-2Ц, ЭРГ-400Д), начата их опытная эксплуатация.

Третий этап технического перевооружения экибастузских разрезов совпал с перевооружением всей угольной отрасли. В этот период на угольных разрезах внедряется новая технология разработки сложноструктурных угольных пластов, имеющих большое количество

крепких породных прослойков различной толщины, с применением в широких масштабах мощной роторной техники - роторных экскаваторов производительностью 1250, 3500 и 5000 т/ч. На нарезке новых горизонтов впервые применен экскаватор ЭКГ-6,3у. На вскрышных уступах и отвальных тупиках широко используются мехлопаты с ковшами вместимостью 12,5 и 16м³. На транспорте идет внедрение тяговых агрегатов ОПЭ-1 и ПЭ-2М, думпкаров грузоподъемностью до 180 т, путеукладочных поездов ИГД им.Скочинского, резко повышается уровень механизации путевых работ. На бурении скважин все большее распространение находят буровые станки 2СБШ-200 и 2СБШ-200Н с режущими долотами, СБР-160.

Еще полностью не завершен третий, как начался новый четвертый этап технического перевооружения. Он связан с вводом в эксплуатацию разреза «Восточный», где на транспорте угля задолжены высокопроизводительные ленточные конвейеры, на поверхности - мощные механизированные погрузочно-усреднительные комплексы с весовой дозировкой угля при загрузке его в железнодорожные вагоны. Новый этап перевооружения характеризуется значительным ростом автоматизации производственных процессов и внедрением АСУП.

В Экибастузе выросли замечательные кадры рабочих-угольщиков, специалистов высокого класса, выступавших инициаторами многих патриотических починов и добивавшихся высоких показателей.

С первых дней эксплуатации экибастузских разрезов успешно трудились бывшие паровозники, а затем машинисты электровозов и дизель-поездов Бондаренко А.И., Илларионов С.А., Фолтин И.Д., Резепов П.Д.

В 60-х годах широкое распространение получило движение за выработку на один экскаватор СЭ-3 одного миллиона тонн угля в год. Первыми миллионерами стали машинисты экскаваторов Мокрослоева Ф.В. и Евстигнеев М.И. В последующие годы их рядыполнили Мозер Г.И., Колотев Н.Н., Егоров В.С. и многие другие.

Широкое распространение получила инициатива экскаваторной бригады ЭКГ-4,6 во главе с П.И. Мартыненко, выступившей с почином «Работать 5 лет без капитального ремонта экскаватора» вместо четырех по норме.

Больших производственных успехов добилась также бригада экскаватора СЭ-3, руководимая В.В.Муваракшиным.

В 70-е годы отличились бригады экскаваторов, выступивших инициаторами соревнования за достижение наивысшей нагрузки на экскаватор. Бригада экскаватора ЭКГ-8и (бригадир Кочерга И.Г) взяла обязательство принять в отвал 2,5 млн. м³ породы в год, бригада роторного экскаватора СРс (к)-470 во главе с Г.И.Мозером обязалась добыть 3 млн. т угля в год. Эти начинания, подкрепленные делами, вызвали заметное увеличение производительности экскаваторов. Так, бригада роторного экскаватора СРс(к)-2000 во главе с С.И.Зубко в 1975 г. обеспечила рекордную в отрасли выработку - 6030,5 тыс. т угля, бригада роторного экскаватора ЭРП-1250 (бригадир Неупокоев В.И.) добыла 3374,0 тыс. тонн угля.

Высоких производственных показателей в трудовом соревновании, выступая с различными починами («каждому технологическому комплексу, агрегату - проектную производительность» и др.), в 1976-1980 гг. добивались экипажи роторных и одноковшовых экскаваторов во главе с Героем Социалистического Труда А.И.Виттом, Сидельниковым Д.П., Ермоченко Н.П., Рерихом К.Г., Волковым А.С., машинистами локомотивов Страшко А.А., Токаревым А.Г., машинистами буровых машин Наконечным И.Л., Скрылевым Ю.А., Бапишевым Ж.Д. В 1977-1978 гг. широкое развитие получило трудовое соперничество за право добычи 500-миллионной тонны угля.

В обеспечение добычи 500-миллионной тонны экибастузского угля достойный вклад внесли все коллективы производственных единиц и предприятий объединения. Однако наибольший вклад внесен коллективом бывшего угольного разреза «Центральный». Старейшее в бассейне предприятие добыло 342 млн. т угля из 500 млн., в том числе 7,5 млн. т сверх задания.

Почетное право погрузки 500-миллионной тонны было предоставлено старейшей бригаде роторного экскаватора ЭРГ-400ДЦ во главе с опытным бригадиром Д.Я.Заголовцевым, а право транспортировки - знатному машинисту электровоза П.Д.Резепову, завоевавшим это право самыми высокими показателями.

В 1979-1980 гг. развернулось новое мощное движение передовых экскаваторных бригад, вызванное замечательным патриотическим почином прославленного экипажа роторного экскаватора СРс(к)-2000 (бригадир С.И.Зубко), - ударно трудиться и соревноваться «За право погрузки первого эшелона угля на Экибастузскую ГРЭС № 1». В это соревнование включились все экскаваторные бригады, работавшие на добыче угля.

В 1980 году началось и ежегодно поддерживалось комплексное соревнование «Уголь-вагон-энергия» между угольщиками, железнодорожниками и энергетиками, которое на основе дружбы и товарищеской взаимовыручки способствовало бесперебойной отгрузке потребителям необходимых объемов экибастузского угля.

В 1984-1985 годах широкую поддержку получило соревнование за достойную встречу 50-летия стахановского движения и 40-летия Великой Победы. Эскаваторные бригады С.И.Зубко и В.Ж.Мукишева (разрез «Богатырь»), А.В.Зеленкова (разрез «Северный») горячо поддерживали почин шахтеров Донбасса и взяли обязательство о досрочном завершении пятилетнего задания к этим знаменательным датам.

На разрезе «Богатырь» развернулось дружеское соперничество эскаваторных бригад за право погрузки 500-миллионной с начала ввода в эксплуатацию разреза тонны угля. Этого права в упорной борьбе завоевали бригады А.И.Федотова и А.А.Шишлова, досрочно выполнившие пятилетние и годовые обязательства. Наибольший накал соревнования вызвали почины «За право отгрузки в 1985 году миллиардной тонны угля», «Каждой тонне добытого угля - необходимую вскрышу» и др. Одновременно эти патриотические почины вызвали новый подъем соревнования за более добросовестное отношение к труду и высокопроизводительное использование горнотранспортной техники. В 1984 году 56 коллективов бригад, в том числе 35 эскаваторных и 21 локомотивных, успешно выполнили нормативы повышенной производительности эскаваторов и локомотивов, а всего в движении участвовало более 12000 трудящихся (80% всей численности по объединению).

§ 3. Экибастузский топливно-энергетический комплекс

«Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 гг.» предусматривалось интенсивное развертывание работ по более полному освоению угольных месторождений восточных районов страны и сооружению крупных тепловых электростанций, работающих на углях этих месторождений.

Исходя из этого, Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР приняли в 1977 году постановление «О создании Экибастузско-

го топливно-энергетического комплекса и строительстве линии электропередачи постоянного тока напряжением 1500 кВ Экибастуз-Центр».

В постановлении отмечалось, что освоение Экибастузского и Майкубенского угольных бассейнов - одно из важных направлений улучшения топливно-энергетического баланса страны и дальнейшего развития экономики Казахской ССР. Увеличение добычи угля в этих бассейнах и строительство на их базе новых электростанций значительно улучшат электроснабжение Казахской ССР, центральных районов Союза, Урала, Средней Азии и Западной Сибири.

В постановлении признано необходимым, чтобы сооружение Экибастузского топливно-энергетического комплекса (ЭТЭК) было осуществлено на основе прогрессивных научно-технических решений с применением высокопроизводительного оборудования для добычи угля и использованием поточно-скоростных методов строительства электростанций, линий электропередач и других объектов. При этом комплексно должны быть решены вопросы развития транспорта, создания жилищных и культурно-бытовых условий, охраны природы.

Постановлением предусмотрены конкретные задания по созданию топливно-энергетического комплекса по следующим основным направлениям.

Должно быть осуществлено интенсивное развитие Экибастузского и Майкубенского угольных бассейнов с увеличением добычи угля в 2,8 раза. Это позволит обеспечить дешевым топливом электростанции общей мощностью 36-38 ГВт и выработку на них примерно 792 ПДж электроэнергии в год, из них 360 ПДж будет направляться для дальнейшего развития экономики Казахстана, 144 ПДж - в центральные районы и 288 ПДж - для обеспечения электроэнергией Урала, Средней Азии и Западной Сибири.

Намечено построить пять ГРЭС мощностью по 4 ГВт каждая, в том числе четыре в районе Экибастуза и одну - на озере Балхаш, ввести в действие на этих электростанциях и на действующих электростанциях Урала, Казахстана и в прилегающих районах Западной Сибири, использующих в качестве топлива экибастузский уголь, в 1977-1980 гг. энергетические мощности в размере 5,1 ГВт, в 1981-1985 гг. - 11,5 и в 1986-1990 гг. - 8,5 ГВт.

Большой объём работ намечен по строительству линии электропередач. Впервые в мире будет сооружена уникальная линия электропередачи постоянного тока напряжением 1500 кВ «Экибастуз -

Центр» протяженностью 2415 км и линии электропередач переменного тока высокого напряжения общей протяженностью 5316 км. Будет сооружена сеть железнодорожных путей, включая вторые пути, протяженностью 1090 км, а также электрифицировано 1170 км железнодорожного полотна.

Предусматривается создание производственной базы строительных и монтажных организаций.

Намечены также меры по строительству жилья общей полезной площадью 1,2 млн. квадратных метров, Дворца культуры на 1000 мест, стадиона, спортивного комплекса с плавательным бассейном, зоны отдыха, пионерского лагеря, тепличного комбината, сетей телефонной связи и др. объектов для жителей города Экибастуза.

Для ускорения строительства объектов по угольной отрасли на базе малочисленного треста «Иртышуглестрой» создан более мощный комбинат «Экибастузшахтострой» с непосредственным подчинением его Министерству угольной промышленности СССР. Создается крупная строительная база этого комбината. Объекты энергетики возводит созданный заново мощный трест «Экибастузэнергострой».

ЦК КПСС и Совет Министров СССР, учитывая огромное значение ЭТЭК, сложность производственных условий, установил районный коэффициент 1,3 к заработной плате работников, непосредственно занятых на строительстве и его эксплуатации.

Чтобы представить масштабность создаваемого энергокомплекса, достаточно сказать, что на его электростанциях будет вырабатываться столько электроэнергии, сколько ее производилось тогда в такой высокоразвитой стране как Франция. Экибастузский энергокомплекс по своей масштабности стоит в ряду таких свершений советского народа, как строительство Байкало-Амурской магистрали, Камского автозавода. Экибастузский топливно-энергетический комплекс - Всесоюзная ударная комсомольская стройка.

Работы по сооружению ЭТЭК велись полным ходом. Несмотря на суровые климатические условия, острый недостаток рабочих строительных, монтажных и др. профессий, работы не прекращались ни в лютую стужу, ни в знойную жару.

Уже введен на полную мощность разрез «Богатырь» - самое крупное и высокомеханизированное угольное предприятие в отрасли (рис.4). Это было значительным событием не только в отрасли, но и во всей стране. Оно отмечено приветствием ЦК КПСС, в котором



Рис. 4. Разрез «Богатырь». Вид на обычные работы

сказано: строителям, монтажникам, эксплуатационникам, партийным, профсоюзным и комсомольским организациям, всем участникам строительства разреза «Богатырь» производственного объединения «Экибастузуголь» Министерства угольной промышленности СССР.

Дорогие товарищи!

С чувством глубокого удовлетворения в Центральном Комитете КПСС воспринято сообщение об успешном завершении строительства крупнейшего в мире разреза «Богатырь» мощностью 50 млн. т угля в год - одного из важнейших объектов Экибастузского топливно-энергетического комплекса.

Ввод в эксплуатацию угольного гиганта дает возможность более полно удовлетворять потребности народного хозяйства Казахстана, Средней Азии, Урала и Западной Сибири в топливе и энергии.

Очень важно, что в процессе сооружения разреза велось успешное освоение вводимых мощностей. Электростанциям страны уже отправлено более 200 миллионов тонн дешевого угля, что позволило полностью окупить затраты на строительство разреза.

Примечательно, что самоотверженный труд многотысячного коллектива рабочих и инженерно-технических работников, активная политическая и организаторская работа партийных, советских, хозяй-

ственных, профсоюзных и комсомольских организаций были направлены не только на сооружение промышленных объектов, но и на создание трудящимся всех условий для высокопроизводительного труда. В казахстанской степи построен современный индустриальный город шахтеров и энергетиков с населением более 70 тысяч человек ...

...Нет сомнения, что накопленный вашими коллективами опыт крупномасштабного строительства будет использован на сооружении Канско-Ачинского и Южно-Якутского топливно-энергетического комплексов, а также на других стройках угольной промышленности».

В приветствии выражена уверенность, что экибастузцы и впредь будут трудиться ударно и обеспечат в установленные сроки наращивание добычи угля в Экибастузском бассейне до 150 миллионов тонн в год.

Постановление знаменует собой новый, еще более мощный этап в развитии Экибастузского угольного бассейна.

Широким фронтом начали вестись работы по реконструкции разреза «Северный» и строительству разреза «Восточный», заканчивается проектирование Майкубенского угольного разреза.

Введены в эксплуатацию все восемь энергоблоков на Экибастузской ГРЭС-1, в январе 1985 года ими уже выработаны первые 40 млрд. кВт. часов электроэнергии, развернулось строительство ГРЭС-2, линий электропередач постоянного тока «Экибастуз-Центр» и переменного тока «Экибастуз - Урал».

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на период до 1990 года предусмотрено ускоренными темпами осуществлять строительство тепловых электростанций, использующих угли Экибастузского и Канско-Ачинского бассейнов, ввести в действие линию электропередачи постоянного тока напряжением 1500 киловольт «Экибастуз-Центр» и линию электропередачи переменного тока напряжением 1150 киловольт «Экибастуз-Урал».

Однако осуществить намеченное в полном объеме не удалось - помешали так называемая перестройка, развал СССР и до конца не продуманный переход к рыночной экономике. Основные предприятия Экибастуза - ГРЭС и угольные разрезы, искусственно доведенные до банкротства, проданы иностранным частным компаниям.

Так, Экибастузская ГРЭС-1 мощностью 4000 МВт в июле 1996 года стала собственностью американской корпорации «АЭС - Сан-

три Пауэр», создавшей в Экибастузе дочернюю компанию «АЭС Экибастуз».

В октябре 1996 года имущество разреза «Восточный» продано иностранной компании «Джапан хром корпорейшн», зарегистрированной в оффшорной зоне на Британских Вирджинских островах, и он стал цехом (участком) её дочерней фирмы «Акуская ГРЭС» в составе Евразийской энергетической корпорации («ЕЭК») с местонахождением в г. Аксу Павлодарской области.

В октябре же 1996 года угольный разрез «Богатырь» (а также Богатырское ПТУ и значительная часть вскрышного разреза «Степной») перешел в собственность американской корпорации «Аксес Индастриз Инк», зарегистрированной в штате Нью-Йорк (США). В Экибастузе она создала ТОО «Богатырь Аксес Комир» («БАК»).

И, наконец, имущество разреза «Северный» (вместе с полем №9) в счёт долгов перешло в собственность РАО «ЕЭС России». В 1997 году в составе РАО «ЕЭС России» образовано ЗАО «Энергоуголь» с местонахождением в Москве, ему и стало подчиняться ТОО «Разрез Северный».

Продано и имущество разреза «Майкубенский». А в 1998 году образовано совместное германо-казахстанское предприятие - акционерное общество закрытого типа «Майкубен-Вест».

На базе не проданных иностранным инвесторам девяти предприятий (структурных единиц) ГАО «Экибастузкомир» - УМТС, УМ, ВКМА, Энергоуправление УПТС, ЭПТУ, ЭПВК, автобаза, СПЛ - в 1996 году образовано АООТ «Экибастузпромсервис».

Таким образом, ГАО «Экибастузкомир» ликвидировано и по частям распродано иностранным компаниям.

Попытка продать в 1977 году ГРЭС-2 (один энергоблок) Британской компании «Инденпендент Пауэр Корпорейшн» не увенчалась успехом. Зато Экибастузская ТЭЦ и тепловые сети города в августе 1997 года перешли во владение ТОО «БАК». В феврале этого же года ТОО «БАК» выкупило большую часть имущества Восточного ПТУ и всё имущество Богатырского ПТУ, завода РГТО и путевой машинной станции.

В 1998 году ТОО «БАК» приняло «Инвестиционную программу развития» на три года, предусматривающую внедрение конвейерных подъёмников на вскрытии угольных горизонтов, полный перевод транспортировки вскрышных пород на электротягу, обновление

путевой техники и др. На ее реализацию намечено израсходовать 140 млн. долларов США.

В 2000-м году горные работы и ж.-д. транспорт ТОО «Разрез Северный» переданы россиянами (РАО «ЕЭС России») в доверительное управление на продолжительный срок ТОО «Богатырь Аксес Комир», в составе которого образованы новые структурные подразделения - «Разрез Северный» и «Северное ПТУ». Таким образом, компания «Аксес Индастриз Инк» (США) стала, можно сказать, монополистом по добыче и поставкам экибастузского угля в Россию и Казахстан (кроме разреза «Восточный» ЕЭК). В настоящее время девять тепловых электростанций России и двенадцать ТЭС Казахстана, а также свыше двух тысяч средних и малых потребителей работают на угле ТОО «БАК».

В 2001-м году ТОО «БАК» наметило добыть и поставить потребителям порядка 43 млн. тонн угля. Таким образом, с учётом разреза «Восточный» добыча экибастузского угля в 2001-м году, году нового века и тысячелетия, превысит 50 млн. тонн.

На Экибастузской ГРЭС-2 (50 % акций принадлежит РАО «ЕЭС России») работают только два введенных энергоблока по 500 МВт, строительство остальных шести с доведением станции до проектной мощности в обозримом будущем не предусмотрено, а о сооружении Экибастузской ГРЭС-3 даже не ведутся и разговоры. А жаль, угля-то хватит всем в полном объёме и надолго.

Глава II. Горно-технические условия бассейна

§ I. Геологическое строение, характеристика пластов, запасы угля

Экибастузский каменноугольный бассейн находится в Павлодарской области Казахстана, в 130 км от г. Павлодара на трассе железной дороги, соединяющей его со столицей РК - Астаной.

В девяти километрах от Экибастуза проходят автострада Караганда-Павлодар и канал Иртыш-Караганда.

В непосредственной близости от бассейна в северо-западном направлении разместился город Экибастуз, численность населения которого уже превысила 130 тысяч человек.

Экибастузский бассейн расположен в степной северо-восточной части Республики Казахстан. Территория района представляет собой слабо волнистую, не расчлененную эрозией равнину, на фоне которой выделяются невысокие увалы и гривки высотой 2 - 5 м, связанные с выходом на поверхность соответственно палеогеновых кварцитов и верхнедевонских известняков.

Южная часть бассейна является более возвышенной с абсолютными отметками $+230 \div 235$ м, которые постепенно понижаются в северном направлении до $+185 \div 195$ м.

Климат здесь резко континентальный с частыми засухами и суховеями, характерными для антициклонного режима погоды. Резкая континентальность климата проявляется в больших годовых и суточных колебаниях температуры воздуха, малом количестве атмосферных осадков, высоких летних и низких зимних температурах. Среднегодовая температура воздуха в Экибастузе $+2,4^{\circ}\text{C}$. Наиболее жарким месяцем является июль (среднемесячная температура $+21,5^{\circ}\text{C}$), самым холодным - январь ($-18,5^{\circ}\text{C}$). Амплитуда крайних среднемесячных температур достигает 40°C . Район относится к числу засушливых, среднегодовое количество осадков - 236 мм. Характерны частые и сильные ветры, скорость которых достигает 20-25 м/с. Безветренных дней в году не более 40, глубина промерзания грунта достигает 2,5 - 3,0 м, величина снежного покрова на равнине не превышает 10 см.

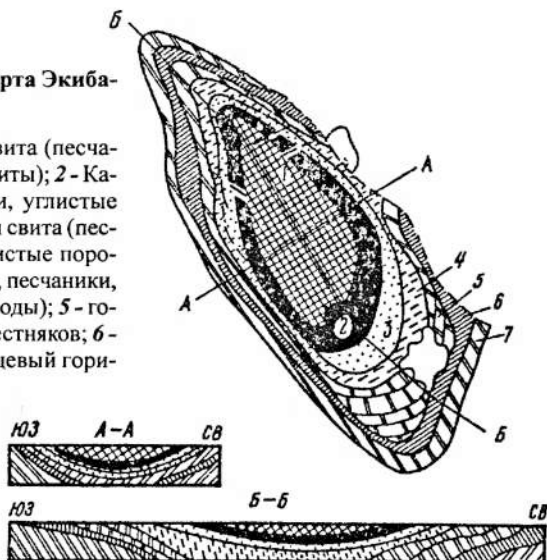
Растительность здесь скудная: она представлена преимущественно разреженным травостоем с преобладанием ковыльно-типчаковых форм.

В пределах района бассейна расположено несколько соленых бессточных озер.

В структурном отношении Экибастузский бассейн приурочен к одноименной грабен-брахисинклинали, сложенной средне-верхне-девонскими и ниже-среднекаменноугольными отложениями общей мощностью около 2700 м (Рис. 5)

Рис.5. Геологическая карта Экибастузского бассейна:

1 - Надкарагандинская свита (песчаники, аргиллиты, алевролиты); 2 - Карагандинская свита (угли, углистые породы); 3 - Ашлярикская свита (песчаники, алевролиты, углистые породы); 4 - то же (алевролиты, песчаники, известняки, углистые породы); 5 - горизонты кремнистых известняков; 6 - сланцы; 7 - песчано-сланцевый горизонт.



В основании геологического разреза распространены вулканогенные образования нижнего девона.

Угленосные отложения, относящиеся к нижнему карбону, подразделяются по аналогии с Карагандинским бассейном на Ашлярикскую, Карагандинскую и Надкарагандинскую свиты.

Ашлярикская свита представлена в нижней части песчаными отложениями с прослойками известняка; в средней - известняками и известковистыми песчаниками; верхняя часть сложена алевролитами, аргиллитами с прослойками углистых пород. Свита, мощность которой достигает 500 м, богата фауной.

Надкарагандинская свита - верхняя часть угленосной толщи мощностью до 400 м - содержит несколько угольных пластов не-

промышленного значения. В нижней части свиты преобладают тонкоотмученные осадки, в верхней - русловые песчаники, иногда с прослойками гравелитов.

Угленосная толща Экибастузского бассейна содержит шесть пластов рабочей мощности, из них пласт 6 приурочен к Ашлярикской и пласты 5,4,3,2,1 - к Карагандинской свитам. Кроме того, верхняя подсвита Карагандинской свиты и Надкарагандинская свита включают в себя, соответственно, пласты I-IV и VII-XV непрямо-промышленного значения.

Запасы угля в бассейне связаны с Карагандинской свитой, составляющей среднюю часть угленосной толщи, мощностью в среднем 600 м. Свита включает четыре имеющих промышленное значение угольных пласта, которые индексируются снизу вверх цифрами 4,3,2,1. Ниже приводится их краткая характеристика.

Пласт 4 находится в основании Карагандинской свиты и служит ее нижней границей. Мощность его и строение - не выдержаны. Верхняя наиболее сложная часть пласта представлена переслаиванием угольных пород, тонких прослоек алевролитов и маломощных высокозольных пачек угля. Рабочая мощность пласта 4 колеблется от 4,1 (в южной части свиты) до 30,6 м, в среднем она составляет 18,9 м. При коэффициенте вскрыши, превышающем $6 \text{ м}^3/\text{т}$, запасы пласта отнесены к забалансовым. Угленасыщенность пласта 4 из-за сложности его строения невысокая: на угольную массу приходится в среднем 86,5% от рабочей мощности пласта. Внутрипластовые породы занимают 13,5%, а мощность этих породных прослоек изменяется от 0,3 до 8,6 м.

Выше пласта 4 залегает толща пород, представленная алевролитами и песчаниками от мелко- до крупнозернистых и конгломератовидных, содержащих иногда прослойки углистых пород. Мощность ее изменяется от 73-155 м в юго-восточной части бассейна до 40-70 м - на северо-западе, в северной его части она почти полностью выклинивается.

Вышележащая часть свиты мощностью 130-225 м характеризуется преобладанием в ней углей и углистых пород с разделяющими их маломощными пачками аргиллитов и каолинитов. Все эти породы и угли составляют единый продуктивный горизонт, в котором выделяются три сближенных мощных угольных пласта 3,2,1 (рис. 6).

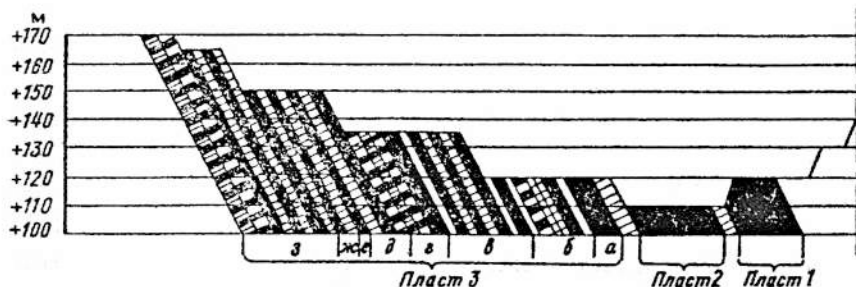


Рис.6. Геологическое строение угольных пластов

Нормальные расстояния между угольными пластами 3 и 2 составляет 100-400 м, 2 и 1 - 100-600 м. Мощность и строение пластов весьма изменчивые, наиболее выдержанными являются верхние пласты 2 и 1.

Пласт 3 - самый мощный и сложный по строению. Нижняя часть пласта (мощностью от 5-8 до 40-60 м) состоит из углистых пород и преимущественно высокозольных угольных пачек. В зависимости от содержания породы - при зольности интервала более 60% - она входит в нерабочую часть пласта. Средняя мощность пласта составляет 95,1 м, максимальная достигает более 150 м. Пласт 3 характеризуется наименьшей угленасыщенностью: на угольную массу приходится в среднем 77,5%, на внутрипластовые породы - 22,5% от рабочей мощности пласта. Наименьшая и максимальная суммарная мощность угольной массы по плаstopересечению 29 и 99,3 м, породных прослоек, соответственно, 7,4 и 61,8 м.

Пласт 2 залегает в средней части продуктивного горизонта выше пласта 3 и отделяется от него углистыми аргиллитами, иногда содержащими пачки высокозольного угля. Этот пласт наименее засорен породными прослойками. Средняя рабочая мощность его находится в пределах 35,0 - 38,3 м. На глубоких горизонтах разреза «Северный» и на площади разреза «Богатырь» мощность пласта 2 достигает 46,0 м. Основная часть пласта представлена преимущественно полуматовыми и полублестящими разностями углей, чередующимися со светлыми породными и углистыми прослойками. Кровля пласта содержит углистые породы, маломощные прослойки аргиллитов и алевролитов, которые переслаиваются с тонкими прослойками угля.

Угленасыщенность пласта 2 сравнительно высокая: на угольную массу приходится 82%, на внутрипластовые породы - 17,4% от об-

щей мощности пласта. Мощность угольной массы колеблется от 18,3 до 46,0 м, породных прослоек от 0,2 до 17,2 м.

Пласт 1 является верхним рабочим пластом. Он отделен от пласта 2 углистыми породами. В разрезе Карагандинский свиты эти породы являются хорошим опорным горизонтом. Средняя рабочая (она же общая) мощность пласта составляет 22,6 м. Строение пласта определяется чередованием мощных пачек угля с тонкими светлыми и более мощными углистыми породными прослойками.

В верхней части пласта выделяется пачка блестящего и полублестящего угля мощностью 0,5-2,9 м с небольшими прослойками аргиллита. Уголь этой пачки обладает коксующимися свойствами.

Качественная характеристика коксующейся пачки

Зольность на сухую массу, %	15-29
Рабочая влага, %	4-6
Выход летучих веществ, %	25-38
Низшая теплота сгорания в рабочем состоянии топлива, МДж/кг	27,3-21,8
Содержание серы, %	0,9-1,27
Коэффициент размоловоспособности	1,2-1,3.
Элементарный состав, %:	
углерод	8,2-8,4
водород	5-5,3
азот	1,8-2,3
кислород	9,2-11,2
Плотность угля	1,43

В кровле пласта 1 залегает характерный горизонт углисто-биту-минозных аргиллитов мощностью 5,0 - 7,0 м.

Угленасыщенность пласта 1 высокая: на угольную массу приходится 90,7%, а на внутрипластовые породы - 9,3% от общей мощности пласта. Мощность угольной массы колеблется от 10,9 до 25,3 м, а породных прослоек, представленных углистыми разностями, аргиллитами и алевролитами, - от 0,1 до 5,1 м.

В табл. 1 приведены сводные данные геологической характеристики рабочих пластов.

Геологическая характеристика угольных пластов Экибастузского каменноугольного бассейна

Показатели	Единица измерения	Пласты		
		1	2	3
Рабочая мощность пластов	м	18-33	33-35	60-113
Средняя рабочая мощность пластов	м	23	38	76
В том числе угольной массы	м	20	34	41
Средняя мощность внутрипластовых породных прослоев	м	3	4	3,5
Количество породных прослоев	шт.	10-20	30-60	100-180
Зольность:				
-балансового угля	%	17-30	28-30	34-38
- рядового угля при валовой выемке	%	33,8	37,9	48,5
Объемный вес товарного угля	кг/м ³	1420	1450	1550
Теплота сгорания угольной массы	ккал/кг	7860	7877	7714
Теплота сгорания рабочего топлива	ккал/кг	4517	4605	3995
Выход летучих веществ	%	30,3	27,6	29,8
Коэффициент крепости:				
- угля	кг/см ²	1,5-3,5	1,5-3,5	1,5-3,5
- породных прослоев	кг/см ²	3-7	3-7	3-7
- включений песчаников	кг/см ²	до 11	до 11	до 11
Содержание влаги	%	8,1	8,3	8,3

В связи с утверждением в 1979 г. новых кондиций по зольности существенно изменились показатели, характеризующие угольную залежь: мощность всей угольной массы и рабочей ее части, угленосность, углеплотность, засоренность породными прослойками и др. Они будут уточнены после завершения пересчета запасов.

Ниже приведены данные общей мощности угольных пластов Экибастузского бассейна.

Мощность, м	Пласт 1	Пласт 2	Пласт 3	Пласт 4	Суммарная
средняя	22,6	38,3	95,1	18,9	179,9
минимальная	20,1	32,1	83,7	14,2	137,1
максимальная	25,3	42,9	108,4	30,6	207,2

Угольные пласты и вмещающие их породы залегают в виде мульдообразной асимметричной брахисинклинальной складки, вытянутой с северо-запада на юго-восток. Общая протяженность мульды 24 км, наибольшая ширина 8,5 км. Площадь ее составляет 155,0 км², из них на долю продуктивных отложений, включающих пласты 4,3,2,1, приходится 77,0 км². Наибольший прогиб мульды отмечается вдоль северо-восточного борта ее, где максимальная глубина погружения угольного пласта 1 по его кровле составляет 530 м, а пласта 3 по его почве - 670 м, пласта 4 (по почве) - 750 м.

В конфигурации мульды, помимо общей асимметричности, наблюдается как бы сдавленность ее с двух сторон (с юго-запада и северо-востока) под острым углом по отношению к длинной оси. В этих направлениях характер дислоцированности пород и угольных пластов выражен не только в более крутых углах падения (60-90°) вплоть до опрокинутого залегания (участки 11,12 и частично 4,3), но и в образовании разрывных нарушений. Поэтому участки 3,9,10 на юго-западном крыле и участки 4,11,12 на северо-восточном оказались наиболее нарушенными. При этом наиболее крупные нарушения приурочены к пласту 3, а частота нарушений возрастает от пласта 1 к пласту 3 при довольно резком их выполяживании. Количество нарушений, как правило, с глубиной уменьшается, и в донной части мульды они полностью исчезают: здесь пласты залегают почти горизонтально.

Разрывные нарушения, развитые в пределах угленосной толщи, являются преимущественно взбросами. Амплитуда их -10-20, реже 50-80 м. Плоскости нарушений падают обычно к центру мульды. Во всех случаях падение их более крутое, чем окружающих пород.

Юго-восточная часть мульды (участки 5,6,7 и часть 8-го), а также северо-западный ее сектор (участки 1,2) характеризуются более спокойным залеганием пластов, углы падения которых не превышают, соответственно, 5-20 и 10-40°. В замковой юго-восточной части

мульды залегание угольных пластов осложнено антиклинальным перегибом с пологим ($5-15^\circ$) падением крыльев и таким же пологим (5°) погружением его оси, постепенно затухающим в северо-западном направлении. На рис.7 показана схема раскройки Экибастузского бассейна на карьерные поля и разведочные участки.

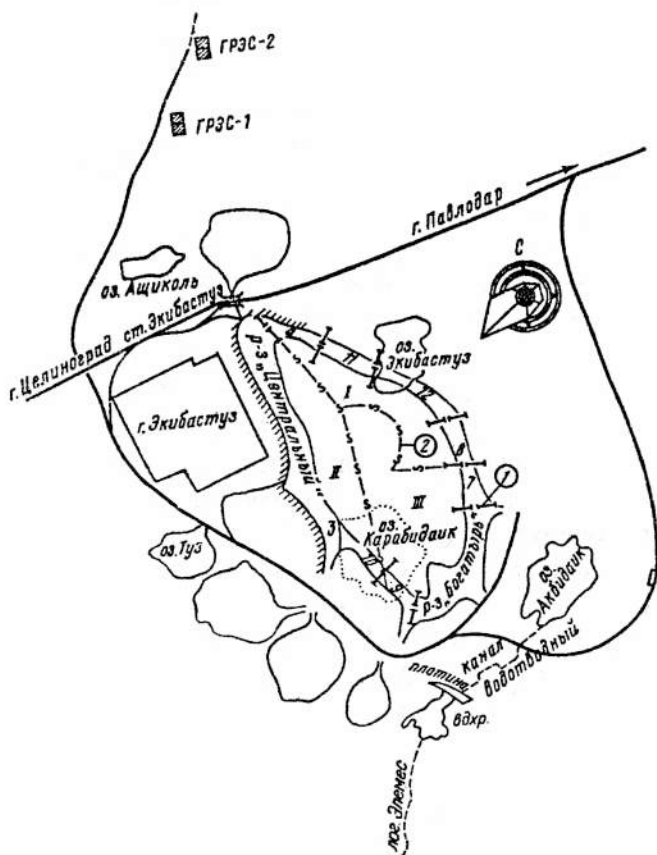


Рис.7. Схема раскройки полей Экибастузского бассейна:

1 - границы раскройки полей; 2 - границы блоков для характеристики газоносности; 3 - 12 - участки; I - III - блоки.

Распределение запасов в зависимости от углов падения пластов приведено в табл. 2 (в процентах).

Таблица 2.

Горизонты отработки, м	Углы залегания пластов, градус		
	0 - 25	25 - 45	45 - 90
От поверхности до 0, в том числе участки:	62	11	27
1,2,3	31	32	37
5,6	89	4	7
7	100	-	-
10	9	3	88
4,11	13	4	83
8,12	31	14	55
От 0 до - 200	86	9	5
От 200 до - 490	100	-	-
Всего по бассейну	86	6	8

Экибастузский угольный бассейн характеризуется высокой степенью разведанности. Основные угольные пласты 1,2,3,4, на которых базируется открытая добыча угля, разведаны детально на всей его площади и на полную глубину погружения (750 м). Исключение составляет лишь площадь, находящаяся под озером Экибастуз, где разведка не проводилась и запасы угля оцениваются по низким категориям (C_2).

До 1979 года запасы угля определялись по кондициям, утвержденным в 1960 году. В соответствии с этими кондициями минимальная мощность пласта простого строения для подсчета балансовых и забалансовых запасов должна составлять 1,5 м, максимальная зольность на абсолютно сухое топливо для балансовых запасов - 45% и для забалансовых - 50%; при сложном строении пласта суммарная мощность угольных пачек должна быть не менее 1,5 м, а суммарная мощность породных прослоек, разделяющих эти пачки, должна быть такой, при которой среднепластовая зольность с учетом засорения не превысит предельную: для балансовых - 45% и для забалансовых - 50%.

До последнего времени угольные пласты Экибастузского бассейна отработывались селективным способом сначала одноковшовыми, а с 1966 года мощными роторными экскаваторами, с 1983 г. начался постепенный переход на валовую выемку.

В связи с этим в 1977 году институт «Карагандагипрошахт» совместно с Северо-западной экспедицией Центрально-Казахстанского территориального геологического управления разработал «Технико-экономические обоснования новых кондиций на угли Экибастузского бассейна», в 1979 г. ГКЗ СССР утверждены новые постоянные кондиции для подсчета запасов экибастузского угля.

Параметры новых кондиций при селективной и валовой выемке пластов роторными экскаваторами следующие: минимальная мощность частей пласта, подлежащих отдельной отработке (угольных комплексов), - 4 м; минимальная мощность отдельно отрабатываемых породных комплексов (по сумме угольных пачек и породных прослоек) - 4 м; предел средней зольности угля по угольному комплексу с учетом засорения внутрипластовыми породными прослойками (кондиционная зольность угля A^c) при селективной выемке - 45%, при валовой - 60%; пачка угля, отделенная от угольного комплекса породным прослоем, включается в этот угольный комплекс при условии, что средняя зольность угольной пачки и породного прослоя не превышает при селективной выемке 45%, при валовой - 60%; предельный коэффициент вскрыши - 6 м³/т для балансовых запасов и 16 м³/т для забалансовых.

Ниже приведены ожидаемые запасы угля по Экибастузскому бассейну при реализации новых кондиций.

Балансовые запасы, млн.т	По старым кондициям 1960 г.	По новым кондициям 1979 г. при выемке	
		селективной	валовой
Рядового угля	8275	7519	13332
Угля (без пород засорения)	6967	6118	10706
Чистого угля (A^c 45%)	6967	6118	-

Промышленные запасы угля в границах разрезов определяются с учетом его эксплуатационных потерь и засорения, связанных с отдельной выемкой угольных и породных комплексов, а также потерь угля при зачистке кровли пласта I и нарезке новых горизонтов в почве пласта 3. Пересчет запасов угля по новым кондициям выполнен пока в пределах проектных горизонтов действующих разрезов, а для глубо-

ких горизонтов (до полной отработки запасов) пересчет намечено завершить к 1990 году.

При утверждении постоянных кондиций на экибастузские угли ГКЗ б. СССР рекомендовано уточнить запасы попутных полезных ископаемых, имеющих в Экибастузском бассейне, с целью вовлечения их в хозяйственное использование.

Предварительные оценки их запасов в угольной залежи дают следующие ориентировочные цифры.

1. Сырьё для стройиндустрии (аглопориты, строительная керамика),	млн. т	1143,0
для металлургии (кремне- алюминиевые сплавы) и др.	млн.м ³	552,0
2. Запасы глинозема (Al_2O_3)	млн.т	91,0
3. Уголь (в отходах добычи)	млн.т	289,0
4. Углистые сланцы	млн.т	1140,0
5. Зола и золошлаковые отходы ТЭС	млн. т	4894,0

§ 2. Свойства и характеристика горных пород

Покровные образования, представленные четвертичными супесями и суглинками, а также палеогеновыми тонкозернистыми кварцевыми песками, реже глинами, суммарная мощность которых колеблется от 0,5 до 10 м, доступны непосредственно экскавации без предварительного рыхления. Они практически не обводнены, в откосах бортов устойчивы.

Породы, вмещающие угольные пласты, представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами, слабоуглистыми и углистыми аргиллитами, а породы внутренней вскрыши сложены полностью последними двумя разностями. Физико-механические свойства их приводятся в табл.3.

Таблица №3

Породы	Временное сопротивление сжатию, МПа	Временное сопротивление растяжению, МПа	Угол внутреннего трения, градус	Сцепление, МПа	Естественная влажность, %	Плотность, г/см ³
Песчаник	20,4 - 67,4	3,4 - 5,8	35	170 - 870	3 - 6	2,5
Алевролит	16,0 - 60,0	1,6 - 4,0	32	90 - 600	3 - 6	2,5
Аргиллит	15,5 - 44,5	1,3 - 3,5	27	105 - 610	4 - 10	2,5
Слабоуглистый и углистый аргиллит	15,0 - 44,5	1,5 - 2,8	30	431	2 - 6	2,0
Уголь	12,0 - 37,0	1,0 - 1,5	36	260 - 267	2 - 8	-

Изменение прочности пород с глубиной проявляется почти во всех литологических разностях. В невыветрелом состоянии (глубже 50-70 м) угли и вмещающие их породы характеризуются значительной крепостью, плотностью, и при разработке требуют применения буровзрывных работ. Показатель прочности их достигает максимального значения на глубине более 200 м.

Рекомендуемые ВНИМИ коэффициенты структурного ослабления прочности массива: в песчаниках и аргиллитах - 0,05%; в алевролитах - 0,07%; в углях - 0,08%.

Размокаемость песчаников, алевролитов, слабоуглистых и углистых аргиллитов трудная, аргиллитов - легкая и средняя.

Распределение объема вскрышных пород по литологическим разностям в процентном выражении приводится в табл.4.

Таблица №4

Вид вскрыши	Покровные отложения	Песчаник	Алевролит	Аргиллит	Переслаивание песчано-глинистых пород	Слабоуглистый и углистый аргиллит	Уголь
Общая	2	26	30	17	10	13	2
Внешняя	2	28	32	19	11	7	1
Внутренняя	-	1	2	2	-	82	13

В соответствии с классификацией проф. М.М.Протоद्याконова основной объём внешней вскрыши соответствует коэффициенту крепости 4,1-5,6. Коэффициент крепости угля и углистых пород составляет 1,5-5,3, разделяющих породных прослоек - 2-8 и в отдельных случаях - 11.

По данным разведочных и горных работ, изменчивость мощности пластов на 1 км составляет от $\pm 1,5$ до ± 7 м, влажность рабочего топлива по усредненным пробам - 8,1%, на горизонте 0-200 м - 4,2%, ниже 200 м - 3,6%.

Средние значения объёмных весов угольных пачек колеблются в незначительных пределах.

Пласты	Объёмный вес, т/м ³
1	1,43 - 1,46
2	1,41 - 1,42
3	1,47 - 1,49
4	1,49 - 1,52

По содержанию свободной двуокиси кремния породы и уголь разрабатываемых пластов являются силикозоопасными, а угольная пыль - взрывоопасной.

Самовозгорание угля происходит в местах осыпей и навалов по откосам бортов и после предварительного буровзрывного рыхления угля.

Содержание метана в угле достигает 20 м³/т. Исследование газоносности показало, что угли пластов 1,2 и 3 характеризуются малым давлением газа, высокой крепостью угля и пород, что исключает внезапные выбросы угля и газа.

Содержание серы в экибастузском угле колеблется от 0,5 до 0,65%, углерода - 0,79 - 0,82%, водорода - 4,7 - 5,8%, азота - 1,2 - 1,9%, фосфора - 0,069 - 0,074%.

Ниже приводятся данные, характеризующие химический состав золы экибастузского угля.

Содержание (в %) в пластах 1,2,3,4.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
58,4 - 59,0	26,3 - 29,7	5,6 - 8,8	1,3 - 3,3	0,37 - 1,58	0,29 - 1,53

Отсюда следует, что зола экибастузского угля содержит большое количество алюмосиликатов, а потому является тугоплавкой и имеет абразивные свойства.

Проведенные исследования показали, что содержание в экибастузском угле токсичных (сера, ртуть, мышьяк, бериллий, фтор) и потенциально токсичных компонентов (селен, свинец, никель, марганец, хром, ванадий) значительно ниже допустимых концентраций (кроме марганца), что характеризует уголь Экибастузского бассейна в целом как экологически относительно безопасное топливо.

Вместе с тем при огромных масштабах сжигания угля на Экибастузских ГРЭС даже при степени золоулавливания 95% (на практике же этого не достигается) будут ежегодно выбрасываться в атмосферу: 1,4 млн. т силикозоопасной золы, около 1,3 млн. т окислов серы, 215 тыс. т окислов азота и большое количество различных металлов.

Поэтому вопрос охраны окружающей среды в районе ЭТЭКа нельзя считать решенным проектными рекомендациями, являющимися, на наш взгляд, крайне недостаточными, требуется осуществление дополнительных мер по значительно большему снижению выброса в атмосферу нежелательных компонентов.

§ 3. Сопротивляемость каменного угля разработке роторными экскаваторами

Для обоснованного выбора силовых и энергетических параметров добычных роторных экскаваторов необходимо знать сопротивляемость подлежащих разработке угольных пластов.

На угольных разрезах Экибастузского бассейна институтом «УкрНИИпроект» совместно с ИТР производственного объединения «Экибастузуголь» были проведены комплексные экспериментальные исследования по определению сопротивляемости угля разработке рабочими органами роторных экскаваторов на вскрытых горизонтах, а также прогнозированию удельного сопротивления угля копанью для нескрытых горизонтов.

В б. СССР удельное сопротивление горных пород разработке роторными экскаваторами было принято оценивать показателем

$$K_F = \frac{P_k}{F}, \text{ Па,}$$

где P_k - касательная сила, необходимая для отделения от массива стружки, имеющей в поперечном сечении площадь F .

Следовательно, для определения удельного сопротивления копания в процессе экспериментов необходимо регистрировать текущие значения этих величин.

Для более полного охвата основных разновидностей экибастузского угля экспериментальные исследования процессов копания были проведены на всех пластах на наиболее представительных по физико-механическим свойствам участках.

На основании экспериментальных данных была установлена гиперболическая зависимость удельного сопротивления копания угля K_F от площади поперечного сечения снимаемых стружек F : K_F растет с уменьшением F .

Поскольку площадь снимаемой стружки не является параметром экскаватора, были выполнены расчеты по установлению количественной взаимосвязи между площадью F и теоретической производительностью экскаватора Q_T . В табл.5 приведены значения K_F при изменении площади F стружек в интервалах от 100 до 800 см² для теоретических производительностей роторных экскаваторов всего параметрического ряда.

Таблица 5

Теоретическая производительность, м ³ /ч	Интервалы значений площадей поперечного сечения стружек, см ²	Значения удельного сопротивления копания, МПа	Примечание
630	100 - 150	$\frac{1,6}{0,6} - \frac{2,4}{0,9}$	В числителе приведены значения K_F для угля с крепкими породными прослойками, в знаменателе - для слабого трещиноватого угля
1250	150 - 300	$\frac{1,2}{0,5} - \frac{1,5}{0,7}$	
2500	300 - 500	$\frac{0,9}{0,4} - \frac{1,1}{0,6}$	
5000 - 10000	500 - 800	$\frac{0,7}{0,4} - \frac{0,9}{0,5}$	

Из приведенной таблицы видно, что величины удельного сопротивления копания экибастузского угля на вскрытых горизонтах при площади стружек 100-300 см², допустимой для добычных ротор-

ных экскаваторов по условию обеспечения требуемой кусковатости (не более 300 мм), изменяются в довольно широких пределах - от 0,5 до 2,4 МПа. Эти колебания вызваны сложным строением угольных пластов и наличием в них большого количества породных прослоек переменной мощности и крепости.

Уменьшение удельного сопротивления копанию при увеличении площади снимаемых стружек является следствием увеличения среднего размера кусков угля. Величина K_F прямо пропорциональна удельной энергоемкости процесса копания, которая уменьшается при снижении степени измельчения угля. При увеличении площади поперечного сечения стружки кусковатость угля возрастает, а, следовательно, и снижается степень его измельчения. С другой стороны, меньшей площади снимаемой стружки соответствует и меньшая производительность роторного экскаватора. Этим и объясняется возрастание удельного сопротивления копанию угля (горной массы) при уменьшении площади снимаемой стружки (равно и теоретической производительности экскаватора). Для снижения энергозатрат на экскавацию степень дробления угля должна быть минимальной, но при условии соблюдения заданной кусковатости.

Поэтому на экибастузских разрезах для добычных работ наиболее целесообразно применение роторных экскаваторов теоретической производительностью не менее 1250 м³/ч.

Для оценки динамики процесса копания угля были определены коэффициенты динамичности (отношение среднемаксимального значения нагрузки к математическому ожиданию ее на данном интервале) и неравномерности (отношение среднемаксимального значения к среднеминимальному ее значению на данном интервале) нагрузки на ковш по касательной составляющей сопротивления копанию, значения которых приведены ниже.

Угольные пласты:	Коэффициент динамичности	Коэффициент неравномерности
1 и 2	1,4 - 1,6	2,2 - 3,0
3	2,1 - 2,4	2,7 - 5,4

Коэффициенты динамичности и неравномерности процесса копания угля пласта 3 в 1,5 раза больше по сравнению с пластами 1 и 2, что объясняется более сложным строением угольного пласта 3, который вмещает значительное количество (до 200) крепких породных

прослойков. Оработка пласта 3 связана, как правило, с резким увеличением пиковых нагрузок на приводах ротора и поворота, а следовательно, и возрастанием коэффициентов динамичности и неравномерности процесса копания угля.

Для прогнозирования удельных сопротивлений копанию на невоскрытых горизонтах необходимо установить взаимосвязь между этим показателем и физико-механическими свойствами горных пород. Физико-механические свойства экибастузского угля и вскрышных пород ранее изучались по кернам институтом ВНИМИ, Карагандинским политехническим институтом, а также Центрально-Казахстанским геологическим управлением. Дополнительное исследование физико-механических свойств угля и коренных пород вскрыши было выполнено институтом «УкрНИИпроект» с участием Майкаинской комплексной геологоразведочной экспедиции (бурение скважин и выемка кернов), а также экспедицией «Карагандауглеразведка».

Некоторые данные по физико-механическим свойствам экибастузского угля невоскрытых горизонтов приведены в табл. 6.

Таблица 6.

Глубина, м	Плотность г/см ³	Сопротивление одноосному сжатию, МПа	Сопротивление растяжению, МПа	Сцепление в куске, МПа
0-100	1,46	10,0	0,8	7,0
100-200	1,49	24,7	1,5	7,4
200-300	1,6	25,4	2,3	7,4
300-400	1,51	26,0	2,4	7,4
400-500	1,51	27,4	2,7	7,4
500-600	1,62	28,0	3,6	7,4
600-700	1,7	28,5	5,4	7,4

С целью увеличения объема исходных данных были использованы также результаты экспериментальных исследований по углю Азейского месторождения, проведенных институтом «УкрНИИпроект».

Анализом установлено равномерное нарастание удельного сопротивления породы копанию K_F при увеличении ее сцепления в куске C_K , (либо в массе C_M), что указало на наличие линейной корреляционной зависимости между K_F и C_K (C_M). В расчетах предпочтение было отдано сцеплению в куске, т.к. этот показатель можно опреде-

лить по кернам до вскрытия пласта (горизонта), а коэффициент структурного ослабления $\left(\frac{C_M}{C_K}\right)$ с глубиной практически не изменяется.

Накопленным опытом эксплуатации роторных экскаваторов установлено, что машины с теоретической производительностью 630 и 1250 м³/ч обеспечивают максимальный размер куска до 300 мм, 2500 м³/ч - до 500 мм и 5000 м³/ч и выше - до 700 мм. Для обеспечения требуемой ГОСТом кусковатости угля (300 мм) рабочие органы современных добычных роторных экскаваторов зачастую снабжаются вспомогательными режущими элементами, что влечет за собой увеличение K_F . Следовательно, заданная кусковатость накладывает ограничения на расчетные формулы.

С целью установления взаимосвязи между K_F , C_K и Q_T с учетом допустимой кусковатости угля был выполнен многофакторный корреляционный анализ, а результате которого получены выражения для количественной взаимосвязи между указанными параметрами.

Выражения имеют следующий вид при допустимом максимальном размере куска до 300, 500 и 700 мм, соответственно:

$$K_F = 5 + 0,15 C_K + \frac{40}{Q_T} (50 + C_K);$$

$$K_F = 4 + 0,11 C_K + \frac{60}{Q_T} (50 + C_K);$$

$$K_F = 3 + 0,10 C_K + \frac{70}{Q_T} (50 + C_K);$$

Значения индекса корреляционного отношения, характеризующего тесноту множественной корреляционной связи в этих выражениях, соответственно, равны 0,78; 0,84 и 0,89. Коэффициент вариации экспериментальных значений K_F относительно расчетных, полученных по приведенным формулам при одних и тех же исходных данных, не превышает 15%.

Полученные данные удельного сопротивления копанию, установленная корреляционная взаимосвязь между K_F , C_K (C_M) и Q_T и показатели сцепления угля не вскрытых горизонтов позволили сделать оценку сопротивляемости экибастузского угля разработке роторными экскаваторами с учетом глубины залегания пласта, класса экскаватора по производительности и допустимой кусковатости (табл. 7).

Таблица 7

Глубина залегания, м	Сцепление в куске, МПа	Теоретическая производительность роторного экскаватора, м ³ /ч	Удельное сопротивление копанию, МПа		
			при размерах кусков, мм		
			300	500	700
50 - 100	7,0	630	2,3		
		1250	1,9		
		2500	1,7	1,4	
		5000 - 10000	1,7	1,3	1,2
		630	2,4		
100 - 700	7,4	1250	2,0		
		2500	1,8	1,5	
		5000-10000	1,7	1,4	

Полученные результаты позволяют обоснованно подойти к выбору параметров роторных экскаваторов, обеспечивающих эффективную разработку экибастузского угля.

Глава III. Осушение разрезов

§ I. Гидрогеологическая характеристика бассейна

На площади экибастузской мульды геолого-гидрогеологическими исследованиями выделены несколько горизонтов подземных вод (снизу вверх):

- подземные воды зоны открытой трещиноватости эффузивных пород верхнего ордовика;
- водоносный комплекс пород фаменского яруса верхнего девона;
- подземные воды комплекса пород нижнего и среднего карбона;
- воды спорадического распространения в отложениях верхнего палеогена;
- грунтовые воды четвертичных отложений.

Подземные воды зоны открытой трещиноватости эффузивных пород верхнего ордовика в обводнении угольных разрезов практически участия не принимают.

Водоносный комплекс пород фаменского яруса верхнего девона, распространенный в известняках и песчаниках, делится на два подгоризонта.

Верхний подгоризонт (кремнистые закарстованные известняки), характеризующийся наибольшей водообильностью и незначительной минерализацией, долгие годы использовался в качестве источника временного водоснабжения строившегося города Экибастуза, водозаборные скважины имели дебит до 25-30 м³/ч.

Нижний подгоризонт (более монолитные кремнистые известняки) имел меньшую водообильность.

В целом влияние этого водоносного комплекса с двумя подгоризонтами на обводнение разрезов незначительно. Частичная разгрузка происходит в местах его вскрытия выездными траншеями.

Подземные воды комплекса пород нижнего и среднего карбона являются определяющими в обводненности разрезов. По условию залегания, питания и характеру циркуляции они относятся к трещинно-пластовому типу, водосодержащими породами являются трещиноватые известняки, песчаники, угли, углистые аргиллиты и алевролиты.

По всей мульде характерна наибольшая трещиноватость карбоновых отложений до глубины 40-50м, в угольных пластах она прослежи-

вается на большую глубину. В целом трещиноватость и обводненность карбоновых отложений с глубиной уменьшаются.

Средние значения коэффициентов фильтрации угольных пластов изменяются в поле разреза «Северный» в интервалах глубин до 200 м в пределах 2,18 - 0,02 м/сут., в поле разреза «Богатырь» до глубины 185 м они составляют 1,12 м/сут. Высокая водообильность и водопроницаемость пород этих участков связаны в основном с более высокой тектонической нарушенностью и трещиноватостью углистых пород.

По условиям взаимосвязи водоносных горизонтов, влияния обводненности на ведение горных работ и формирования притоков воды в разрезы среди толщи карбоновых отложений выделяются три подкомплекса водоносных пород: подугольных отложений Ашлярикской свиты (лежачего бока); продуктивных отложений Карагандинской свиты (пластов угля); надугольных отложений Надкарагандинской свиты (висячего бока).

Подугольная толща представлена снизу водоносными известняками, переслаивающимися с песчано-глинистыми породами кассинских и русаковских слоев турнейского яруса нижнего карбона, сверху - маловодообильными песчаниками и аргиллитами. Водоносность подугольных пород с глубиной резко уменьшается. Подземные воды подугольной толщи влияют на обводнение разрезов в основном в местах вскрытия их бортами выездных траншей. Разрезные траншеи обводняются в зонах тектонических нарушений. Подземные воды подугольной толщи пород в основном безнапорные, уровень их в естественных условиях находился на глубине 12-18 метров от поверхности. До начала вскрытия угольных пластов разгрузка подземных вод осуществлялась в озера Экибастуз и Карабиданк, в настоящее время она осуществляется бортами разрезных и выездных траншей, а также подземными горными выработками. Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Продуктивная толща, состоящая из угольных пластов 1,2,3, 4,5 и разделяющих их углистых аргиллитов, наиболее водообильна. Это обусловлено значительной трещиноватостью их, особенно в верхней части. На полях №№ 1,2,3 такая зона прослеживается до глубины 50-80 м со средним коэффициентом фильтрации 0,8 - 1 м/сут., на полях №№ 5,6 - до глубины 80-100 м при среднем значении коэффициента фильтрации 1,46 м/сут.

Основные притоки в действующие разрезы формируются главным образом за счет сработки статических запасов подземных вод, приуроченных в основном к зонам тектонических нарушений и выветрелой зоне угольных пластов. По мере удаления от поверхности породы Карагандинской свиты обводнены слабее и характеризуются в юго-западной, южной и юго-восточной частях мульды значениями коэффициента фильтрации от 0,05 до 0,1 м/сут.

Условия питания и накопления подземных вод в целом по бассейну обусловлены засушливым климатом района и малым количеством осадков; пополнение вод происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков в местах, где коренные породы обнажены и имеют густую решетку трещиноватости.

Питание водоносного горизонта осуществляется главным образом в северно-восточной и восточной частях мульды, а также на площадях водосбора озер Экибастуз и Карабидаик. Источниками питания подземных вод являются также зоны перемятий. До начала разработки бассейна областью разгрузки этих вод было озеро Экибастуз, в настоящее время она осуществляется горными работами и подземными дренажными выработками, на что указывает интенсивный приток по простиранию угольных пластов, подрезанных выездными и разрезными траншеями. Породы надугольной толщи маловодобильны.

Воды спорадического распространения в отложениях верхнего палеогена имеют место на небольших по площади линзообразных участках, сложенных песками и галечниками третичного возраста мощностью 0,4 - 0,6 м. Запасы вод очень ограничены, пополнение их происходит за счет атмосферных осадков, временных паводково-ливневых водотоков. Визуальными наблюдениями установлено, что в районе западного борта (поля №№1,2) они пополняются за счет утечки воды с нагорной канавы. Разгрузка воды явно выражена на первом уступе стационарного борта на границе полей №№ 1 и 2.

Грунтовые воды четвертичных отложений приурочены к бурым суглинкам, супесям, дресве и песчаным глинам. Глубина залегания их не превышает 6-8 м, запасы вод ограничены. В обводненности разрезов прямого участия они почти не принимают. Однако на северном торце поля № 1 и в районе антиклинальной складки полей №№ 5 и 6 грунтовые воды, приуроченные к отложениям логов и озер,

участвуют в питании водоносных горизонтов всех коренных пород. Увеличение влияния их будет расти по мере нарушения естественно-го режима подземных вод горными и дренажными работами.

Морфологии озер, их режим и водосборы имеют большое значение для оценки гидрогеологической обстановки Экибастузского бассейна в целом. Поэтому несколько слов об озерах, расположенных на площади бассейна. Постоянная гидрографическая сеть в пределах Экибастузского бассейна отсутствует. Основным элементом временной гидрографической сети являются короткие и слабо выраженные в рельефе лога, входящие в бессточные и солеосадочные или пересыхающие озера. В каждое из таких озер-водосборов входят 2-3 лога длиной до 2-4 км. Исключением является входящий в озеро Карабидаик лог Элемес, имеющий относительно большую водосборную площадь. На площади бассейна расположены два озера, пересекающие угольные пласты: Экибастуз и Карабидаик.

Озеро Экибастуз имеет площадь 3,5 км². Отметка дна его +171,5м. По гипсометрическому положению оно занимает самую глубокую впадину. Слой горько-соленой воды в озере не более 0,3 - 0,5 м, в засушливые годы он снижается до 0,1 м. Площадь водосбора около 100 км². На площади озера размещается часть поля № 12.

Озеро Карабидаик охватывает участки полей №№ 9 и 10. Оно представляет собой бессточную котловину со слабо выраженными пологими берегами. Площадь водной поверхности в период его наполнения составляет около 7 км². Озеро Карабидаик является типичным для большинства мелководных пересыхающих озер Центрального Казахстана, степень наполнения которого зависит целиком от количества выпадающих атмосферных осадков и величины стока паводковых вод с площади водосбора и впадающего в него лога Элемес. Глубина озера колеблется в пределах 0,9-1,5м. Абсолютная отметка дна озера +190 м. Средний запас воды в период наибольшего наполнения озера составил около 7 млн. м³. Собственный водосбор озера на всей площади невелик - около 45 км², не считая самой котловины.

Общая величина притока воды в разрезы обусловлена статическими и динамическими запасами и инфильтрацией атмосферных осадков. Значения объемов поступления воды, определенных по методу водного баланса, в конечном виде приведены ниже.

Величина водопритоков м ³ /ч за счет			
динамических запасов	сработки статических запасов	инфильтрации атмосферных осадков	Всего
Поля №№ 1,2,3 (разрез «Северный»)			
74	61	57	192
Поля №№ 5,6 (разрез «Богатырь»)			
30	150	15	195

Обводненность экибастузских разрезов зависит от степени обнаженности коренных пород, литологического состава вмещающих пород и их водопроницаемости, тектоники и изменения водообильности с глубиной горных выработок.

Воды карбоновых отложений экибастузской мульды - высокоминерализованные, соленые и горько-соленые. Минерализация достигает 80 г/л и более. Анализ проб дренажных вод свидетельствует о сульфатной агрессивности подземных вод не только по отношению к обычному, но и к сульфатостойкому бетону на портландцементе. По содержанию гидрокарбонат-иона воды обычно не агрессивны для любых марок цемента.

Подземные воды угольных пластов имеют высокое содержание хлор-иона (до 40 и даже 100 г/л). Как известно, ионы хлора разрушают защитную окисную пленку некоторых металлов и в особенности алюминия, что способствует дальнейшему окислению их. Корродирующие свойства хлор-иона проявляются на водопроводных трубах, насосах и др. металлических конструкциях.

По содержанию солей магния подземные воды слабо агрессивны к обычным песчано-пуццолановым и шлаковым портландцементам. По содержанию водородных ионов (6,79 - 8,2 г/л) подземные воды отложений карбона не являются агрессивными, однако в паводковый период склонны переходить из нейтрального состояния в слабокислое, вызывая коррозию металлических конструкций и машин.

Кислотные шахтные воды имеют сложный состав, их агрессивные свойства зависят не только от наличия серной кислоты, но и от сульфата железа, магния, алюминия и др. Для снижения кислотности шахтных вод можно применять нейтрализацию воды при помощи негашеной извести, которая, взаимодействуя с серной кислотой, образует сернокислый кальций. Для защиты трубопроводов следует

применять неметаллические покрытия (кислотоупорный цемент, резина и др.). Из металлов, обеспечивающих создание защитных пленок, наибольшего внимания заслуживают хром в железных сплавах и алюминий в бронзовых сплавах. При изготовлении бетона для насосных камер и водосборников на шахтах с агрессивными шахтными водами следует применять кислотоупорный цемент.

По величине твердой котельной накипи воды угольных отложений экибастузской мульды не пригодны для питания паровых котлов.

В процессе освоения бассейна определилась не только метановая газоносность угольных пластов, но и её зависимость от гидрогеологических условий. Для всех пластов характер нарастания газоносности с глубиной одинаковый, выражаемый гиперболической кривой. Наиболее интенсивный рост газоносности происходит на глубине 100-200 м от поверхности метановой зоны, затем он снижается до 2-1 м³/т горючей массы на 100 м погружения по вертикали. В центре мульды газоносность угольных пластов не превышает 20 м³/т горючей массы.

Установлено, что пласт 3 дегазирован глубже, чем пласт 2, а пласт 2 - глубже, чем пласт 1. В том же направлении снижается газоносность пластов, это явление, противоречащее общей закономерности, объясняется, по-видимому, тем, что Экибастузский угольный бассейн - полуоткрытого типа, и процесс дегазации угленосной толщи происходит почти беспрепятственно, ибо покровные отложения не являются экранирующими и не препятствуют свободной миграции газов к дневной поверхности. Кроме того, на дегазацию пластов оказывает несомненное влияние разработка их открытым способом.

Гидрогеологические условия также существенно влияют на газоносность угольных пластов, так как перемещение газа в них осуществляется в значительной мере с помощью воды. Если вблизи угольного пласта или непосредственно в его кровле залегает водоносный горизонт, то этот пласт, как правило, дегетанизирован: подземные воды при условии их циркуляции дегетанизируют угленосную толщу. Изменение гидрогеологического режима нарушает и газовое равновесие, что и приводит к перемещению газа.

Глубина залегания верхней границы метановой зоны пластов зависит от углов падения и инфильтрационных свойств угольной толщи на крыльях мульды и изменяется от 70 до 315 м.

Химизм вод может служить индикатором для опознания газовой зоны и, наоборот, газовая зона способствует определению химического состава подземных вод.

Основная масса газа, заключенная в угольной толще, приурочена к антиклинальным структурам и к зонам флюксообразных (коленчатобразных) нарушений. Наиболее газовыми участками являются гребни антиклиналей, к которым газ перемещается по пласту или по трещинам нижних горизонтов.

Нарушения дизъюнктивного (разрывного) характера, достигающие поверхность, приводят к деметанизации целых зон. Тектонические нарушения, совпадающие с простиранием основных складок и угольных пластов, в большинстве случаев являются закрытыми и наиболее газоносными.

§ 2. Способы осушения угольных разрезов

Под осушением карьерного поля обычно понимают комплекс мероприятий по задержанию и отводу подземных и поверхностных вод и устранению негативного влияния их на разработку месторождения в целях обеспечения безопасных условий ведения горных работ, устойчивой работы горно-транспортного оборудования, необходимого снижения влажности угля или предотвращения дополнительного увлажнения его, повышения устойчивости пород в откосах бортов и отвалов, а также в подошве разреза.

Этим термином охватываются также все процессы снижения уровней подземных вод и постепенного истощения водоносных горизонтов, связанных с проведением указанных мероприятий.

Понятию «осушение» равнозначно широко применяемое понятие «дренаж».

В практике открытых горных работ различают подземный и поверхностный способы осушения разрезов. Поверхностный способ включает в себя открытый водоотлив, вертикальный дренаж водопонижающими скважинами, горизонтальный дренаж с помощью горизонтальных дрен (скважин) и траншей; при этом каждый из них может служить самостоятельным способом осушения.

По времени проведения осушительных мероприятий относительно горных работ дренаж может быть опережающим, параллельным и совмещенным (комбинированным).

Выбор способа и средств осушения обычно решается проектными и научно-исследовательскими институтами на основе технико-экономического анализа различных вариантов, включающих расчеты удельных капитальных затрат, себестоимости добычи угля и производительности труда, а также устойчивости бортов и отвалов, влажности угля, с учетом климатических и других особенностей района месторождения.

Наиболее распространенным на угольных разрезах восточных районов СНГ является поверхностный способ осушения.

Водопонижающие скважины, как известно, рекомендуется применять при относительно высокой водопроницаемости осушаемых пород. Они наиболее эффективны в безнапорных водоносных горизонтах при мощности их не менее 10 м и коэффициенте фильтрации водонасыщенных пород более 1-3 м/сут. и в напорных горизонтах - при меньших мощностях водоносных слоев и коэффициентах фильтрации, но не менее 0,5 м/сут.

Достоинства данного способа осушения: капитальные затраты ниже, чем на сооружение подземной дренажной системы; варьирование места и времени заложения скважин; относительно быстрый ввод в эксплуатацию скважин, что очень важно в первый период освоения месторождения, а также водопонижение на отдаленных (от дренажной системы) участках; охрана откачиваемых вод от загрязнения и использование их для целей водоснабжения прилегающего района.

В то же время применение водопонизительных скважин ограничивается существенными недостатками этого способа осушения. Основные из них: малая эффективность при использовании в сравнительно слабопроницаемых породах; возможность пескования скважин, малая их водозахватная способность, особенно в случае глинизации призабойной части в процессе бурения; необходимость содержания большого числа работающих насосов, часто выходящих из строя из-за низкой их надежности; содержание многочисленного рабочего персонала.

Несовершенство применяемых технических средств и способов оборудования скважин в последние годы стало фактически тормозом на пути внедрения одного из эффективных способов осушения угольных месторождений - водопонизительными скважинами. На его

применение накладывают некоторые ограничения ещё и суровые климатические условия.

В то же время использование некоторых прогрессивных решений позволяет значительно повысить эффективность и расширить область применения осушения разрезов водопонижительными скважинами. Среди них: бурение скважин с обратной всасывающей промывкой, что исключает глинизацию стенок скважин буровым раствором; большой диаметр (до 900 - 1200 мм) скважин, высокая скорость бурения их; использование по опыту Германии неметаллических фильтров (гравийных, керамических и др.); повышение качества глубинных (погружных) насосов.

Горизонтальные скважины применяются в основном при осушении рыхлых обводненных пород с целью исключения фильтрационных деформаций призабойной зоны и угольных пластов в этой зоне, снижения влажности угля и предотвращения его смерзаемости, при необходимости снижения напоров подземных вод в лежащем боку месторождения для предотвращения прорывов воды и обеспечения устойчивости борта разреза.

Горизонтальные скважины представляют собой самотечные дрены, которые проходят с основания уступа у подошвы водоносного горизонта с уклоном 0,003. Длину скважин на рабочих уступах обычно принимают в 1,5 - 2 раза больше ширины заходки экскаватора, на нерабочих бортах - исходя из необходимости перехвата основного фильтрационного потока за расчетной линией оползания (обрушения) уступа.

Однако область использования горизонтальных скважин ограничивается относительно маломощными водоносными горизонтами, низкими фильтрационными свойствами водонасыщенных пород, а также суровыми климатическими условиями района месторождения.

Открытый водоотлив, как самостоятельный способ осушения разрезов, целесообразно применять, когда высачивание подземных вод непосредственно в откосах бортов разрезов не вызывает деформаций их бортов, не осложняет ведение горных работ, не ухудшает качество добываемого угля; снижение уровня подземных вод при этом производится самим разрезом в процессе ведения горных работ. Основными устройствами при открытом водоотливе являются горизонтальные дрены (канавы) на бермах уступов и подошве разреза.

Не следует забывать, что вытекающие на откосы бортов разрезов подземные воды увлажняют уступы, особенно если они сложены глинистыми породами, вызывают их размокаемость и снижают проходимость горно-транспортных машин, вследствие чего разрезы испытывают значительные трудности при ведении горных работ.

При открытом водоотливе на отдельных разрезах при определенных условиях имеют место случаи неорганизованного стока воды с рабочих площадок уступов или частичного затопления выработанного пространства. В связи с этим управление сбросом высачивающихся подземных вод на разрезах требует четкой и своевременной организации работ по устройству на площадках уступов и в выработанном пространстве водоотводных канав, обеспечивающих постоянный их сток к водосборникам, что не всегда увязывается с горными работами. Кроме того, высачивающиеся в откосах бортов разреза подземные воды, обогащаясь по пути к водосборникам взвешенными частицами, загрязняются, вызывая необходимость создания специальных водоемов-отстойников.

В условиях сурового климата высачивание подземных вод на откосы приводит к скоплению их на рабочих площадках уступов и к образованию мощных наледей на откосах и у их основания, что осложняет ведение горных работ.

Поэтому область применения открытого водоотлива в настоящее время ограничивается в основном месторождениями с относительно устойчивыми скальными и полускальными горными породами, высокими фильтрационными свойствами водонасыщенных пород и районами с умеренным климатом. Открытый водоотлив может применяться также на месторождениях, сложенных слабообводненными песчано-глинистыми породами, при небольших глубинах залегания и мощности дренируемого водоносного горизонта.

На разрезах угольных месторождений востока б. СССР открытый водоотлив применяется как основной (разрез «Назаровский» в Сибири, разрезы «Широкий», «Новорайчихинский», «Юго-Западный» и «Северо-Восточный» на Дальнем Востоке), так и в сочетании с другими способами осушения (разрез «Кумертауский» в Башкирии, разрез «Южный» на Северном Урале, разрезы «Сибиргинский» и «Кедровский» в Кузбассе).

Одним из способов защиты разрезов от притоков подземных вод являются барражные или противифльтрационные завесы, которые

сооружаются из водонепроницаемого материала на пути движения подземных вод к горным выработкам. Их применение способствует обеспечению естественного уровня подземных вод на прилегающей к разрезу территории (за контуром горных выработок) на весь срок эксплуатации разреза.

Однако в силу ряда причин и прежде всего значительных трудоемкости и стоимости сооружения завес они на угольных разрезах практически не применяются.

Подземный способ осушения полей разрезов наиболее целесообразно применять в тех случаях, когда: толщина водоносных отложений, залегающая на глубине более 100-150 м, имеет несколько разделенных друг от друга водонепроницаемыми породами горизонтов; водоносные отложения характеризуются незначительной водопроницаемостью; водонасыщенные породы (комплексы) залегают наклонно; имеются поверхностные водоемы, питающие подземные воды; необходимо снизить напоры подземных вод в подстиляющих уголь породах.

Стволы и околоствольные выработки дренажных шахт обычно закладываются в местах понижения пласта со стороны нерабочего, а при горизонтальном залегании пласта и со стороны рабочего борта сроком на 10 - 15 и более лет. Дренажные выработки (штреки, квершлагги) проходятся с уклоном к водосборнику по возможности по почве (или ближе к почве) дренируемого пласта. Для осушения пород, лежащих выше штрека (квершлага), применяются сквозные или забивные фильтры, сеть которых определяется гидрогеологическими особенностями осушаемых пород. Для снятия столбов воды между сквозными фильтрами применяются восстающие скважины, а на сильно обводненных участках бурятся кусты восстающих скважин.

Подземные воды по выработкам стекают к центральному водосборнику и насосами откачиваются на поверхность.

Достоинствами подземного способа осушения являются: возможность наиболее полного осушения водоносных отложений; непрерывность работы (круглогодичное) осушительных устройств по существу в любых климатических условиях; возможность значительного повышения эффективности осушения (без существенных дополнительных затрат) путем увеличения числа осушительных устройств и интенсификации их работы; обеспечение необходимого опережения осушения при углублении (подвигании) фронта горных работ;

высокая степень централизации водоотлива, что особенно необходимо при большой глубине разработки и наличии нескольких водоносных горизонтов; простота в организации водоотлива на разрезе; высокая надежность осушения; относительно низкая в некоторых случаях эксплуатационная стоимость.

К основным недостаткам подземного способа осушения обычно относят: большую трудоёмкость и длительность работ по проходке стволов дренажных шахт и сети подземных дренажных выработок (штреков, квершлагов); значительные капитальные затраты на сооружение подземной системы дренажа; необходимость поддержания в течение продолжительного времени подземных дренажных выработок; относительно высокие затраты на поддержание выработок.

Подземный способ осушения с успехом использовался или используется в настоящее время на разрезах «Ирша-Бородинский» и «Назаровский» в Сибири и разрезе «Кумертауский» в Башкирии. Однако наиболее эффективное применение подземный способ осушения нашел при разработке Экибастузского каменноугольного бассейна.

§ 3. Выбор способа осушения экибастузских разрезов

Величина притока воды, характер поступления ее в горные выработки, химизм и некоторые другие свойства воды обуславливаются в первую очередь природными условиями, которые иногда изменяются в результате человеческой деятельности. Правильно наметить и осуществить мероприятия по борьбе с водой можно лишь при условии надлежащей изученности природной гидрогеологической обстановки района с учетом ее изменения под воздействием горных работ и водоотлива.

Технология разработки продуктивной толщи с использованием мощных роторных экскаваторов и транспортировка угля из забоев железнодорожными вагонами диктуют необходимость сооружения на экибастузских разрезах опережающего дренажа как для добычных, так и для вскрышных уступов.

Параллельный дренаж, иными словами, открытый способ осушения не позволяет осушить добычные горизонты ниже уровня разрабатываемых отметок, в связи с чем создаются трудности при производстве горных работ: ослабляется прочность пород в обводненной час-

ти уступа, появляются оползни на контактах пород; зимой уголь, загруженный в железнодорожные вагоны, смерзается; на уступах образуются наледи; появляются деформации железнодорожного полотна, растут сходы подвижного состава.

Осушительные мероприятия на разрезе «Северный», который первым начал освоение Экибастузского бассейна, сначала проводились по двум направлениям: а) осушение продуктивной толщи при помощи подземных дренажных выработок, пройденных вкост простирающихся пород; б) осушение продуктивной и надпродуктивной толщ при помощи водопонижающих скважин, оборудованных глубинными насосами.

В соответствии с проектом института «Карагандагипрошахт» (1948г.) на разрезе «Северный» была сооружена подземная дренажная система первой очереди осушения. Площадки дренажных шахт располагались на нерабочем борту за пределами зоны взрывных работ, а стволы и рудворы - в устойчивых породах-песчаниках. В поле № 1 было пройдено три шахтных ствола глубиной 53 - 58 м с тремя квершлагами общей длиной 1702 м, а в поле № 2 - два ствола 80 и 90 м с двумя квершлагами протяженностью 1072 м.

На каждый из квершлагов, пересекавших пласты 1, 2, 3, были пробурены специальные водоотливные скважины, оборудованные для откачки воды на поверхность артезианскими насосами АТН-8 и АТН-14. Кроме того, в каждом рудворе были установлены насосы производительностью по 100 м³/ч.

В поле № 3 пройдено два ствола (наклонный и вертикальный) глубиной 109 и 102 м с двумя квершлагами длиной 1149 м и соединяющим их штреком протяженностью 975 м.

Штрек и квершлагы пройдены с уклоном в сторону рудвора наклонного ствола, откуда вода откачивалась на поверхность насосами 8МС-7 производительностью по 320 м³/ч. По трассе горизонтальных выработок с поверхности были пробурены вертикальные дренажно-вентиляционные скважины, по которым вода стекала в эти выработки.

Откачиваемая из дренажных шахт вода через нагорную канаву поступала в соленое озеро Туз.

Общий приток воды по всей дренажной системе составлял 360-560 м³/ч.

В связи с небольшой глубиной заложения подземной дренажной системы, где встречалась зона трещиноватости угля, угольные пласты осушались сравнительно хорошо, и в добычных забоях вода отсутствовала.

Однако породы всячего бока рабочего борта практически не дренировались, и на протяжении ряда лет в забоях вскрышного горизонта +170 м действовали рассредоточенные источники с суммарным дебитом до 15-20 м³/ч. Перепад уровней подземных вод в продуктивной толще и надугольных породах постоянно возрастал, достигая десятки метров.

В связи с этим и наличием в аргиллитово-алевролитовой толще «мыльных» хлоритизированных прослоек, переходящих под воздействием воды в полупластичное состояние, на рабочем борту имели место оползни.

В 1957 году в связи с реконструкцией угольного разреза проектной конторой треста «Союзшахтоосушение» разработан проект осушения разреза с помощью водопонижающих скважин, оборудованных артезианскими насосами АТН-8 и АТН-10. На рабочем борту разреза было пробурено 12 скважин диаметром 800 мм глубиной по 300 м с интервалом между ними 200-250 м. В качестве фильтров использовались перфорированные трубы. С помощью скважинного понижения намечалось осушить угольную толщу и надугольные породы до отметки +130 м. Для наблюдения за эффектом осушения были пробурены 14 наблюдательных скважин отдельно на водоносные горизонты угольной толщи и пород всячего бока.

За период с марта по декабрь 1959 года откачено из водопонижающих скважин 721 тыс.м³ (в среднем 100 м³/ч) при одновременной работе от 2 до 9 насосов. При этом из 12 скважин 4 имели производительность от 10 до 30 м³/ч, а 8 оказались практически безводными. Попытка увеличить производительность малodeбитных скважин торпедированием успеха не имела.

Снижение уровня подземных вод на участке рабочего борта разреза (по наблюдательным скважинам), составившее 3,8 - 11,7 м в угольной толще и 19,2 - 36,4 м во вмещающих породах, сопровождалось заметным снижением водоотдачи массива и уменьшением производительности скважин. Так, в июле 1959 года средняя производительность скважин была 223 м³/ч, в августе снизилась до 109 м³/ч, в декабре - до 30 м³/ч.

В связи с резким снижением дебита скважин до 10 - 20 м³/ч и эффекта осушений массива скважинами водопонижение было прекращено. Предложение по повышению густоты скважин, что должно было, по мнению проектировщиков, повысить эффективность этого способа осушения, не было принято. При интенсивной отработке рабочего борта вскрышными уступами пришлось бы непрерывно демонтировать и вновь оборудовать скважины и всю систему водоотлива, что в условиях сурового климата очень трудоемко, связано с большими простоями горно-транспортного оборудования, нарушением ведения горных работ (особенно при взрывании).

Опыт осушения разреза «Северный» в первоначальный период освоения бассейна показал, что подземные горные выработки эффективно отбирают воду только в зоне активного выветривания до глубины 50-60 м при условии проходки их вкрест простирания пород; при заложении их на более глубоких горизонтах, где водообильность и водопроницаемость продуктивной толщи и надугольных пород резко уменьшаются, подземные выработки снижают свою активность и даже становятся безводными. Осушение с помощью водопонижительных скважин в условиях Экибастузского бассейна оказалось ненадежным и малоэффективным.

По проекту института «Карагандагипрошахт» для осушения нижних горизонтов до отметки ± 0 м была сооружена дренажная шахта № 1 («Новая»). Горизонтальные выработки, пройденные главным образом по угольной толще, практически оказались сухими. Общий приток по ним не превышал 3-5 м³/ч.

Было замечено, что из старых разведочных и вентиляционных скважин, а также из подсеченных горными выработками на отметке ± 0 м водопонижающих скважин, превращенных в сквозные фильтры, поступление воды в подземные выработки значительно увеличилось, а уровни воды в угольных пластах быстро снижались.

Накопленный опыт осушения показал, что для повышения дренажного эффекта подземной системы осушения гидравлическую связь между отдельными водоносными горизонтами необходимо усилить.

Впервые в мировой практике осушения угольных разрезов в подземных горных выработках дренажной шахты «Новая» поля № 1 в 1965 году были пробурены восстающие скважины. Они бурились станком СБГ-1М из специальных камер, обустроенных в штреках и

квершлагах. Всего было пройдено 6 камер и из каждой пробурено от 6 до 9 скважин веерного расположения. Длина скважин изменялась от 200 до 300 м. Дебит отдельных скважин достигал $5,2 \text{ м}^3/\text{ч}$. В ряде случаев сразу после окончания бурения вода из скважин продолжительное время изливалась струей с расходами 25-30 $\text{м}^3/\text{ч}$. В этот период в поле № 1 наблюдалось быстрое снижение уровня подземных вод, что оказало также заметное влияние на снижение уровня соседнего поля № 2.

Благодаря всем мероприятиям по дренажу уровни подземных вод в пределах разреза снижались в среднем на 5 м в год, что обеспечивало нормальную работу добычных экскаваторов при среднегодовом погружении горных работ 4 м.

Анализ проведенных мероприятий по осушению глубоких горизонтов поля № 1 позволяет утверждать, что обводнение разреза Экибастузского бассейна происходит в основном за счет водоносного комплекса пород карбона, в первую очередь подземными водами продуктивной, а также и надугольной толщ. Подземные воды, заключенные в этих толщах, благодаря чередованию водонепроницаемых пропластков образуют серию водоносных микрогоризонтов, которые характеризуются различной водоносностью, неравномерными, но обычно слабыми фильтрационными свойствами, затрудненной гидравлической взаимосвязью.

Рациональным способом осушения разрезов Экибастузского каменноугольного бассейна является таким образом дренажный комплекс, включающий подземные выработки и систему водосборных (одновременно играющих функцию сквозных фильтров) и восстающих скважин. При этом сквозные фильтры и восстающие скважины, пересекающие все или значительную часть микрогоризонтов, являются основными дренажными устройствами, а подземные горные выработки служат в основном водосборниками.

Открытый дренаж, как самостоятельный и единственный способ осушения, по ранее изложенным соображениям также не может быть приемлем для условий экибастузских разрезов. Правда, институтом «УкрНИИпроект» на первых этапах исследования (1969 г.) предлагалось отказаться от подземного дренажа и перейти на осушение разрезов только открытым водоотливом. Был сделан даже подсчет экономической эффективности этого варианта. Однако при этом не учитывались в полной мере специфика горно-геологических и кли-

матических условий бассейна, технология добычи угля с использованием роторных экскаваторов и подвижного состава, нарастающие мощности (более 50 млн. т угля в год) угольных разрезов.

Поэтому техсовет треста «Иртышуголь», а затем и Минуглепром СССР отклонили эти предложения.

Учитывая возникшие дополнительные трудности с осушением экибастузских разрезов, институт «УкрНИИпроект» в исследованиях на последующих этапах (1979 г.) признал целесообразным проходку дренажных подземных выработок с бурением из них восстающих скважин, а открытый дренаж - вспомогательным способом осушения.

§ 4. Осушение разреза «Северный»

В связи с подработкой горными работами дренажных выработок первой очереди осушения институт «Карагандагипрошахт» совместно с институтом «ЦНИИгоросушение» разработал проект дренажной системы второй очереди.

Система осушения поля № 1, строительство которой осуществлено в 1958 - 1963 годах, состояла из наклонного отвала и комплекса подземных горизонтальных выработок общей протяженностью около 3 км с уклоном 0,005 к водосборнику в руд дворе на гор. ± 0 м. Наклонный ствол (шахта «Новая») заложен в стационарном борту за предельным контуром его разноса на расстоянии 100-150 м он пройден под углом 20-30°, квершлаги - от почвы пласта 3 до кровли пласта 1. В руд дворе сооружена насосная камера с тремя насосами АЯП-300.

Горизонтальными выработками были подсечены все ранее пройденные водопонижающие и вентиляционные скважины с целью использования их в дальнейшем в качестве сквозных фильтров. В процессе проходки и после нее подземные выработки в основном были сухими. Значительное поступление воды было в зонах перемятий, особенно в выработках, вскрывших породы в северной части мульды. По всем вскрытым выработками скважинам поступала вода с довольно значительным притоком. Например, при вскрытии дренажно-вентиляционных скважин № 2 и № 3 водоприток достигал 200 м³/ч. В этот период (сентябрь 1963 г.) дренажная система имела производительность в среднем 311 м³/ч. Для интенсификации осу-

шения было запроектировано несколько кустов по 6-8 восстающих скважин, которые бурились из специально сооруженных камер или непосредственно с подземных горизонтальных выработок. В каждом кусте скважины в плане располагались радиально с углом наклона 30-70° к горизонту (наиболее оптимальным углом подсечки водосодержащих пород). Длина скважин по углу заложения достигла 250-300 м. Скважины бурились станком типа СБГ-ІМ диаметром 100-110 мм без крепления.

Дебит скважин колебался от 1,4 до 30-40 м³/ч. Разница в притоках обусловлена степенью обводненности вскрытых пород, количеством подсеченных водоносных горизонтов. После бурения восстающих скважин в шахте «Новая» приток увеличился на 40-50 м³/ч, а уровень подземных вод за год снизился на 10-12 м. Наибольшее понижение оказалось в зоне влияния кустов восстающих скважин. Гидрогеологически наблюдениями был зафиксирован уровень воды на глубине 40 м от подошвы угольного уступа.

Результаты наблюдений показали, что уровень подземных вод ежегодно снижался на 5-6 м. Дренажная система обеспечивала производство добычных работ в осушенных забоях.

Для осушения полей №№ 2 и 3 разреза «Северный» институтом «Карагандагипрошахт» совместно с институтом «ЦНИИгоросушение» были запроектированы по аналогии с полем № 1 две обособленные подземные дренажные системы с бурением кустов восстающих скважин, а также водосбросных и вентиляционных скважин большого диаметра. Однако, с учетом целесообразности объединения всех разрозненных дренажных систем в единый дренажный комплекс, институтом «Карагандагипрошахт» была спроектирована единая дренажная система осушения полей №№ 1, 2, 3 (рис.8) с учетом максимального использования предусмотренных ранее проектом и выполненных при строительстве осушительных выработок. Дренажным комплексом предусматривалось снижение уровня подземных вод до проектной глубины отработки открытым способом всех полей разреза «Северный», т.е. до горизонта ± 0 м (отметок заложения дренажной системы).

Единая дренажная система способствовала созданию централизованного водоотлива, уменьшению обслуживающего персонала и значительному сокращению эксплуатационных затрат. Кроме осушения, создание разветвленной сети выработок и в особенности

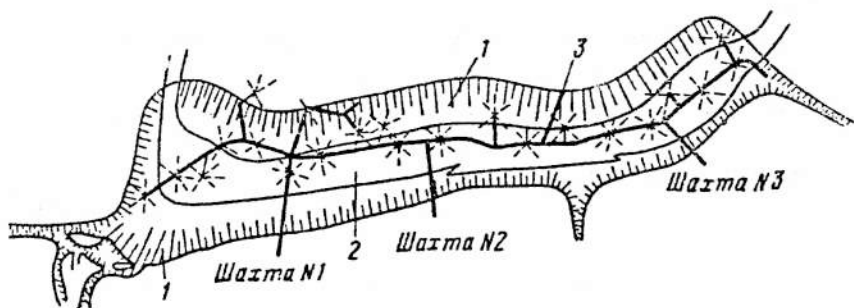


Рис.8. Схема дренажной системы разреза "Северный":

1 - вскрышная порода; 2 - уголь; 3 - подземные дренажные выработки с восстающими скважинами.

проходка ортов давали возможность получения дополнительной фактической информации о геологическом строении продуктивной толщи на нижних горизонтах. Обширные, по сравнению с разведочными скважинами выработки, позволяли производить отбор проб для определения качества углей, использовать их для дополнительного бурения восстающих и водосбросных скважин. Например, с помощью пробуренных из ортов заданных снизу вверх скважин представилось возможным осушить породы Надкарагандинской свиты всяческого бока.

Вскрытие горизонта $\pm 0-15$ м осуществлено с помощью углубки наклонного ствола с горизонта +100 м в поле № 3 и проходки спаренных наклонных стволов, заложенных в стационарном борту примерно в средней части поля № 2. Затем пройден вдоль почвы пласта 3 штрек длиной 900 м, который соединил все выработки горизонта ± 0 м поля №1 с южной границей поля № 3. От него по продуктивной толще до контакта с всячим боком пройдено 8 ортов и два орта в северной части поля № 1. Здесь кроме осушения обводненной замковой части мульды предусматривался сброс (в один из ортов через водосбросную скважину) подземных вод, дренируемых бортами северной выездной траншеи.

Система дренажных выработок предназначена в основном для приема воды из восстающих и водосбросных скважин. Восстающие дренажные скважины бурились из специально сооруженных камер в ортах и с основного штрека. Среднее расстояние между камерами

350-400 м. Всего запроектировано 32 камеры, в том числе 5 резервных на перспективу. Из каждой камеры бурилось по 8 скважин, веерообразно в плане с углами заложения в среднем 30-70°. Длина их по углу заложения составила 200, 250, 300 м. Для сброса собирающейся на уступах (за счет атмосферных осадков и высачивающейся с бортов) воды пройдено 8 перепускных и 5 вентиляционных скважин с использованием их в последующем в качестве сквозных фильтров.

Главная водоотливная насосная станция, расположенная в центральной части действовавшего разреза возле спаренных наклонных стволов и рассчитанная на приток 700 м³/ч, оборудована 6 насосами типа 8МС-7 производительностью по 320 м³/ч и напором 280 м. По произведенному расчету поступление воды после ливней с площади полей 1, 2, 3 разреза «Северный» ожидалось около 553 тыс. м³. Проектом предусмотрена временная аккумуляция этих вод в дренажных подземных выработках с постепенной откачкой их на поверхность. Во избежание подтопления насосных камер в период ливней или паводка предусмотрены водонепроницаемые двери с регулируемым водовыпуском.

При истощении действия любой из дренажных систем предусмотрено их обновление. В связи с этим в период эксплуатации осуществляется ежегодная проходка двух камер и бурение 16-20 восстающих скважин.

От главной насосной станции наклонного ствола № 2 (поле № 2) откачиваемая вода поступает по трубам на поверхность, затем с помощью трубопровода закрытого типа удаляется за пределы мульды в бессточное озеро Туз.

Комплексная дренажная система рассчитана на отработку угольных горизонтов в течение 25 лет. Общая длина выработок составляет 13,4 км. Проходческие работы были начаты в 1964 году и закончены в 1970 году.

В ходе строительства допущено сокращение объема предусмотренных проектом работ. Вместо десяти ортов было выполнено всего 6, причем с меньшими длинами, чем по проекту. Это связано с рассмотрением в Минуглепроме СССР предложений о переходе на поверхностный дренаж.

Невыполнение в полном объеме работ существенно повлияло на увеличение обводненности, особенно на вскрышных уступах и в северной замковой части мульды. В целом сооруженная на горизонте

$\pm 0-15$ м дренажная система обеспечила опережение осушения ниже лежащих угольных уступов примерно на 1-2 года.

За 20 лет дренажными выработками полностью сдренированы статические запасы воды в углях. Приток воды теперь происходит в основном из динамических запасов и атмосферных осадков. На это указывает уменьшение притока воды в подземные выработки и стабилизация коэффициента водообильности. Если в 1968 году приток составлял в среднем $370 \text{ м}^3/\text{ч}$, то к 1985 году он уменьшился до $120 \text{ м}^3/\text{ч}$, т.е. в три раза. Коэффициент водообильности за эти же годы изменился от 0,18 до $0,05 \text{ м}^3/\text{т}$, при этом в период 1979-1985 гг. коэффициент водообильности почти не изменялся и варьировал в пределах $0,08 - 0,05 \text{ м}^3/\text{т}$.

Сработка статических запасов почти до отметки заложения горизонтальных дренажных систем снизил уровень и заметно увеличил уклон подземного потока в сторону выработанного пространства. Если естественный сток тяготел к озеру Экибастуз, то с нарушением естественного режима подземные воды стали двигаться к разрезу; если озеро в силу своего гипсометрического положения являлось областью разгрузки подземных вод, то теперь оно стало терять воду за счет фильтрации через водоносные горизонты в разрезные траншеи. Интенсификация процесса потерь воды с озера все возрастает. Это явление продлится до полного осушения озера при условии отсутствия подпитки его из большого разлома, проходящего по юго-восточной стороне дна.

Почти ежегодно проводятся небольшие по затратам работы по борьбе с подземными водами, высачивающимися в отдельных местах рабочих бортов. Суть их - в организованном и быстром удалении этих вод с уступов с помощью канав и быстротоков и перепуска их на нижележащие осушенные угольные уступы. Кроме того, практикуется сброс воды через водосбросные скважины, пробуренные в подземные выработки. Предусмотрено также бурение наклонных (самоизливающихся) скважин, направленных в сторону рабочего борта, по аналогии со стационарным бортом при снятии гидростатического напора.

В последние годы система осушения на гор. $\pm 0-15$ м на разрезе «Северный» погашается горными работами. Проектом реконструкции этого разреза для осушения более глубоких горизонтов предусмотрена новая подземная система осушения, в комплекс которой

входят подземные выработки, водосбросные скважины, водоотводные канавы и самоизливающиеся скважины (рис. 9).

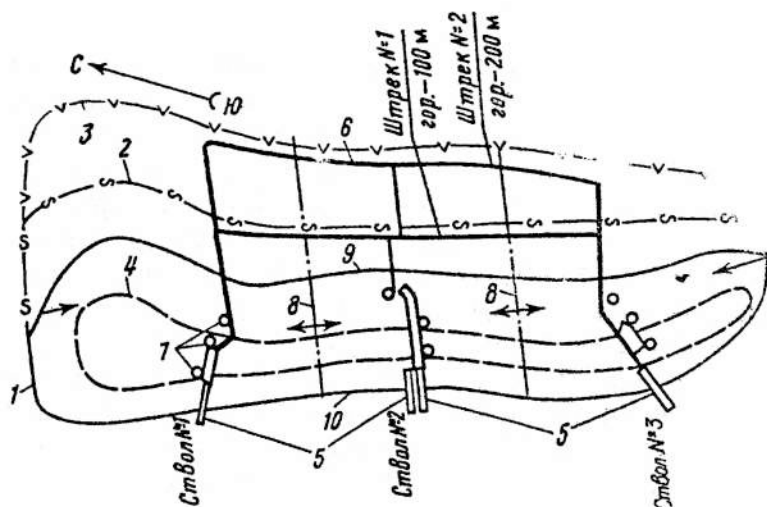


Рис.9. Схема осушения глубоких горизонтов разреза "Северный":

1-3 - контуры разреза по поверхности на момент отработки горизонтов соответственно ± 0 м, - 100 м - 200 м; 4 - контур разреза по дну на момент отработки горизонта ± 0 м; 5, 6 - подземные горные выработки дренажных систем соответственно действующей и проектируемой; 7 - водосбросные скважины; 8 - условные границы водораздела на площади разреза; 9, 10 - соответственно рабочий и стационарный борты.

Осушение рабочего борта надугольной толщи осуществляется с помощью самоизливающихся скважин, которые бурятся станками СБГ-ИМ на рабочих уступах гор. +150, +90 м кустами по 6 шт. (веерообразно) с углами заложения к горизонту 3-15°; диаметр скважин 150 мм, длина до 300 м, расстояние между кустами на уступе 500-600 м. При отработке скважин горными работами бурение их на уступах возобновляется (в проекте - один раз в два года). Вода из самоизливающихся скважин по лоткам перепускается в водосбросные скважины, пробуренные на квершлагги, штреки и околоствольные дворы.

В период эксплуатации разреза в местах высачивания воды бурятся разгрузочные скважины глубиной 20 - 30 м для снятия гидростатического напора с отводом воды в ближайшую водосбросную

скважину с помощью профилированных канав, ливнестоков и ливнесбросов на уступах. Эта же система действует и для отвода воды при паводках и атмосферных осадках.

Подземная дренажная система третьей очереди предусматривает осушение разреза на период его отработки с горизонта ± 0 м до гор. -100 м. Комплекс дренажных выработок состоит из штрека, проводимого в породах висячего бока и частично захватывающего продуктивную толщу на гор. -200 м, и трех квершлага, вскрывающих штрек со стороны наклонных стволов №№ 1, 2, 3. Квершлагги должны пересекать угольные пласты вкрест простирания продуктивной толщи. Горизонт -200 м вскрывается тремя наклонными (или вертикальными) стволами, заложенными в породах лежащего бока. Главная водоотливная установка, оборудованная 3-мя насосами типа 8МС-7, располагается в околоствольном дворе наклонного ствола № 2. Здесь же сооружаются водосборники вместимостью, обеспечивающей 8-часовой нормальный приток воды, который составляет $300 \text{ м}^3/\text{ч}$. Строительство всех дренажных систем предусмотрено с уклоном 0,005 в сторону околоствольного двора ствола № 2. Вода из шахты выдается на поверхность по трубопроводам, проложенным в стволе № 2, и сбрасывается в очистные сооружения, откуда перекачивается в озеро Туз.

Подземная дренажная система четвертой очереди предназначена для осушения разреза на период его отработки ниже гор. -100 м до гор. -200 м. Для этого предусматривается удлинение трёх квершлага гор. -200 м, вскрывших штрек 1 в направлении отработки рабочего борта разреза, и проходка штрека 2. Система дренажа и водоотлива аналогичны третьей очереди. Согласно расчету по гидродинамическому методу прогнозный приток в дренажную систему разреза «Северный» составит на период отработки до гор. -100 м - $600 \text{ м}^3/\text{ч}$., до гор. -200 м - $580 \text{ м}^3/\text{ч}$.

§ 5. Осушение разрезов «Богатырь» и «Восточный»

В поле разреза «Богатырь», расположенном в юго-восточной части бассейна, выделяются те же типы подземных вод, что и на других участках экибастузской мульды. Дренаж их осуществляется также подземным способом. На флангах поля на нерабочем борту пройдены наклонные стволы №№ 1 и 2 до гор. +20 м, околоствольные

дворы, водосборники и насосные камеры на горизонтах +120 и +20 м, на этих же горизонтах пройдены горизонтальные выработки - штреки и орты (рис.10).

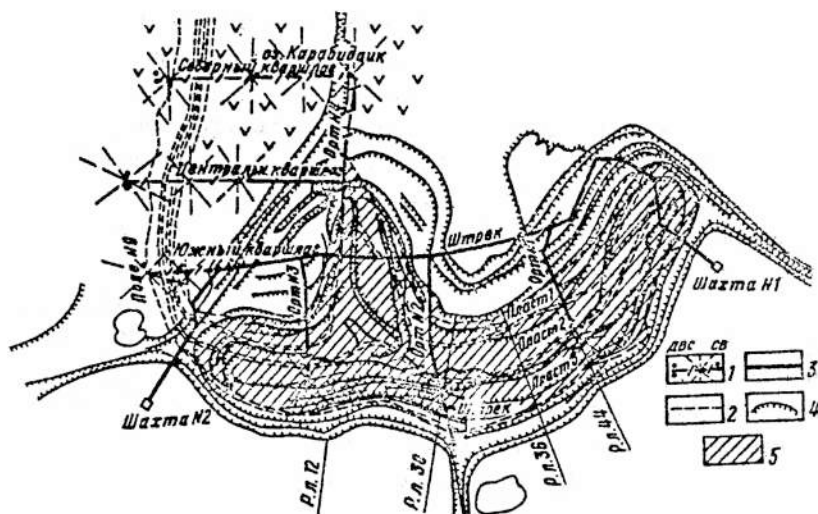


Рис.10. Схема дренажных выработок разреза "Богатырь":

1- дополнительно пройденные выработки (ДВС - дренажно-вентиляционные скважины, ВС - восстающие скважины, СВ - водосборные скважины); 2,3 - подземные выработки соответственно горизонтов +120 и +20 м; 4 - вскрытая порода; 5 - уголь.

Дренажные выработки первой очереди (гор. +120 м) предназначались для осушения горных работ в период строительства и первых 5-8 лет эксплуатации. В настоящее время эти выработки находятся значительно выше добычных горизонтов и используются главным образом для отвода воды с нерабочего борта и частичного осушения примыкающих уступов.

Основной дренаж подземных вод угольной толщи осуществляется выработками второй очереди, пройденными на гор. +20 м по угольным пластам 1, 2, 3. Дренажная система этого горизонта включает западный и восточный дренажные штреки суммарной протяженностью 5000 м, пройденные в основном по пласту 2, а у стволов шахт и в районе антиклинали они вскрывают нижний пласт 3, четыре орта общей протяженностью 4000 м и квершлага длиной 700 м.

Орты 1, 2 и 3 пройдены вкрест простирания пород в направлении от всячего бока к лежащему в сторону нерабочего борта и вскрывают угольные пачки пластов 2 и 3. Микрогоризонты пласта 1 вскрыты частично квершлагом в северо-западной части поля.

В проекте не были предусмотрены мероприятия по осушению пород Надкарагандинской свиты, считавшихся почти неводоносными.

В начальный период эксплуатации разреза процесс осушения угольных пластов протекал весьма эффективно. Спустя два года после сдачи первой очереди разреза, уровни подземных вод находились на отметке +120 м, а нижние угольные забои - на отметках +160м, т.е. выше уровня подземных вод на 40 м. Отбор подземных вод осуществлялся в основном восстающими скважинами, которые пересекали практически все водоносные микрогоризонты, и частично ортами.

Максимальные притоки воды в дренажные выработки, наблюдавшиеся в период интенсивной сработки статических запасов подземных вод (1970 - 1972 годы), достигали 350 м³/ч. По мере сработки статических запасов подземных вод притоки в дренажные выработки уменьшались и к 1980 году достигли уровня динамических ресурсов (120-150 м³/ч).

Примерно через 10 лет от начала ввода в эксплуатацию первой очереди разреза притоки подземных вод колебались от 90 м³/ч в зимнее время до 180 м³/ч в период паводка и ливневых дождей, когда часть поверхностного стока с уступов перепускалась по водопускным скважинам непосредственно в шахту, при среднем значении 124 м³/ч.

Наблюдения показали, что в первый период дренажная система обеспечивала с большим опережением осушение угольных пластов, а также откачку талых и ливневых вод, создавая нормальные условия для ведения работ на добыче угля.

Несколько хуже положение по осушению вскрышных пород. В северо-западной части, в районе антиклинальной складки на горизонтах +160, +170 м вскрышными уступами вскрыты водоносные микрогоризонты Надкарагандинской свиты, представленные 14 угольными пропластками, залегающими выше основных угольных пластов. Влияние на них дренажной системы разреза «Богатырь» отсутствовало. Область питания и распространения этих подземных вод связана с местами выхода их на поверхность, особенно с местами аккумуляции паводково - ливневых вод.

Для производства нормального ведения вскрышных работ были выработаны предложения по созданию сети организованного водоотвода на нижележащие осушенные угольные уступы канавами, трубами или быстротоками. Кроме того, при расширении фронта вскрышных работ и удалении вскрышных забоев от угольных уступов пробурены и бурятся дренажно-водосбросные скважины, осуществляется сброс воды непосредственно в подземные выработки, для чего проведена проходка подземных выработок под дном озера Карабидаик.

Результаты режимных гидрогеологических наблюдений на угольном разрезе «Богатырь» позволяют считать целесообразным использование действующей подземной осушительной системы и в дальнейшем с дополнительной проходкой выработок в местах проявления обводненности угля и пород.

Исключительной особенностью гидрогеологических условий бассейна является наличие большого количества водоносных микрогоризонтов (часто напорного характера), разделенных водонепроницаемыми прослойками алевролитов и аргиллитов. При отсутствии гидравлической связи между отдельными микрогоризонтами малой мощности, низких фильтрационных свойствах водоносных пород осушение разреза может быть обеспечено только при вскрытии дренируемой толщи достаточным количеством рассредоточенных дренажных устройств.

С этой целью для повышения эффективности осушения поля разреза «Богатырь» проведены следующие мероприятия.

Удлинены орты № 1 и № 3 дренажного комплекса гор. +20 м до почвы угольного пласта 3, вскрыты песчаники междупластья, залегающие в кровле пласта 4. С подошвы уступов в районе забоев пробурены по 2 скважины на орты для перепуска ливневых и талых вод к центральному водоотливному комплексу дренажной шахты. В конце ортов заложены кусты из 6 - 8 восстающих скважин для снятия гидростатического напора на нерабочем борту разреза. Кроме того, удлинен на 900 п.м. орт 4, пробурены дренажные и водосбросные скважины для отбора воды из подсеченных ими водоносных микрогоризонтов во вскрышных породах и сброса высачивающейся из вскрышных уступов воды. Предусмотрено заложение кустов восстающих скважин.

В ближайшие годы на разрезе «Богатырь» предусматривается интенсивное развитие горных работ по добыче угля и вскрыши в северо-

западном направлении за счет прирезки полей №№ 9 и 10. Эти участки имеют очень сложное геологическое строение с крутым залеганием пластов и наличием множества разрывных дислокаций. Наиболее надежным способом осушения их может быть только подземный, обеспечивающий вскрытие всех водоносных микрогоризонтов с минимальными затратами, ибо проходка выработок будет проводиться с существующего дренажного комплекса со стороны поля № 5.

Для осушения вскрышных уступов и полей №№ 9 и 10 осуществлена проходка трех квершлагов с сетью восстающих, дренажно-водосбросных и вентиляционных скважин (рис. 10).

Северный квершлаг заложен с северного торца удлиненного орта № 4 в сторону поля № 9 под дном озера Карабидаик. Этой выработкой осушаются как угольные пласты, так и вскрышные породы, лежащие на ложе озера Карабидаик. Длина квершлага до вскрытия предельной границы разноса стационарного борта поля № 9 составляет около 1750 м.

Центральный квершлаг протяженностью до 1200 м является продолжением действующего квершлага с орта № 4. Кроме дренажа центральной части поля № 9 и синклинальной складки между полями № 5 и № 9 эта выработка обеспечивает перенос основных вентиляционных скважин за пределы разноса стационарного борта участка № 9.

Южный квершлаг длиной около 600 м заложен со стороны сопряжения существующего штрека и квершлага наклонного ствола шахты № 2. Он обеспечивает снижение уровня подземных вод в южной части поля № 9 и выездной траншеи участка № 5.

Мероприятия по совершенствованию дренажной системы разреза «Богатырь» не исключают случаев высачивания воды в откосах вскрышных уступов, особенно в северо-западной части в районе озера Карабидаик. Поэтому для обеспечения нормальных условий ведения вскрышных работ в случае высачивания вод они своевременно отводятся самотеком в водосбросные скважины или в нижележащие осушенные угольные уступы, дополнительные дренажные горные выработки предназначены для осушения отдельных участков разреза с ограниченными статическими запасами подземных вод, так как на большей части площади поля основные запасы вод уже сработаны действующей дренажной системой. Ориентировочными расчетами установлено, что над подошвой дренажных выработок в угольных пластах находится около одного млн.м³ воды. При этом 800 тыс. м³ подлежит дренированию. Так как эти запасы будут сбрасываться посте-

пенно по мере проходки ортов и квершлагов, то существенного увеличения притоков воды в дренажные шахты за счет дополнительной проходки подземных выработок не ожидается.

Осуществление рекомендаций по совершенствованию существующей дренажной системы приведет к осушению поля разреза до отметки +45 м, тем самым обеспечивается безопасность ведения горных работ и нормальной эксплуатации горно-транспортного оборудования в ближайшие 15 лет. В дальнейшем дренаж угольных горизонтов необходимо осуществлять с помощью сооружения дренажного комплекса на гор. -200 м со сходным заложением его в плане.

Осушение угольного разреза «Восточный» проектом предусмотрено также подземным способом. Дренажная система включает в себя комплекс подземных горных выработок, восстающих и водоспускных скважин. Она сооружена на гор. +120 м и +20 м, которые вскрываются наклонными стволами: со стороны разреза «Богатырь» используется наклонный ствол шахты № 1, а на южном крыле заложен новый наклонный ствол со стороны стационарного борта разреза «Восточный» (рис. 11).

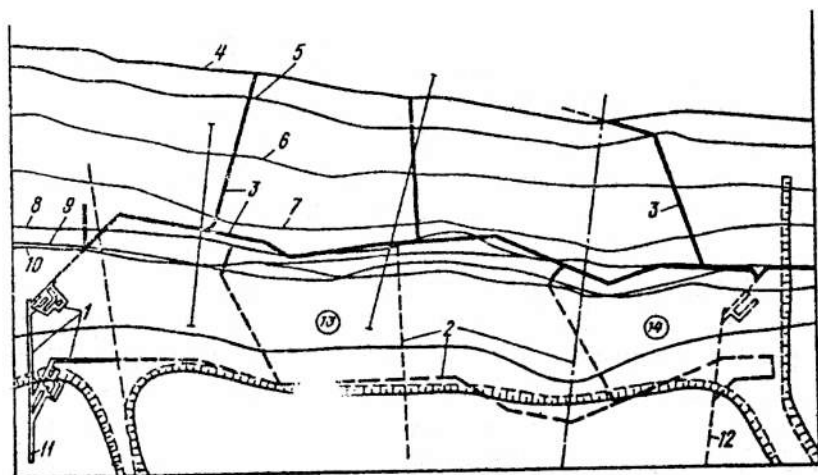


Рис.11. Схема осушения разреза «Восточный»:

1,2,3 - выработки соответственно существующие на разрезе «Богатырь», проектируемые по углю, проектируемые по породе; 4,5 - кровля и почва 1-го пласта (гор. +20м); 6-10 - почвы пластов соответственно 2-го (гор. +20м), 1-го (гор.+120м), 3-го (гор. +20м, кондиционный слой), 3-го (гор. +20м), 2-го (гор. +20м); 11,12 - стволы наклонные соответственно №1 разреза «Богатырь» и разреза «Восточный»; 13,14 - разведочные поля №7 и №8.

Дренажные выработки гор. +120 м обеспечивают осушение пород вскрыши на период строительства разреза и снятия гидростатического напора в стационарном борту разреза. С этой целью трасса штрека проходит на расстоянии 30 - 40 м по нормали от почвы угольного пласта 3 в породах междупластия пластов 3 и 4. Сооружаются околоствольный двор с водоотливным комплексом, два орта и квершлаг со стороны штрека к вентиляционным скважинам диаметром 800 мм. Общий уклон всех выработок направлен к водоотливному комплексу у наклонного ствола шахты № 1 разреза «Богатырь».

Дренажный штрек гор. +20 м проведен непосредственно по угольному пласту 3 с целью осушения пород вскрыши и продуктивной толщи. Здесь также сооружается околоствольный двор с водоотливным комплексом у наклонного ствола разреза «Восточный», шесть ортов и квершлаг от штрека к вентиляционным скважинам главного проветривания диаметром 800 мм. Произведена частичная реконструкция околоствольного двора наклонного ствола шахты № 1 разреза «Богатырь». Общий уклон всех выработок выдерживается к водоотливному комплексу у наклонного ствола разреза «Восточный».

Водоспускные скважины (диаметром 600 мм) бурятся с поверхности каждой нарезаемой разрезной траншеи на орты, штреки и квершлаг.

Бурение дренажновосстающих скважин осуществляется из специальных камер, пройденных с интервалом 300 м в подземных горных выработках - штреках, квершлагах, ортах; из каждой камеры веерообразно бурится 6 скважин диаметром 150 мм и длиной до 300м (без крепления обсадными трубами).

Выдача дренажных вод на поверхность осуществляется: с гор. +120 м - по водоотливным скважинам, пробуренным с поверхности на трубный ходок горизонта; с гор. +20 м - по трубопроводам, проложенным по наклонному стволу разреза «Восточный». На случай возможного затопления водоотливных устройств ливневыми и паводковыми водами предусмотрена изоляция дренажного штрека гор. +120 м с обеих сторон и околоствольного двора гор. +120 м у наклонного ствола разреза «Восточный» водонепроницаемыми перемычками с регулируемым выпуском воды (по производительности насосных установок). Нормальный приток воды - 315 м³/ч на каждом водоотливном горизонте. Производительность каждой водоотливной установки рассчитана с учетом ливневого и паводкового притоков. По-

этому в каждой насосной камере проектом предусмотрена установка пяти насосов типа ЦНС-300 (производительность 300 м³/ч) с электрооборудованием во взрывобезопасном исполнении.

Откачиваемая с разреза «Восточный» вода по трубопроводу направляется в озеро Акбиданк.

§ 6. Организация и показатели дренажных работ

Накопленный опыт работы и проведенные исследования по осушению экибастузских разрезов позволяют сделать следующие выводы и рекомендации по дренажу угольных месторождений с аналогичными или похожими гидрогеологическими условиями.

Основную роль в обводнении угольных разрезов Экибастузского бассейна играет водоносный комплекс пород карбона и в первую очередь подземные воды угольных пластов и покрывающих их пород. Заключенные в этих толщах подземные воды образуют множество водоносных микрогоризонтов, которые характеризуются неравномерной водоносностью, различными, но, как правило, слабыми фильтрационными свойствами и затрудненной гидравлической взаимосвязью. До глубины 50 - 60 м от дневной поверхности, т.е. в пределах зоны активного выветривания, породы продуктивной и надугольной толщ обладают повышенной обводненностью и образуют единый водоносный горизонт.

При выборе способа осушения обращалось особое внимание на глубину и углы залегания полезного ископаемого, климатические условия, объем и технологию добычи угля на разрезах, но решающими факторами явились слабая водоотдача пород и весьма ограниченная эффективность дренажа в площадном отношении, что требует развития достаточно широкой сети дренажных устройств. Последними причинами обуславливается отказ от осушения экибастузских разрезов водопонижающими скважинами, при этом сооружение и особенно эксплуатация большого количества глубоких малodeбитных скважин, производительность которых к тому же со временем падает, в суровых климатических условиях экономически также не оправдывает себя.

Подземные горные выработки (штреки, квершлагги, орты) в качестве самостоятельных дренажных устройств являются малоэффективными при заложении их на глубоких горизонтах, так как водообильность и фильтрационные свойства продуктивной толщи и над-

угольных пород с глубиной заметно уменьшаются. Кроме того, при пологом залегании пластов подземными горными выработками при сравнительно ограниченном их количестве весьма трудно (практически невозможно) обеспечить подсечение всех микрогоризонтов.

Наиболее эффективным в гидрогеологических условиях Экибастузского угольного бассейна является осушение с помощью подземного дренажного комплекса, включающего подземные дренажные выработки, систему восстающих скважин и сквозных фильтров. При этом восстающие скважины и сквозные фильтры, пересекающие практически все или значительную часть микрогоризонтов, являются основными дренажными устройствами, а подземные горные выработки служат по существу водосборными коллекторами и только частично дренируют воду (особенно в местах тектонических нарушений).

Подземный способ осушения применяется, как правило, в сочетании с поверхностным. При этом ливневые и паводковые воды, собирающиеся по канавам выездных траншей и уступов через водотоки и водоспускные скважины, пробуренные с подошвы разрезных траншей, перепускаются в подземные горные выработки, и уже затем вместе с подземными выдаются на поверхность. Водонепроницаемые перемычки и регулируемый по производительности насосов водовыпуск через них исключает подтопление водоотливных установок и руддвора во время весенних паводков и летне-осенних дождей.

Несмотря на некоторые необоснованные решения по сокращению объема проходки подземных дренажных выработок, подземный дренаж на экибастузских разрезах обеспечил опережающее осушение угольных пластов: среднединамический уровень подземных вод всегда ниже уровня горных работ.

Добычные экскаваторы на угольных разрезах работают в сухих забоях. Влажность товарного угля в целом по производственному объединению «Экибастузуголь» составила: в 1970 г. - 6,3%, 1975 г. - 5,8%, 1980 г. - 5,7% и 1985 г. - 5,1%. Смерзаемость угля в железнодорожных вагонах по этой причине не наблюдалась, следовательно, не было необходимости в проведении дополнительных мероприятий против смерзаемости.

Состояние почвы и кровли уступов по проходимости (передвижению) горно-транспортного оборудования хорошее. Не было по суще-

ству и случаев оползневых явлений в бортах разрезов, состояние стационарных бортов вполне удовлетворительное.

В определенных условиях, как это имеет место в Экибастузском угольном бассейне, подземный способ эффективен и экономически.

В табл. 8 приведены некоторые данные (1970-1985 гг.), характеризующие эффективность подземного способа осушения экибастузских разрезов.

Как видно из приведенной таблицы, годовые затраты на осушение разреза «Северный» в 1985 году составили 338,6 тыс.руб., разреза «Богатырь» - 659,4 тыс.руб., удельный вес затрат на дренаж в себестоимости одной тонны угля на этих разрезах не превышает 2%. Следовательно, эксплуатационные затраты на осушение экибастузских разрезов подземным способом относительно невелики.

Для сравнения возьмем разрез «Назаровский» ПО «Красноярск-уголь», где дренаж осуществляется открытым способом и осушение разреза организовано должным образом - добычные работы ведутся в сухих забоях. Здесь удельный вес эксплуатационных затрат на осушение разреза в себестоимости колеблется в пределах 2 - 2,5%, т.е. даже чуть выше, чем на экибастузских разрезах при подземном способе осушения.

Проведенные исследования и анализ опыта по осушению подземным способом экибастузских разрезов свидетельствует о том, что чем более объем добычи угля на разрезе, иными словами, чем крупнее разрез, тем экономически выгоднее при соответствующих гидрогеологических и климатических условиях применять подземный способ осушения. Поэтому, учитывая его положительные качества, он может быть основным способом осушения на ряде угольных бассейнов СНГ в условиях открытых горных работ.

Таблица 8

Показатели	1970 год				1975 год				1980 год				1985 год			
	Объем	в т.ч. р-зы		Объем	Объем	в т.ч. р-зы		Объем	Объем	в т.ч. р-зы		Объем	Объем	в т.ч. р-зы		Объем
		“Се- вер- ный”	“Бога- тырь”			“Се- вер- ный”	“Бога- тырь”			“Се- вер- ный”	“Бога- тырь”			“Се- вер- ный”	“Бога- тырь”	
Коэффициент водобильности, м³/т	0,18	0,1	-	0,06	0,07	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,02	0,03	0,05	0,03	0,03	
Количество откачиваемой воды, м³/ч	474	261	213	328	185	143	250	128	330	130	200					
Общие затраты на дренажные работы в год, тыс.руб. *	140,6	140,6	-	345,7	186,5	159,2	627,6	213,5	998,0	338,6	659,4					
Удельный вес затрат на дренаж в себестоимости од- ной тонны угля, %	-	-	-	-	1,6	0,8	-	2,0	-	1,1	2,0					
Численность тру- дящихся на осу- шении, чел.	16	12	4	26	20	6	56	29	106	27	79					

* Затраты приведены по действовавшим тогда расценкам.

Глава IV. Вскрытие карьерных полей

§ 1. Вскрытие полей разреза «Северный»

Объединенный разрез «Северный», созданный на базе уже действовавших вскрышных разрезов «Южный» и «Северный» и угольного разреза «Центральный», отрабатывает разведочные участки №№ 1, 2, 3 и частично 4.

Поле участка (разреза) № 1 было вскрыто разрезной траншеей и внешними - породной и угольной - выездными траншеями. (рис. 12). Обе выездные траншеи примыкали к северному торцу разрезной траншеи на горизонте второго уступа с абсолютной отметкой +170м. Разрезная траншея пройдена по кровле пласта 1 тремя уступами: первый - породный (гор. +180 м), второй - угольный в зоне окисленного угля (гор. +170 м), третий - угольный (гор. +160 м). Угольная выездная траншея (однопутная) проведена в западном направлении к углесборочной станции Трудовая, породная выездная траншея - в восточном направлении к породной станции Северная и внешним породным отвалам.

Породная выездная траншея имела три железнодорожных пути: первый - восточный - осуществлял связь с восточным породным уступом гор. +180 м; второй - западный - посредством путепровода через угольную выездную траншею принимал породные составы с первого породного уступа западного борта; третий принимал породные составы со второго уступа (гор. +170м) восточного борта и от селективной выемки с угольных уступов.

Поле участка (разреза) № 2 расположено на западном крыле мульды и примыкает с южной стороны к участку № 1. Вскрытие этого поля произведено фланговой угольно-породной выездной траншеей, заложенной на южной границе участка вкрест простирания пластов, и разрезной траншеей, пройденной по кровле пласта 1 (рис 12).

Выездная траншея, примкнувшая к почве пласта 3 на гор. +170м, обеспечила транспортную связь рабочих уступов со станциями углесборочной - Ударная и породной - Западная.

Вскрытие участка (разреза) № 3 решалось в комплексе с полем участка 2. Оно осуществлено общей капитальной выездной траншеей и фланговой выездной траншеей для вывозки вскрышных пород восточного борта (рис. 12).

В ходе эксплуатации и последующей реконструкции разрезов №№ I, 2 и 3 с доведением их мощности до 20 млн.т угля в год указанные схемы вскрытия несколько изменялись.

Так, вскрытие угольных уступов участка № 1 было осуществлено проведением новой двухпутной выездной траншеи, для развязки грузопотоков угля и породы западного борта в разных уровнях через угольную выездную траншею сооружен путепровод на два пути, двухпутным стал и путепровод через старую угольную выездную траншею.

Все поле разрезов №№ 1, 2, 3 было разделено на два участка: участок № 1 (поле разреза № 1) и участок № 2 (поле разрезов №№ 2 и 3).

Каждый участок получил отдельную трассу съездов: трасса участка № 1 примкнула к новой угольной выездной траншее на северном фланге поля, две трассы участка № 2 примкнули к угольной выездной траншее разрезов №№ 2 и 3 в центре участка.

Институтом «Карагандагипрошахт» выполнен проект новой реконструкции разрезов №№ 1, 2, 3, объединенных в один разрез «Северный», с доведением его мощности до 35 млн. т. Проектная схема вскрытия объединенного разреза «Северный» выглядит следующим образом.

Верхние горизонты разреза вскрыты на севере существующими угольной и породной выездными траншеями, на западе - породно-угольной выездной траншеей, на юге - породной выездной траншеей.

Угольная выездная траншея вскрывает гор.+160м, породная выездная траншея на севере - гор. +170 м. Породно-угольная выездная траншея расположена на границе разведочных участков 2 и 3 и вскрывает гор.+178 м. На юге породная выездная траншея вскрывает гор.+178 м с дальнейшей углубкой до гор.+172 м (на ПК О) и по соединительной траншее до гор.+160 м.

Добычные горизонты вскрываются трассой многоступенчатых тупиковых съездов с двухсторонним примыканием железнодорожных путей. Трассы путей располагаются на западном борту разреза. Часть трассы, уложенной на стационарном борту, является постоянной.

В существующих выездных породных траншеях уложены по две независимых трассы железнодорожных путей. Одной трассой вскрываются верхние рабочие горизонты восточного борта непосредственно прямыми заездами (до гор.+140 м, высота рабочей зоны 60 м), второй трассой - нижние рабочие горизонты восточного и западного

борта, протяженность которой в постоянном исполнении удлиняется, и укладывается она на стационарном борту разреза.

Нижние вскрышные горизонты восточного борта южной части поля разреза вскрываются скользящими съездами, примыкающими к передвижной трассе железнодорожных путей к станции Карабида-ик. Укладка трассы железнодорожных путей в южной части поля разреза на западном борту в стационарное положение сдерживалась отставанием здесь горных работ. Поэтому в начальный период реконструкции проектом предусматривалась отработка внешней вскрыши восточного борта в северной и центральной частях поля разреза. Это позволяло максимально сохранять существующие передвижные трассы железнодорожных путей, вскрывающие нижние горизонты, сконцентрировать горные работы по ликвидации отставания вскрыши на западном борту в южной части поля разреза и ускорять строительство постоянных трасс железнодорожных путей, вскрывающих нижние горизонты южной части поля разреза.

Добычные горизонты в основном вскрываются постоянной многоступенчатой трассой, проходящей через угольные пласты на горизонтах западного борта и примыкающей к станции Добычная. Отсюда уголь вывозится на станции Трудовая и Ударная.

На освоение проектной мощности 35 млн. т угля в год вскрываются горизонты ± 0 м в северной и $+ 15$ м в южной части разреза. Угольные пласты в этот период отрабатываются двумя добычными горизонтами в направлении от почвы пласта 3 к кровле пласта 1 в северной части (при этом верхним добычным горизонтом отрабатываются пласты 1 и 2, нижним - пласт 3), одним добычным горизонтом от междупластья 2 - 3 к почве пласта 3 и кровле пласта 1 - в южной части разреза.

Верхние вскрышные горизонты восточного борта (гор $+ 140$ м включительно) вскрываются прямыми заездами через породные выездные траншеи на станции Северная и Южная. Нижние горизонты этого борта вскрываются в основном постоянными многоступенчатыми трассами путей, укладываемых на западном борту. В северной части таких трасс две: одна из них проходит через посты 11, 12 (гор $+130$ м), примыкает к станции Карьерная и вскрывает горизонты $+120 + 80$ м; другая, примыкающая непосредственно к станции Карьерная, вскрывает последующие нижележащие горизонты. В южной части разреза вскрышные горизонты $+120 + 80$ м вскрыва-

ются постоянной трассой железнодорожных путей, примыкающих к станции Тупиковая на гор.+130 м и к посту на гор.+160 м. Нижележащие вскрышные горизонты в этой части разреза вскрываются скользящими съездами.

Со вскрышного поста на гор.+160 м вскрышные породы вывозятся в основном на станцию Южная, частично - на станцию Западная. Ориентировочно после 1990 года все вскрышные горизонты западного борта приходят в стационарное положение в северной части разреза, в южной - до гор.+80 м.

Рабочие вскрышные горизонты западного борта вскрываются в основном скользящими съездами с примыканием их к угольной трассе.

Вскрытие карьерного поля скользящими железнодорожными съездами, когда последними вскрываются все нижележащие вскрышные уступы, приводят к усложнению работы транспорта, ограничению пропускной и провозной способностей транспортных коммуникаций в разрезе и, как следствие, к ограничению развития добычных и вскрышных работ. Эксплуатация скользящих съездов приводит к увеличению затрат на буровзрывные и эксплуатационные работы вследствие увеличения стоимости буровых работ и удельного расхода ВВ при делении рабочих уступов съездами на две части переменной высоты. С увеличением числа уступов, вскрываемых системой скользящих съездов, возрастают простои оборудования. По условиям эксплуатации скользящие съезды могут быть приняты не более как двухпутевыми, так как при большем числе путей усложняется переустройство съездов. В связи с этим скользящие съезды имеют более ограниченную пропускную способность, чем стационарные, где количество путей на съезде может быть более двух.

Одним из преимуществ вскрытия скользящими съездами является более короткая транспортная связь рабочих горизонтов с выездными траншеями.

Однако за период реконструкции (с 1978 года) не завершено строительством ни один объект проектной транспортной схемы, кроме путевого развития с обустройством поста 16 (гор.+160 м) и станции Тупиковая (гор.+130 м).

Выполненными в 1984 году Карагандагипрошахтом «Дополнительными проработками по горно-транспортной части» технического проекта сохранены основные принципиальные схемы по вскрытию разреза с учетом дополнительных решений, связанных с ускоренным

вовлечением в отработку запасов угля участка 4 («проектные проработки обоснования целесообразности вскрытия участка 4», выполненные в 1982 году Карагандагипрошахтом).

На сдачу первого пускового комплекса разреза «Северный» (1991 год - 4 млн.т угля в год) горные работы на участках 1, 2 и 3 и на участке 4 достигнут по добыче соответственно гор +15 м и гор +115м, по вскрыше - гор. +45 м и гор. +121 м. К этому периоду по западному борту разреза на участках 1, 2 и 3 в стационарном положении должны сформироваться уступы до гор.+30 м.

Транспортировка угля с участков 1, 2 и 3 осуществится по постоянной многоступенчатой трассе через угольные посты гор. +30 м и гор. +100 м. Угольный пост на гор. +100 м связан по двум съездам со станциями Связующая (от нее уголь вывозится на станцию Трудовая) и Добычная, от которой уголь поступает на станцию Ударная.

Вскрыша с нижних горизонтов северного крыла разреза транспортируется через породные посты на гор. +30 м и гор. +55 м, станции Угольная, Связующая и далее на северный породный отвал.

Угольная и породная железнодорожные трассы обособлены, что позволяет разделить породный и угольный грузопотоки и сократить дальность транспортировки.

В южной части разреза на западном борту сдерживается (из-за отставания горных работ) укладка постоянной трассы железнодорожных путей. Поэтому в переходный период реконструкции разреза намечено строительство съездов в южной части рабочего восточного борта в полустационарном положении. При этом вскрытие верхних горизонтов восточного борта участков 2, 3 будет осуществляться прямыми заездами со станции Южная до гор +121 м. Нижележащие горизонты до окончания строительства постоянных транспортных коммуникаций на западном борту вскрываются съездами с поста на гор.+100 м (западный борт) и со станции на гор. + 45 м, расположенной на восточном борту участка 3.

Вскрытие вскрышных горизонтов участка 4 предусмотрено действующей породной выездной траншеей внешнего заложения.

Примыкание участка 4 своей северной границей к действующим горным работам разреза позволяет производить доставку угля с использованием существующих транспортных коммуникаций через посты 12, 11 на станцию Связующая и далее на станцию Трудовая.

Вскрытие верхних горизонтов северо-восточного борта участка 4 (до гор.+145 м включительно) производится прямыми заездами со

станции Северная, а юго-западного борта (до гор.+139 м включительно) - прямыми заездами со станции Озерная.

Вскрыша с нижележащих горизонтов транспортируется по постоянным трассам, проходящим через пост гор.+130 м, расположенный в северном торце разреза, посты 12, 11, станцию Связующая и далее на станцию Северная.

На сдачу второго пускового комплекса (1995 г. - 4 млн.т) горные работы на участках 1, 2, 3 и участке 4 по добыче угля достигнут соответственно гор.-15 м и гор.+100 м, по вскрыше гор.+15 м и гор.+103 м. Основные технические решения по вскрытию верхних горизонтов поля разреза при этом аналогичны на сдачу в эксплуатацию первого пускового комплекса.

На сдачу третьего пускового комплекса (1997г. - 5 млн.т) горные работы по добыче угля на участках 1, 2, 3 и на участке 4 достигнут соответственно гор. -30 м и гор.+85 м (понижение против уровня первого пускового комплекса составит соответственно 45 и 30 м), по вскрыше - гор. ± 0 м и гор. + 85 м. К этому периоду по западному борту разреза полностью сформируются в стационарное положение уступы до гор -20 м на участках 1, 2, 3 и до гор.+140 м по северо-восточному борту участка 4.

§ 2. Вскрытие разреза «Богатырь» и участка № 9

Угольный разрез «Богатырь» расположен в южной части бассейна. В соответствии с раскройкой площади бассейна на разведочные поля, выполненные институтом «Карагандагипрошахт», границы разреза «Богатырь» (участки № 5 и 6) определились следующим образом:

- на востоке - граница с участком № 7 (разрез «Восточный»);
- на юге - выход почвы рабочей части пласта 3 под насосы;
- на западе - предельный разнос лежащего борта разреза в пределах участка № 9 и частично № 10;
- на севере - положение рабочего борта разреза при отработке запасов пласта 3 на гор.-50 м.

Размер поля разреза «Богатырь» в плане: по простиранию -4,5 км, вкрест простирания пластов - 3,8 км. Проектная глубина отработки - 250 м.

Поле разреза характеризуется наклонным залеганием пластов (8 - 20°), что обусловило отработку только северного висячего борта, южный же лежащий борт является стационарным. Наклонное зале-

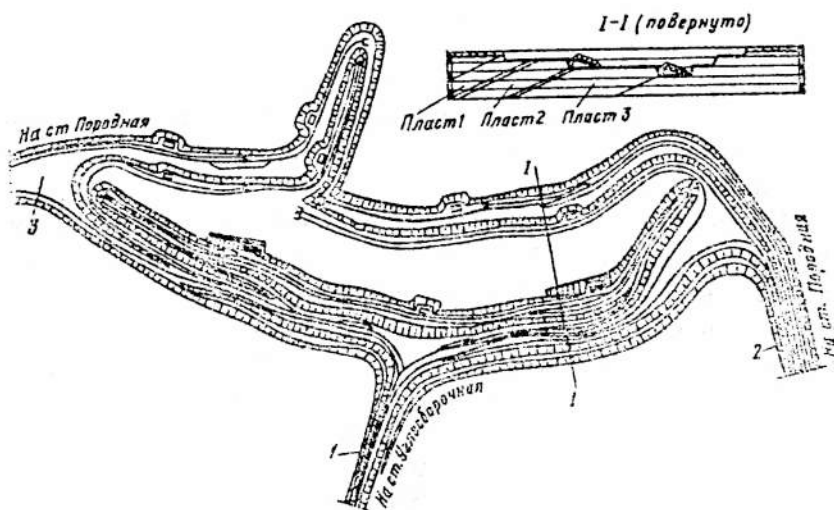


Рис.13. Схема вскрытия рабочих горизонтов (до гор. +70м) разреза «Богатырь»:

гание пластов, исключаяющее возможность создания внутренних отвалов, предопределило вывозку вскрышных пород на внешние отвалы.

Значительная горизонтальная мощность пластов (400 - 1000 м) позволила организовать интенсивную их отработку путем выемки несколькими горизонтами одновременно.

Схема вскрытия разреза «Богатырь» определилась исходя из принятой транспортной технологии с вывозкой железнодорожным транспортом угля на углесборочную станцию и вскрыши на внешние отвалы.

Проектом принят вариант, по которому разрез вскрывается двумя фланговыми породными траншеями и одной центральной угольной выездной траншеей (рис.13)

Нижние угольные горизонты вскрываются двумя трассами стационарных одноступенчатых тупиковых съездов, расположенных на нерабочем борту разреза в пределах участков №№ 5 и 6, с односторонним примыканием железнодорожных путей добычных уступов со стороны флангов поля. Эти трассы примыкают к центральной выездной угольной траншее.

Вскрытие верхних вскрышных горизонтов (+186, +170 м) на участке № 5 и горизонтов (+186, 170 и 150 м) на участке № 6 производится фланговыми капитальными траншеями внешнего заложения с

выходом на породные станции Степная (участок № 5) и Ковыльная (участок № 6). Нижележащие вскрышные горизонты вскрываются постоянными трассами, расположенными параллельно трассам угольных путей на южном стационарном борту разреза.

Породные выездные траншеи внешнего заложения имеют незначительную глубину (15 м на участке 5 и 30 м на участке № 6) и поэтому вскрывают прямыми заездами:

- на участке № 5 первый породный уступ (гор.+136 м);
- на участке № 6 два верхних породных уступа (гор.186 м и гор.+170 м).

По мере углубки горных работ, обусловленной наклонным залеганием пластов, вскрытие нижележащих породных уступов предусматривалось проектом постоянными съездами с многократным изменением направления движения поездов и обустройством внутрикарьерных железнодорожных путей со смешанными угольно-породными потоками, управляемыми одним диспетчером с поста ЭЦ.

Опыт отработки породного горизонта +154 м через внутрикарьерные станции Узловая (гор.+170 м) и Раздельная (гор. +154 м) показал невозможность обеспечения вскрышных экскаваторов достаточным количеством порожних вертушек из-за постоянной занятости станций угольными поездами. И только поэтому производительность вскрышных экскаваторов ЭКГ-12,5 на отработке гор.+154 м в 1,5 - 2,0 раза ниже производительности мехлопат, обрабатывающих породные уступы прямыми заездами с породных станций, и не превышает 1,2 млн.м³ в год. На нижних породных уступах наращивается таким образом ежегодное отставание вскрышных работ.

В связи с этим специалистами производственного объединения «Экибастузуголь» совместно с учеными Московского горного института проведены исследования, по результатам которых институт «Карагандагипрошахт» выполнил проектные проработки новой схемы вскрытия, предусматривающей разделение потоков угля и вскрышных пород за счет сооружения дополнительных породных траншей со стороны рабочего борта разреза.

Эта схема реализуется в проектах «Вскрытия и подготовки гор. +70 м и участка № 9» и реконструкции разреза «Богатырь».

Дальнейшее наращивание объемов добычи угля на разрезе «Богатырь» сдерживалось темпами подготовки новых горизонтов и пропускными способностями железнодорожных коммуникаций. Оно воз-

можно за счет вовлечения запасов на новых участках, а также интенсификации отработки вскрышных горизонтов.

Исходя из этого Карагандагипрошахтом разработан проект «Вскрытия и подготовки гор.+70 м и участка № 9» разреза «Бога-тырь» без изменения проектной мощности самого разреза, с увеличением добычи угля за счет ускоренного вовлечения в отработку запасов по участку № 9.

Участок № 9 по характеру залегания угольных пластов довольно существенно отличается от участков №№ 5 и 6. Углы падения пластов колеблются здесь в пределах 45 - 85° с постепенным выполаживанием их при погружении на глубину всего 130-150 м, в донной части пласты залегают практически горизонтально.

Угольные пласты 1, 2 и 3 имеют среднюю рабочую мощность, соответственно, 27,3; 42,9 и 99,5 м. Горно-геологические условия залегания угольных пластов на участке № 9 позволили рекомендовать проектом на добычных работах одноступенную технологическую схему с отработкой угольных пластов в направлении от почвы пласта 3 к кровле пласта 1.

Вскрытие нового добычного горизонта +70 м осуществлено по проекту с использованием существующей трассы железнодорожных путей и вновь предусмотренных постоянных съездов с гор. +94 м на гор. +70 м со строительством тупиковых постов №№ 20 и 21 на гор. +70 м. (рис. 14).

Транспортировка внешней вскрыши на участке № 5 с двух верхних горизонтов осуществляется по выездной траншее с непосредственным заездом на породную станцию Степная без смены направления движения локомотивосоставов. С нижележащих горизонтов внешняя вскрыша транспортируется со сменой направлений движения локомотивосоставов на внутрикарьерных угольно-породных железнодорожных станциях, по которым в связи со значительными объемами перевозок предпочтение отдается угольным локомотивососто-вам. По этой причине транспортное обслуживание вскрышных экскаваторов, отрабатывающих вскрышу на нижних горизонтах (район сантуклинали), производится в недостаточном объеме, что привело в этом районе к отставанию вскрышных работ. Для ликвидации отставания вскрыши и снижения нагрузки угольно-породных станций по транспортировке вскрышных пород проектом предусмотрено строительство на гор. +150 м рабочего борта участка № 5 передвижного

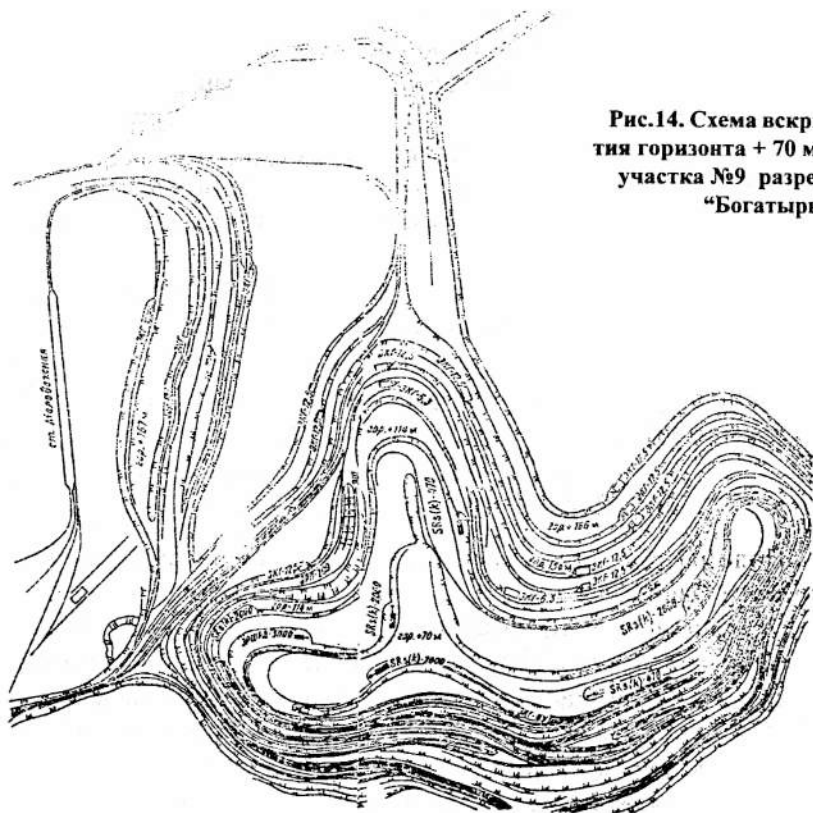


Рис.14. Схема вскрытия горизонта +70 м и участка №9 разреза "Богатырь".

железнодорожного поста, обеспечивающего вскрытие вскрышных уступов до горизонта +114 м.

По участку № 6 вскрытие гор. +130 м предусмотрено прямым заездом в торце разреза с примыканием непосредственно к выездной траншее, что позволит снизить объемы вскрыши, вывозимой по угольно-породным станциям.

С погружением горных работ на участке № 9 нарушается прямая железнодорожная связь верхних горизонтов участка № 5 со станцией Степная. Поэтому предусмотрено сооружение выездной породной траншеи в районе антиклинали для вскрытия двух верхних горизонтов участка № 5 железнодорожным транспортом.

На сдачу участка № 9 в эксплуатацию вскрытие добычного горизонта (+170 м) предусматривается угольной выездной траншеей внешнего заложения и разрезной траншеей. В первые годы эксплуа-

тации транспортировка угля и частично вскрыши будет осуществляться через угольную выездную траншею до окончания строительства породной станции и породной выездной траншеи внешнего заложения участка № 9, которые обеспечат вскрытие горизонта +150м и вскрышных горизонтов восточного борта участка.

Вскрытие вскрышных уступов западного борта участка № 9 производится с использованием существующей породной выездной траншеи участка № 5.

Для обеспечения вскрытия добычных уступов ниже горизонта +170м предусматривается строительство постоянной трассы железнодорожных путей с внутрикарьерными угольными станциями. Эти станции сооружаются на горизонт выше отметки добычных работ и на срок его отработки.

§ 3. Вскрытие разреза «Восточный»

Поле разреза «Восточный» располагается в пределах разведочного участка 7 и частично 8 и имеет протяженность 2,8 км.

Оно характеризуется наклонным залеганием пластов от 17 до 30°, которые с погружением в глубину постепенно выполаживаются.

Проектом принята одновременная отработка двух добычных уступов от почвы пласта 3 к кровле пласта 1 горизонтальными слоями (уступами) при их высоте 20 м.

На сдачу разреза в эксплуатацию вскрытие добычных горизонтов осуществлено тремя угольными подъёмниками - центральным, южным и северным, расположенными на восточном нерабочем борту разреза. Кроме того, в целях возможности перехода в дальнейшем на отработку запасов угля с перемещением фронта добычных уступов по простиранию угольных пластов вскрытие добычных горизонтов осуществляется четвертой (резервной) наклонной траншеей.

По мере отработки запасов угля и пород внешней вскрыши в торцевой (северной) части поля участка проектом предусмотрено углубление выездной траншеи до гор. +130 м, что позволяет отрабатывать рабочие горизонты восточного борта (до гор.+130 м) с транспортировкой вскрышных пород через породную станцию участка №9.

С нарушением транспортной связи вскрышных уступов участка № 5 со станцией Степная происходит снижение нагрузки последней. С целью сохранения нагрузки станции Степная при вскрытии вскрыш-

ных уступов ниже гор. +130 м восточного борта участка № 9 предусмотрена постоянная трасса железнодорожных путей, примыкающих к породной выездной траншее участка № 5. Для исключения пересечения угольных и породных трасс, укладываемых на западном стационарном борту участка, запроектировано строительство тоннеля с гор. +150 м на гор. +130 м. В этом случае объем внешней вскрыши с восточного борта участка № 9 направится на отвал участка № 5 через породную станцию Степная.

Вскрытие верхних вскрышных горизонтов производится фланговой выездной траншеей внешнего заложения.

При освоении проектной мощности разреза в эксплуатации будут находиться добычные горизонты +110 и +130 м и вскрышные горизонты +150, +170, +186 м. Последний вскрывается стационарным съездом, расположенном в северном торце борта разреза.

С целью исключения транспортировки внешней вскрыши разреза «Богатырь» через рабочие горизонты разреза «Восточный» три верхних вскрышных горизонта разреза «Богатырь» вскрываются дополнительно обходной траншеей с примыканием транспортных коммуникаций к породной станции разреза «Восточный». В последующие годы обходной траншеей намечается вскрытие шести вскрышных горизонтов разреза «Богатырь». Местоположение обходной траншеи определилось из расчета ее сохранения в эксплуатации не менее 15 лет.

К пятнадцатому году эксплуатации разреза горные работы достигнут глубины 210 м. В этот период вскрышные горизонты с отметки +130 м вскрываются системой стационарных съездов, расположенных на восточном борту разреза. Принципиальные решения по вскрытию добычных и вышележащих вскрышных горизонтов сохраняются и в последующие годы.

На глубоких горизонтах намечается объединение разрезов «Восточный» и «Богатырь» в единый разрез «Южный», а в этот период на добычных и вскрышных работах рекомендуется комбинированный вид транспорта (железнодорожный и конвейерный).

Вскрытие угольных и вскрышных горизонтов разреза «Восточный» показано на рис 15.

Рис.15. Схема вскрытия разреза "Восток"

1-4 - угольные подъемники соответственно граничный, южный, центральный и се

Глава V. Разработка угольных пластов

§1. Особенности разработки и выбор рационального направления отработки угольных пластов

Угольные пласты Экибастузского бассейна имеют сложное строение и представляют собой комплекс часто переслаивающихся пачек угля и породных прослоек различной мощности.

Средняя зольность рядового угля валовой выемки по пластам 1-2 колеблется в пределах 34-38%, по пласту 3 - 48-49%.

Средняя мощность внутрипластовых породных прослоек составляет в пласте 1 - 3 м, в пласте 2 - 4 м, в пласте 3 - 3,5 м, количество породных прослоек, соответственно, 10-20, 30-60, 100-180.

Сближенные пласты 1, 2, 3 можно рассматривать как один пласт сложного строения, разделенный на две рабочие зоны: объединенный пласт 1-2 и пласт 3, отличающиеся один от другого характером строения, зольностью и мощностью.

Горизонтальная мощность пластов изменяется от 180-250 м (на полях 1, 2, 3) до 400 - 600 м (на полях 5, 6, 7).

Угольные пласты характеризуются большой крепостью.

Сопrotивляемость угля и внутрипластовых породных прослоек разработке роторными экскаваторами колеблется в широких пределах и достигает 2,5 - 3,5 МПа и более.

В пределах угольного массива Экибастузского бассейна по структурно-прочностным показателям можно выделить: участки геологических нарушений, для которых характерна исключительно мелко-трещиноватая структура; сочетания крепких прослоек с коэффициентом крепости до 5; трещиноватые низкзольные угольные слои с включением породных прослоек; линзообразные весьма крепкие включения; высокзольные малотрещиноватые угольные слои и породные прослойки.

Угли при разработке имеют склонность к образованию больших кусков.

Исследования показали, что в условиях Экибастузского угольного бассейна наиболее эффективной является разработка его по транспортной технологии с применением роторных экскаваторов с

повышенными усилиями копания на добыче угля и одноковшовых экскаваторов на вскрыше с предварительным рыхлением горного массива буровзрывными работами.

Пласты отрабатываются горизонтальными слоями, принимающими форму уступов. Мощность слоя и число одновременно отрабатываемых слоев ограничиваются применяемой технологией и типом оборудования. Положение рабочей зоны непрерывно меняется.

Технология ведения добычных работ предусматривает селективную отработку пластов с постепенным переходом на валовую выемку.

Применяются продольные схемы разработки с перемещением фронта добычных и вскрышных работ параллельно длинной оси карьерного поля. Возможны различные направления отработки карьерных полей, при которых разрезные траншеи располагаются или по породам лежачего бока залежи (почва пласта 3), или по породам висячего бока (кровля пласта 1), или по залежи полезного ископаемого (междупластье пластов 2,3).

На добычных работах применяются или могут использоваться роторные экскаваторы с повышенными усилиями копания типа ЭРП-1250 или СРс(к)-470, ЭРП-2500 или СРс(к)-2000, ЭРП-5000 или ЭРШРД-5000, на вскрыше экскаваторы ЭКГ-8И, ЭКГ-12,5, ЭКГ-20.

Для выбора технологических схем разработки полей разрезов использована следующая методика. Условие соблюдения одинаковой высоты уступов как на добычных, так и на вскрышных работах (для создания необходимых транспортных связей) требует, чтобы каждому типу добычного оборудования соответствовал определенный тип оборудования на вскрышных работах. Для обеспечения нормальной работы разрезов принимается установка на каждом уступе не более двух экскаваторов на один транспортный выход.

Для удобства исследования была составлена классификация технологических схем разработки полей разрезов, приведенная в табл.9.

**Классификация технологических схем
разработки разрезов**

Индекс технологической схемы разработки	О п р е д е л я ю щ и е п р и з н а к и		
	Место расположения разрезных траншей и направление выемки в плане.	Количество добычных уступов в одновременной выемке.	Структура комплексной механизации.
1	2	3	4
I _n - А	I	(K=1,2,3..)	A На добыче - роторные экскаваторы ЭРП-1250 (СРс(к) - 470), на вскрыше - ЭКГ - 8И.
I _n - Б	По породам лежачего бока залежи; продольное, однобортное		B На добыче роторные экскаваторы ЭРП-2500 (СРс (к) - 2000), на вскрыше ЭКГ-12,5
I _n - В			B На добыче - роторные экскаваторы типа ЭРП-5000 (ЭРШРД-5000), на вскрыше -ЭКГ - 20.
II _n - А	II по залежи полезного ископаемого; продольное, двухбортное		A
II _n - Б			B
II _n - В	III По породам всячего бока залежи; продольное, двухбортное		B
III _n - А			A
III _n - Б			B
III _n - В			B

Для каждого направления отработки (I, II, III) рассмотрены варианты горно-транспортного оборудования на добычных и вскрышных работах (А, Б, В). При этом число одновременно отрабатываемых добычных уступов n принят как один из параметров технологической схемы разработки. Индексация схем в зависимости от направления ведения работ, механизации и количества одновременно отрабатываемых добычных уступов произведена по предлагаемой упрощенной форме: I_a-A ; I_a-B ; I_a-V ; II_a-A . и т.д.

При рассмотрении рабочей добычной зоны в условиях разработки мощных сложноструктурных пластов целесообразно ввести понятие горизонтальной составляющей рабочей зоны, которая одновременно будет необходимой горизонтальной мощностью пластов. Необходимая горизонтальная мощность пластов зависит от принятого направления ведения добычных работ, применяемых средств механизации и количества одновременно отрабатываемых добычных уступов.

Указанная методика выбора технологических схем разработки полей по условиям залегания мощных сложноструктурных пластов предусматривает максимальное упрощение существующих методов выбора количества одновременно отрабатываемых добычных уступов, сокращение объемов вычислительных работ при проектировании.

Для обеспечения внутрикарьерного усреднения отгружаемого угля по зольности и правильной отработке запасов одновременно должны отрабатываться несколько пластов. Несмотря на большие мощность и величину вскрытых запасов, количество одновременно отрабатываемых добычных уступов по разным пластам и темпы подвигания горных работ взаимоувязаны с объемами запасов и качеством угля по отдельным пластам. При селективной выемке в расчеты вводятся коэффициенты, учитывающие долю угля в общем объеме горной массы угольного пласта.

Анализ геологических условий и строения Экибастузского бассейна показал, что в зависимости от мощности пластов, их взаимного соотношения и углов падения могут быть приняты различные технологические схемы разработки карьерных полей.

Из данных таблицы 9 видно, что отработка пластов может производиться в трех различных направлениях.

При схеме отработки от почвы пласта 3 к кровле пласта 1 определяющее значение (с точки зрения темпов продвижения и углубления горных работ) будет иметь пласт 3.

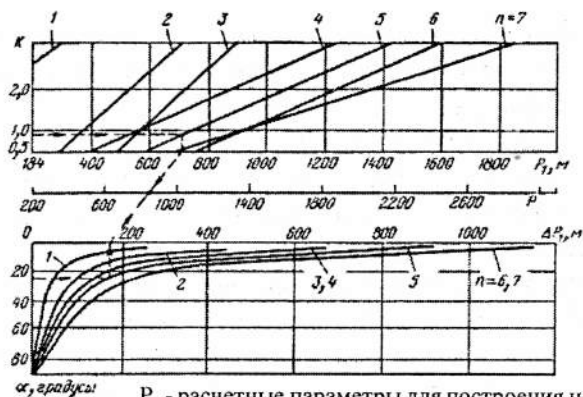
При отработке от кровли пласта 1 к почве пласта 3, а также от междупластья пластов 2,3 определяющими являются пласты 1,2. Темпы продвижения добычных работ на различных по мощности и качественному составу пластах увязываются по соотношению величин мощности пластов, обрабатываемых в данный период времени.

В случае отработки со стороны почвы пласта 3 (от лежачего бока) коэффициент соотношения пластов K_d определяется из отношения величин горизонтальной мощности пластов 1,2 и 3, при отработке в направлении от кровли пласта 1 и междупластья пластов 2,3 - из отношения величин горизонтальной мощности пластов 3 и 1,2 (K_b).

Исследуя конкретные случаи применения двухступной и трехступной схем работы при различных направлениях отработки, можно найти общие закономерности, выражающиеся в виде аналитических формул. Расчетные формулы позволяют производить выбор технологических схем разработки в зависимости от всей совокупности влияющих факторов.

Как уже отмечалось, для Экибастузского бассейна характерны наличие разнообразных геологических условий, переменные углы падения и мощность пластов на различных участках. Проведенная обработка геологических материалов позволила установить диапазон изменения углов падения угольных пластов, а также граничные значения коэффициентов взаимного соотношения их. Углы падения пластов изменяются от 5 до 90°, коэффициенты взаимного соотношения их - от 0,5 до 3,5. Исходя из условий залегания пластов, расчеты проведены: для углов падения α равных 5, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 30, 40, 50, 70, 90°; для коэффициентов взаимного соотношения пластов по горизонтальной мощности K_d и K_b 0,5-3 с интервалом 0,5, для количества одновременно обрабатываемых добычных уступов от 1 до 5.

Для всех вышеперечисленных условий на основании расчетных формул с помощью ЭВМ в институте «Карагандагипрошахт» были произведены расчеты и построены номограммы для практического использования. Пример одной из номограмм приведен на рис. 16.



P_1 - расчетные параметры для построения номограммы, зависящие соответственно от геологических условий залегания пластов и типа применяемого горного оборудования.

Рис.16. Номограмма для определения необходимой минимальной горизонтальной рабочей мощности пластов:

K - коэффициент взаимного соотношения пластов по горизонтальной мощности; α - угол падения пластов; n - число одновременно отрабаты-

ваемых уступов; ΔP_1 и

Сравнение полученных по номограммам расчетных данных с фактическими геологическими позволяет определить возможные варианты технологических схем разработки разрезов.

Целесообразность применения той или иной технологической схемы разработки, выбранной по условиям залегания мощных сложно-структурных пластов, должна определяться путем дальнейших исследований ее взаимосвязи с режимом горных работ и схемой вскрытия карьерного поля.

Различным технологическим схемам разработки соответствуют определенные календарные графики развития горных работ, зависящие от направления отработки и применяемых средств комплексной механизации.

Объёмы внешней вскрыши увеличиваются при изменении направления отработки от лежачего бока залежи к висячему. Так, например, по разрезу «Богатырь» при одной и той же структуре комплексной механизации на глубине 130 м текущий коэффициент вскрыши при отработке со стороны лежачего бока равен $0,99 \text{ м}^3/\text{т}$, а при отработке со стороны висячего бока - $1,36 \text{ м}^3/\text{т}$, при работе по залежи полезного ископаемого - $1,14 \text{ м}^3/\text{т}$.

Для разрезов с большими карьерными полями и значительной производственной мощностью важным является обоснование схем вскрытия, которые тесно связаны с технологической схемой разработки (вскрывающие выработки, транспортные линии, объёмы горно-капитальных работ, скорость транспортирования и т.д.).

На примере разреза «Богатырь» в Карагандагипрошахте были рассмотрены принципиальные схемы вскрытия и производства работ при различных технологических схемах разработки мощных сложноструктурных пластов. Ниже приводятся результаты исследования.

При общей траншейной схеме вскрытия, применяемой на разрезе «Богатырь», развитие внутрикарьерных путей значительно зависит от применяемой технологической схемы разработки.

Схемы вскрытия горизонтов рассматривались на момент отработки одного и того же объема угля, т.е. при одинаковой глубине разработки. Характерной особенностью всех схем вскрытия является разделение угольного и породного грузопотоков. Наиболее предпочтительным является вскрытие при отработке со стороны лежащего бока (рис. 13).

В этом случае вскрытие карьерного поля производится системой одноступенчатых стационарных съездов по углю и скользящих многоступенчатых тупиковых съездов или системой стационарных тупиковых съездов на вскрыше. Добычные уступы в пределах каждого блока карьерного поля вскрываются стационарными тупиковыми съездами, прокладываемыми по южному борту разреза с фланговым примыканием путей с добычных горизонтов.

При отработке пластов с междупластья 2,3 (по залежи) добычные уступы вскрываются уже не стационарными тупиковыми съездами, а скользящими, причем пути верхнего рабочего угольного горизонта примыкают к трассе стационарных тупиковых съездов, располагаемых на южном нерабочем борту разреза. Последующие рабочие горизонты связаны со стационарным бортом системой скользящих съездов.

С переходом к технологическим схемам разработки от междупластья пластов 2,3 и всякого бока усложняется вскрытие добычных уступов, а также (несмотря на вскрытие одинаковых горизонтов отработки) возрастают общее число уступов и общая протяженность фронта вскрываемых работ.

К важнейшим качественным показателям принципиальных схем вскрытия и производства работ при различных технологических схемах следует отнести удельную протяженность фронта работ, определяемую по формуле

$$\ell_{уд} = \frac{\sum_{i=\ell}^n \cdot L_{\phi i}}{Q_{уд}}, \text{ м/млн. т,}$$

где: n - количество обрабатываемых уступов;
 $L_{\phi i}$ - длина фронта работ i -того горизонта, м;
 $Q_{\phi 0}$ - годовая производственная мощность по полезному ископаемому, млн.т.

Удельная протяженность фронта уступов определяет степень концентрации открытых горных работ при существующих условиях.

При обработке разрезов со стороны лежачего бока залежи удельная протяженность фронта работ (при одной и той же структуре комплексной механизации) составляет на добыче 474, на вскрыше 650 м/млн.т, при отработке от междупластья пластов 2,3 соответственно, 482 и 805 м/млн.т; при отработке с висячего бока, соответственно, 440 и 1030 м/млн.т.

Учитывая особенности разработки угольных пластов Экибастузского бассейна, на основании проведенных исследований обоснована методика выбора возможных технологических схем разработки по условиям залегания мощных сложноструктурных пластов, в которой взаимосвязаны геологические условия залегания, определена структура комплексной механизации добычных, вскрышных и подготовительных работ, число добычных уступов, находящихся в одновременной выемке, направление отработки; разработана экономико-математическая модель комплексной технико-экономической оценки вариантов.

Комплексный метод оценки различных вариантов технологических схем разработки позволил выбрать наиболее рациональное направление ведения горных работ, типы роторных экскаваторов для отработки различных участков бассейна.

В северо-восточной части бассейна (разрез «Северный») до глубины 200 м отработка угольных пластов целесообразна со стороны кровли пласта 1 двумя уступами (один по пластам 1, 2, один по пласту 3) роторными экскаваторами типа ЭРП-1250 и СРс(к) -470; ниже глубины 200 м предусматривается постепенный переход на отработку пластов роторными экскаваторами ЭРП-2500 со стороны почвы пласта 3, т.к. залегание пластов становится пологим и горизонтальная мощность увеличивается.

В южной части бассейна (разрезы «Богатырь» и «Восточный») отработку угольных пластов целесообразно осуществлять со стороны почвы пласта 3 двумя уступами (один по пласту 3, один по пластам 1,2) роторными экскаваторами ЭРП-2500 и СРс(к)-2000.

Принятое направление отработки полей позволило только по разрезу «Богатырь» перенести на более поздние сроки отработки часть вскрыши и тем самым уменьшить в первые 20 лет годовые объёмы вскрыши на 25%, удельную протяженность фронта работ в 1,2 раза, обеспечить стационарность железнодорожных путей и увеличить скорость движения составов на 15%.

§ 2. Разработка угольных пластов одноковшовыми экскаваторами

До 1965 г. выемка экибастузского угля осуществлялась только одноковшовыми экскаваторами вместимостью ковша 3 - 4,6 м³ с предварительным рыхлением массива взрывными работами и погрузкой товарного угля непосредственно в железнодорожные вагоны парка МПС. На добычных работах экибастузских угольных разрезов применялись до последнего времени одноковшовые экскаваторы типа ЭКГ-4,6Б, ЭВГ-4и, ЭКГ-4у. Экскаваторы ЭКГ-4у и ЭВГ-4и осуществляли добычу угля и при нарезке новых угольных горизонтов, и в забоях с фронтальной погрузкой.

При разработке угольных пластов бассейна одноковшовыми экскаваторами преобладали валовая выемка и выборочная селективная разработка сложного забоя.

Валовая выемка в торцовом забое применялась в основном при разработке наиболее низкосолевых пластов 1 и 2, когда в них отсутствуют породные прослойки значительной мощности, а мелкие - смешиваются с угольными пачками и попадают в товарную угольную массу, не превышая заданного показателя зольности.

Селективная выемка угольных пачек и породных прослоек применялась при разработке пород междупластий и сложноструктурного пласта 3. Минимальная мощность раздельно вынимаемого породного прослойка (степень селекции) поддерживалась равной 0,5 м. Степень засорения угольной массы при выемке породных прослоек мощностью более 0,5 м соответствовала утвержденным условиям на экибастузский уголь.

Для селективной разработки сложноструктурных забоев одноковшовыми экскаваторами на экибастузских угольных разрезах применялись в основном следующие две схемы. Одна из них - технологическая схема разработки торцового забоя с погрузкой угля в же-

лезнодорожные вагоны с одновременной перевалкой породы под борт или к железнодорожному пути с использованием бульдозера для сталкивания породы с верхней части забоя. Схема применима при падении слоев (пласта) до 30° .

При углах падения слоев более 30° применялась технологическая схема отработки торцового забоя шириной, равной горизонтальной мощности угольного или породного комплекса, с непосредственной погрузкой угля в ж.-д. вагоны и породы в думпкары.

Высокая крепость угля и пород внутренней вскрыши требует буровзрывного рыхления массива, что вызывает нарушение структуры пласта и приводит к перемешиванию угольных пачек и породных прослоек. Поэтому разработка угольных пластов одноковшовыми экскаваторами сопровождается значительными потерями и разубоживанием угля. Эксплуатационные потери угля пласта 3 при селективной разработке одноковшовыми экскаваторами достигают 17-19%.

Разубоживание товарного угля породными прослойками (особенно при отработке пласта 3) достигает также значительной величины. Если зольность балансового угля составляет 34-38%, то зольность рядового угля за счет разубоживания достигает 48-49%.

При погрузке в железнодорожные вагоны взорванного угля экскаватором с вместимостью ковша 4 - 4,6 м³ не исключена возможность попадания в товарный уголь нестандартных кусков угля. На экибастузских разрезах, при селективной разработке разрыхленных буровзрывным способом угольных забоев с использованием одноковшовых экскаваторов в железнодорожные вагоны попадает до 5-8% кусков угля размером более 300 мм.

Из опыта работы экибастузских разрезов следует, что технология ведения добычных работ с применением одноковшовых экскаваторов не отвечает горнотехническим условиям бассейна и имеет ряд серьезных недостатков. Главные из них:

- организация селективной выемки угля в силу конструктивных особенностей мехлопат и взрывной подготовки забоев крайне сложна и связана с понижением производительности экскаватора на 15-20%;

- селективная выемка сопряжена со значительными потерями и разубоживанием угля;

- значительный выход нестандартных кусков угля;

- относительно низкая производительность добычных экскаваторов, в силу чего для обеспечения заданий по добыче угля на крупных

разрезах необходимо задалживать многие десятки машин, что в свою очередь усложняет транспортные схемы, снижает производительность труда и ухудшает технико-экономические показатели;

- значительное разубоживание и наличие крупных кусков угля, что приводит к ухудшению показателей тепловых электростанций, работающих на экибастузском угле. Все это потребовало замены в бассейне экскавационного оборудования и изменения технологии добычи экибастузского угля.

Отечественный и зарубежный опыт применения мощной экскавационной техники показал, что требованиям селективной разработки сложноструктурных пластов наиболее полно отвечают роторные экскаваторы.

Поэтому не случайно, что удельный вес добычи угля одноковшовыми экскаваторами на экибастузских разрезах заметно снизился. Если в 1965 году ими было добыто 100% угля, а в 1970 г. - 80,8%, то в 1975 г. - уже только 20,6%, в 1980 г. - 14,1 % и в 1985 г. - всего 6,5%.

По существу, добыча экибастузского угля одноковшовыми экскаваторами ведется теперь только при нарезке новых угольных горизонтов. На конец декабря 2000 г. только на угольных разрезах ТОО «Богатырь Аксес Комир» задолжено около 30 одноковшовых экскаваторов, в т. ч. ЭКГ-4у-11, ЭКГ-4,6 - 2, ЭКГ - 5А - 2, ЭКГ -6,3у - 3, ЭКГ-6,3ус7, ЭКГ - 8у - 1.

§ 3. Промышленные испытания первых образцов роторных экскаваторов

В мировой горной практике опыта применения роторных экскаваторов на выемке крепких каменных углей не было, поэтому в Экибастузском бассейне в течение 1961-1972 годов проведены промышленные испытания и опытная эксплуатация различных типов роторных экскаваторов с различным рабочим оборудованием - гравитационным, центробежным и цилиндрическим. При организации и проведении этих работ имелось также в виду, что по сопротивляемости разработке роторными экскаваторами экибастузский уголь является достаточно характерным для крепких бурых и каменных углей месторождений восточных районов страны. Это, а также суровые климатические условия, создали предпосылки для возможно-

го применения роторных экскаваторов, успешно прошедших испытания в Экибастузе, на других перспективных разрезах восточных районов. Опытная эксплуатация добычных роторных экскаваторов в сочетании с широким проведением научно-исследовательских работ должна была выявить пути и методы оптимизации параметров машин с учетом необходимости разработки сложноструктурных пластов. Для этого были привлечены институты «УкрНИИпроект», ИГД им.Скочинского, МГИ, ЦНИИС Минтрансстроя и др.

Цель экспериментальных исследований работы роторных экскаваторов заключалась в определении возможности применения машин различных конструкций с различными типами рабочих органов и их работоспособности на добыче крепких углей, выборе рациональных параметров и технологических схем разработки, конструктивном усовершенствовании основных узлов.

Результаты промышленных испытаний экскаваторов РЭ-1, РЭ-2, РЭ-2ц.

В 1961 году вступил в опытную эксплуатацию роторный экскаватор РЭ-1, спроектированный институтом «Гипроуглеавтоматизация» и изготовленный на Ново-Карагандинском машиностроительном заводе (рис.17). В это же время была начата опытная эксплуатация такого же экскаватора на Ангренском угольном разрезе в Узбекистане, закончившаяся, к сожалению, неудачей.

В целях сокращения сроков создания машины в качестве базы было использовано ходовое оборудование и опорно-поворотное устройство экскаватора ЭКГ-4. В 1961-62 гг. с участием кафедры строительных машин МИСИ выполнены экспериментальные исследования экскаватора РЭ-1.

Испытания экскаватора проходили на разрезе «Центральный» (позже «Северный») в забоях высотой 3-10 м при углах падения пластов до 45° с коэффициентом крепости 2-3. Погрузка угля осуществлялась в ж.-д. вагоны грузоподъемностью 62 т, породы - в думпкары грузоподъемностью 50 т. Максимальная производительность экскаватора при валовой выемке достигала 360 т/ч, при селективной - 288 т/ч. Удельные усилия копания при разработке угольных пластов не превышали, 0,8 МПа. Размеры кусков угля были не более 300 мм.



Рис. 17. Роторный экскаватор РЭ-1. Опытный образец

В процессе промышленных испытаний конструкция экскаватора была несколько усовершенствована. Так, для снижения динамических нагрузок на металлоконструкции экскаватора количество ковшей было удвоено.

Мощность привода ротора экскаватора РЭ-1 (150 кВт) обеспечивала усилия копания, достаточные для разработки в опытных забоях сравнительно мягкого угля на выходах угольных пластов. Однако экскаватор не мог эффективно работать продолжительное время в силу недостаточной жесткости конструкции и прочности основных узлов, а также из-за существенных конструктивных недоработок.

Основным положительным результатом этих испытаний следует считать подтверждение принципиальной возможности и целесообразности применения роторных экскаваторов для добычи крепких углей.

В процессе опытной эксплуатации силами работников угольного объединения были устранены многие конструктивные недоработки машины, однако основной недостаток, присущий роторному экскаватору РЭ-1, - недостаточная жесткость его конструкции - остался не ликвидированным.

Промышленные испытания роторного экскаватора РЭ-2, изготовленного Карпинским машзаводом по проекту института «Гипроугле-

автоматизация», проводились в 1966-1969 гг. также на бывшем разрезе «Центральный» в основном на угле верхних горизонтов с небольшой крепостью и частыми тектоническими нарушениями (рис.18). Высота уступа колебалась от 5 до 10 м, коэффициент крепости угля и прослоек от 2 до 5 по шкале профессора М.Протодяконова. Забой отрабатывался горизонтальными стружками толщиной 12-45 см. При этом производительность машины составляла 295,2 - 493,2 м³/ч при удельном усилии копания, соответственно, 0,9 - 0,54 МПа. Удельная энергоёмкость экскавации колебалась в пределах 0,43 - 0,53 МДж/м³.

За три года опытной эксплуатации экскаватора (отгружено 1,2 млн.т угля и 150 тыс.м³ породы) выявилось множество конструктивных недостатков, явившихся причиной довольно высокой аварийности машины: недостаточная прочность ходовой рамы; недопустимо большая нагрузка (от бокового усилия) на центральную цапфу механизма поворота отвальной стрелы, что приводило к выходу ее из строя; частые поломки опорно-поворотных кругов (рельс) поворотных механизмов верхнего строения и отвальной стрелы; выход из строя подвески редуктора ротора; недостаточная прочность гусеничных траков и частые поломки их. Перечисленные выше и другие недостатки, а также малая производительность экскаватора

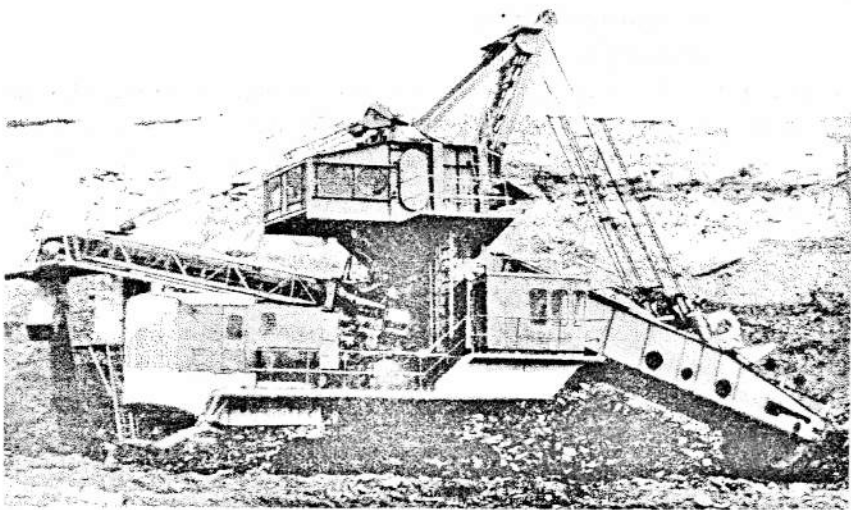


Рис. 18. Роторный экскаватор РЭ-2. Опытный образец

РЭ-2 в условиях разреза большой мощности привели к прекращению в 1970 году опытной эксплуатации этой машины.

В 1969 году проведены испытания роторного экскаватора РЭ-2Ц с цилиндрическим ротором конструкции инженера Н.И.Громонщикова. К достоинствам цилиндрического рабочего органа следует отнести удобства селективной отработки тонких пластов в связи с малым диаметром ротора и некоторое снижение веса рабочего органа по сравнению с гравитационным (рис. 19).

Промышленные испытания нового рабочего органа проводились также на разрезе «Центральный» при разработке пласта 3 с коэффициентом крепости угля и прослоек от 4 до 6, при высоте уступа - 10м. В процессе испытаний толщина стружки изменялась от 1,7 до 9,6 см. Удельные усилия копания - в пределах от 0,46 до 2,85 МПа, удельная энергоемкость экскавации составила 0,50 - 2,56 МДж/м³.

За время испытаний выявились настолько серьезные недостатки цилиндрического ротора (повышенное окружное усилие и энергоемкость экскавации из-за увеличенного в 5-7 раз по сравнению с обычным ротором периметра копания; высокие боковые нагрузки на роторную стрелу и механизм поворота; для работы левым и правым поворотными движениями необходим реверс ротора и переориентация режущих лопастей, что явилось конструктивно трудно выполнимой



Рис. 19. Роторный экскаватор РЭ-2Ц с цилиндрическим разрыхлителем

задачей; недостаточная механическая прочность конических лопастей разрыхлителя; низкая производительность и др.), что работы по дальнейшему испытанию этого рабочего органа в начале 1970 года были прекращены.

Экспериментальные исследования роторных экскаваторов РЭ-1, РЭ-2 и РЭ-2Ц в условиях экибастузских разрезов показали, что удельные усилия копания при разработке угольного массива изменяются в довольно широких пределах - от 0,46 до 2,85 МПа, а удельная энергоёмкость - от 0,43 до 2,56 МДж/м³. Значительные колебания нагрузок на рабочих органах сопровождались резким увеличением динамических нагрузок, что угрожало прочности конструкций узлов роторных экскаваторов и вызывало их поломку.

В таблице 10 приведены основные паспортные данные роторных экскаваторов РЭ-1, РЭ-2, РЭ-2Ц.

Таблица 10

Промышленные испытания роторного экскаватора ЭРГ-400Д с гравитационным и центробежным рабочими органами.

Показатели	РЭ-1	РЭ-2	РЭ-2Ц
Теоретическая производительность в рыхлой массе при расчетном усилии копания, м ³ /ч	500,0	700,0	700,0
Расчетное усилие копания, МПа	1,6	1,02	1,0
Высота разрабатываемого участка, м	11,5	11	12,2
Диаметр ротора, м	3,3	4	2,5
Число ковшей, шт.	7	10	6
Вместимость ковша, м ³	0,12	0,146	0,17
Мощность привода ротора, кВт	175	175	175
Ширина ленты конвейеров, м	0,9	1,0	1,0
Тип ходового оборудования	Гусеничное		
Среднее давление на грунт, МПа	0,2	0,21	0,2
Масса экскаватора, т	201	215	206

Проведенные промышленные испытания и экспериментальные исследования роторных экскаваторов РЭ-1, РЭ-2 и РЭ-2Ц послужили основой для разработки и создания опытно-промышленного образца роторного экскаватора ЭРГ-400Д, изготовленного Донецким машиностроительным заводом (Украина) на базе вскрышной машины ЭРГ-400.

Промышленные испытания опытного образца экскаватора ЭРГ-400Д (рис.20) начаты в 1966 году на разрезе «Центральный» на участке поля, сложенном угольными пластами 1 и 2 с коэффициентом крепости до 3 и породными прослойками - до 5. Высота забоя составляла 12-15 м, угол падения пластов - 56-60°.

В период опытной эксплуатации при кратковременной работе производительность экскаватора была близка к паспортной. При длительной работе экскаватора производительность его резко падала из-за частых остановок, вызванных различными поломками. В 1966 году экскаватором отработано 76,4 часов и погружено 53 тыс. т угля и 6,6 тыс.м³ породы. Длительная часовая производительность за этот период составила 720т/ч.

В период испытаний экскаватора ЭРГ-400Д выявлены следующие его основные недостатки: невозможна двухсторонняя (челноковая) работа машины из-за малого угла (36°) встречи ротора с забоем с правой стороны; машина недостаточно приспособлена к погрузке угля

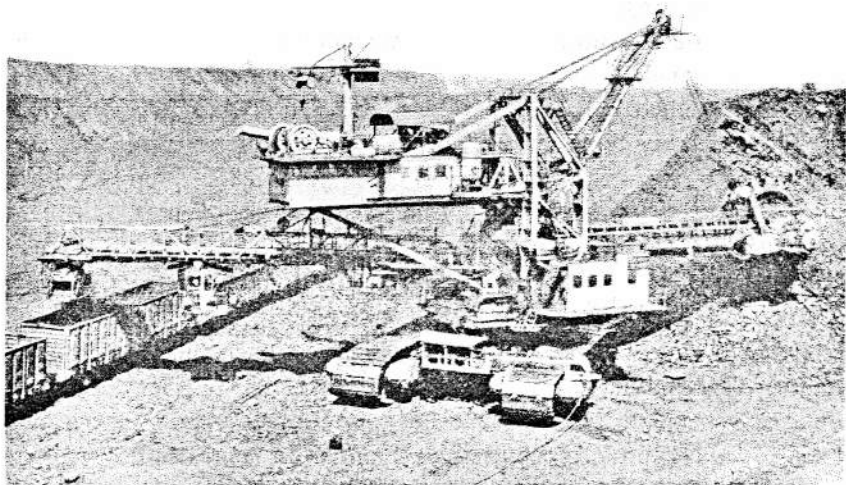


Рис.20. Роторный экскаватор ЭРГ - 400Д

и породных прослоек в железнодорожные вагоны, при использовании двухколейных путей ширина заходки уменьшается с 25 до 19 м; жесткость конструкции экскаватора недостаточна для реализации удельного усилия копания, необходимого для разработки крепкого экибастузского угля.

В 1966-1967 гг. институтом ЦНИИС Минтрансстроя СССР, Донецким машзаводом и объединением «Экибастузуголь» проведены испытания различных типов исполнительных органов к экскаватору ЭРГ-400Д с целью выявления наиболее эффективных применительно к экибастузским разрезам. В процессе экспериментов на ротор устанавливалось 9 ковшей косоугольного резания и между ними 9 промежуточных элементов полной высоты, 9 ковшей косоугольного резания и между ними 9 промежуточных режущих элементов неполной высоты, 9 ковшей косоугольного резания и между ними 9 клыков-зубьев.

В результате экспериментов было установлено следующее. При установке на роторе 9 ковшей экскаватор работал неустойчиво, подвергался сильным толчкам и колебаниям. Коэффициент динамичности нагрузки на валу ротора в этом случае достигал значительной величины и в среднем составил 1,4, а единичные значения превышали 2,6.

При установке на роторе 9 ковшей и 9 промежуточных режущих элементов полной высоты (что равноценно удвоению числа ковшей) коэффициент динамичности снижался примерно на 17% и составлял в среднем 1,2, а максимальные единичные значения не превышали 2,0. Удельная энергоемкость процесса экскавации в этом случае увеличивалась на 25% по сравнению с удельной энергоемкостью экскавации при 9 ковшах.

При установке на роторе 9 ковшей и 9 промежуточных режущих элементов неполной высоты, либо клыков-зубьев, коэффициент динамичности снижался в среднем на 10%, а удельная энергоемкость экскавации повышалась на 6-13% по сравнению с ротором, оснащенным 9 ковшами.

Регламентируемая ГОСТом кусковатость угля обеспечивалась при установке всех типов промежуточных режущих элементов.

Испытания показали, что наиболее эффективным исполнительным органом гравитационного типа экскаватора ЭРГ - 400Д применительно к условиям экибастузских разрезов является ротор, оборудованный 9 ковшами и 9 промежуточными режущими элементами полной высоты. При этом динамические нагрузки, действующие на рабочий орган в процессе экскавации, снижаются в наибольшей мере.

Как уже отмечалось, уменьшению размеров куска экскавируемого материала, т.е. увеличению степени его измельчения в процессе экскавации, обычно сопутствует возрастание удельной энергоемкости экскавации. Это экспериментально подтвердилось при установке на роторе промежуточных режущих элементов.

В процессе инструментальных замеров определялись дополнительные напряжения при эксплуатационных режимах в основных элементах несущих конструкций. Установлено, что величины дополнительных напряжений в основном не достигали опасных для прочности конструкций экскаватора значений, за исключением напряжений в подвеске разгрузочной стрелы.

Результаты испытаний показали, что экскаватор ЭРГ-400Д больше соответствует условиям добычных работ, чем РЭ-2 и ЭРГ-350/1000-2М. При его создании был учтен уже накопленный опыт применения роторных экскаваторов на разработке крепких углей. При этом была выявлена конструкция рабочего органа, наиболее соответствующая условиям добычных работ Экибастузского бассейна.

В процессе опытной эксплуатации конструкция многих узлов экскаватора была усовершенствована, на роторном колесе установлены промежуточные режущие элементы.

В 1967 году экскаватор принят в эксплуатацию для разработки предварительно разрыхленного взрывом экибастузского угля с расчетным удельным усилием копания 1,0 МПа.

За период испытаний и опытной эксплуатации (1966-1969 гг.) экскаватором ЭРГ-400Д нагружено 3679 тыс.т угля и 337 тыс.м³ пород внутренней вскрыши. Максимальная годовая производительность экскаватора, достигнутая в 1968 году, составила 1713 тыс. тонн угля и 106 тыс.м³ породы, максимальная часовая производительность - 187,2 т/ч.

Таким образом, опытно-промышленная эксплуатация экскаватора ЭРГ-400Д подтвердила целесообразность применения роторных экскаваторов для разработки крепких углей. Логично отметить, что экскаватор ЭРГ-400Д в отличие от своих предшественников (ЭРГ-350/1000-2М, РЭ-1, РЭ-2) явился первым образцом отечественного добычного роторного экскаватора, успешно прошедшим опытную эксплуатацию и принятым Государственной межведомственной комиссией.

В июле 1969 года эксплуатация рабочего органа с гравитационной разгрузкой на экскаваторе ЭРГ-400Д была прекращена в связи с

монтажом и последующими испытаниями рабочего органа с инерционной (центробежной) разгрузкой.

Испытания рабочего органа с центробежной разгрузкой, смонтированного на экскаваторе ЭРГ-400Д, были начаты в августе 1969г.

Рабочий орган с центробежной разгрузкой ковшей (рис.21) явился новым техническим решением как в отечественной, так и зарубежной практике роторного экскаваторостроения. Главная цель испытаний нового органа - проверка его работоспособности, определение эффективности использования и отработка конструктивных параметров в условиях экскавации крепких углей с целью создания серийной конструкции, а также установления рациональной области его применения.

Во время промышленных испытаний экскаватор ЭРГ-400ДЦ отработывал блоки правым и левым забоями на участке № 2 разреза «Центральный». Высота уступа колебалась в пределах 8-12 м, угол падения пластов 45-60°. Коэффициент крепости угольного пласта составлял 2-2,5, отдельные значения не превышали 3.

Анализ результатов инструментальных замеров, проведенных в 1969-1970 гг. на экскаваторе с центробежным ротором работниками объединения «Экибастузуголь» института «УкрНИИпроект» и Донецкого машвазода, показал, что окружное и боковое усилия на роторе центробежного рабочего органа существенно меньше, чем на гравитационном роторе той же производительности. Незначительно от-

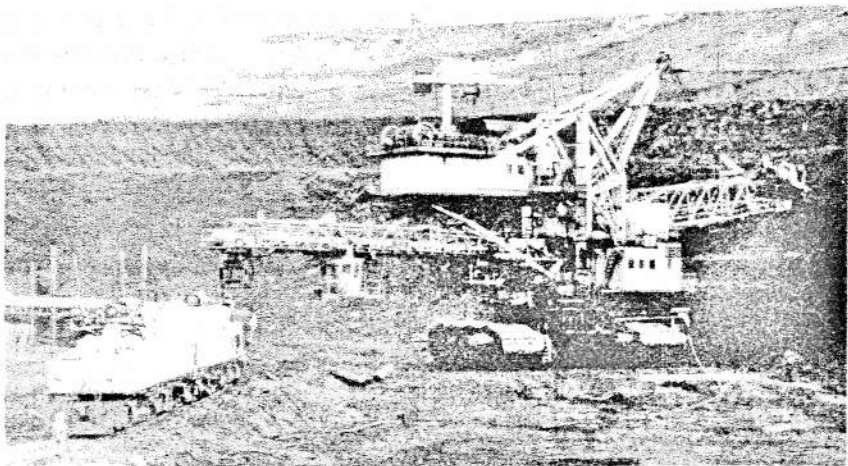


Рис.21. Роторный экскаватор ЭРГ-400ДЦ с центробежной разгрузкой ковшей

личались величины коэффициентов динамичности этих параметров, и наблюдалось резкое падение скорости поворота верхнего строения экскаватора (как следствие нежесткой механической характеристики привода) при выходе на крепкие угли под действием бокового усилия величиной примерно 40 кН. Это снижало производительность машины на 30-40% при разработке крепких забоев. Средняя мощность двух двигателей привода ротора при экскавации угля составляла 250-370 кВт, при экскавации породы - 480-510 кВт. Энергоемкость процесса копания составила: по угольному забою в целике 1,15 - 1,58 МДж/м³, по породному забою в целике - 2,88 - 3,16 МДж/м³.

Удельное сопротивление копанию рабочим органом с центробежной разгрузкой составили: для угля - 0,8 - 1,2 МПа, для породы - 1,9 - 2,2 МПа.

Сопоставительный анализ результатов инструментальных замеров на экскаваторе ЭРГ-400Д с гравитационным и центробежным роторами показал, что амплитуды напряжений от динамических нагрузок в основных элементах конструкций экскаватора с центробежным рабочим органом (металлоконструкция и подвеска роторной стрелы, пилон, тяги пилона и консоли противовеса, металлоконструкция консоли и нижней части надстройки и др.) в среднем в 1,5 - 2 раза, а в элементах крепления разгрузочной стрелы - в 2-6 раз ниже, чем при работе экскаватора с гравитационным ротором. Исключение составили лишь нагрузки на поясах разгрузочной стрелы от колебаний в горизонтальной плоскости: при гравитационном роторе напряжения от всех нагрузок в 1,5 раза ниже, чем при центробежном.

Были проведены специальные наблюдения за износом зубьев и ковшей центробежного ротора в забоях различной крепости. Исследовались 2 типа зубьев: зуб, наплавленный рэлитом ТЗ, и зуб, наплавленный высокохромистым чугуном. Износостойкость зубьев, наплавленных электродами Т-620 или Т-590 (применяемых на серийных роторных экскаваторах) на разработке мягкого угля, в 1,3 раза ниже рэлитовых, а на крепком угле они равноценны. Однако себестоимость рэлитовых зубьев выше серийных, поэтому применение зубьев с наплавкой рэлитом на разработке крепкого угля не рекомендовалось.

Зубья, наплавленные высокохромистым чугуном, на разработке угля с крепкими породными прослойками испытывались впервые. Технология изготовления таких зубьев разработана Донецким Политех-

ническим институтом и внедрена на Донецком машзаводе, она освоена также на заводе РГТО объединения «Экибастузуголь». Испытания показали, что износостойкость режущей части нового зуба в 3-3,5 раза выше, чем зуба, наплавленного электродами Т-620. Это позволило считать зубья, наплавленные высокохромистым чугуном, более эффективными при разработке крепких углей.

За период испытаний (август 1969г. - июль 1970г.) экскаватором погружено 2320 тыс.т угля и 98 тыс.м³ породы.

По данным наблюдений, проведенных во время приемочных испытаний при работе машины как по целику, так и по взорванному забою, производительность экскаватора составила: средняя за время хронометража - 1285, максимальная - 2090 т/ч, средняя за 12-часовую смену - 6622 т, максимальная - 9156 т.

Данные исследований и опыт эксплуатации центробежного ротора на экскаваторе ЭРГ-400ДЦ свидетельствуют о заметных преимуществах его по сравнению с рабочим органом гравитационного типа. Благодаря высокой угловой скорости ротора достигается примерно двухкратное снижение концевых нагрузок на роторную стрелу, что позволяет уменьшить массу машины на 30-40% при прочих неизменных параметрах или увеличить производительность, удельное усилие, либо радиус копания. Симметричная компоновка ротора относительно приемного конвейера, а также возможность размещения выходной ступени привода ротора внутри роторного колеса (полость его при наружной разгрузке остается свободной от потока экскавируемого материала) позволили сравнительно просто достичь необходимых углов расположения оборудования на рабочем органе и тем самым обеспечить работу экскаватора правым и левым забоями при двух видах стружки - вертикальной и горизонтальной - и устранить холостой перегон машины вдоль фронта работ. Вследствие уменьшения сечения стружки и повышения скорости резания значительно снижается кусковатость экскавируемого материала, что улучшает условия работы конвейеров. За счет высокой частоты входа ковшей в массив при уменьшенном сечении стружки существенно уменьшаются динамические нагрузки на основные несущие конструкции машины. Малый диаметр ротора позволяет развивать номинальную производительность при меньших высотах слоя, что способствует более эффективной селективной выемке сложноструктурных пластов. Благодаря увеличению радиуса копания (26,85 м про-

тив 24,2 м) ширина заходки возросла с 24 до 26,8 м, соответственно увеличен шаг передвижки железнодорожных путей.

В то же время, как показали испытания, рабочий орган с центробежной разгрузкой не лишен существенных недостатков. Вследствие роста удельного сопротивления копанию при увеличении скорости резания, уменьшении сечения стружки и увеличения энергозатрат на преодоление трения породы о направляющие поверхности (забой и щиток) и разгона ее до скорости движения ковшей возрастает энергоемкость процесса экскавации. Резкое уменьшение производительности и увеличение динамичности при работе горизонтальными стружками существенно снижает эффективность работы этим способом (особенно в забоях с повышенной крепостью). Усложняется управление процессом копания в связи с более интенсивным по сравнению с гравитационным ротором пылеобразованием в зоне резания, что ухудшает также и условия работы обслуживающего персонала. Увеличение скорости вращения ротора привело к возрастанию износа зубьев и режущих кромок ковшей.

В декабре 1970 года опытно-промышленный образец центробежного рабочего органа принят Государственной межведомственной комиссией в промышленную эксплуатацию с производительностью 1400 т/ч при удельном усилии копания до 1,2 МПа и 1000 т/ч при удельном усилии копания 1,6 МПа.

Результаты испытаний и длительной эксплуатации рабочего органа с центробежной разгрузкой на экскаваторе ЭРГ-400ДЦ позволили сделать следующие выводы: рабочий орган с центробежной разгрузкой является перспективным видом рабочего оборудования и наиболее эффективно может быть использован при разработке крепких углей и пород, склонных к кускообразованию; оборудование экскаватора ЭРГ-400Д центробежным ротором расширило возможности этого экскаватора при отработке крепких забоев за счет повышения удельного усилия копания, снижения динамических нагрузок на машину и уменьшения кусковатости экскавируемого материала; повышенное расчетное усилие копания центробежного ротора (1,6 МПа) по сравнению с гравитационным ротором (1,0 МПа) в значительной мере поглощается увеличенной на 25-35% удельной энергоемкостью экскавации центробежным ротором. Поэтому для разработки экибастузского угля расчетное усилие копания центробежного ротора должно быть примерно на 30% выше, чем гравитационного.

При серийном изготовлении рабочего оборудования с центробежным ротором для дальнейшего совершенствования его конструкции необходимо: увеличить число разгрузок ковшей на 10-15% во избежание кратности частот собственных и вынужденных колебаний металлоконструкций экскаватора; увеличить жесткость корневых сечений роторной и разгрузочной стрел; устранить источник колебаний нагрузки высокой частоты в трансмиссии привода ротора; увеличить момент от веса рабочего органа относительно шарнира его соединения со стрелой.

Промышленные испытания роторного экскаватора ЭРП-1250

В первом полугодии 1974 года силами института «УкрНИИпроект» и объединения «Экибастузуголь» проведены промышленные испытания опытного образца роторного экскаватора ЭРП-1250, который изготовлен Донецким машзаводом (рис. 22).

Испытания проводились на южном крыле разреза «Центральный» в забое, представленном средней частью пласта 3 (пачки «в», «г», «д», «е») и включавшем угольный и породный участки. Угольный

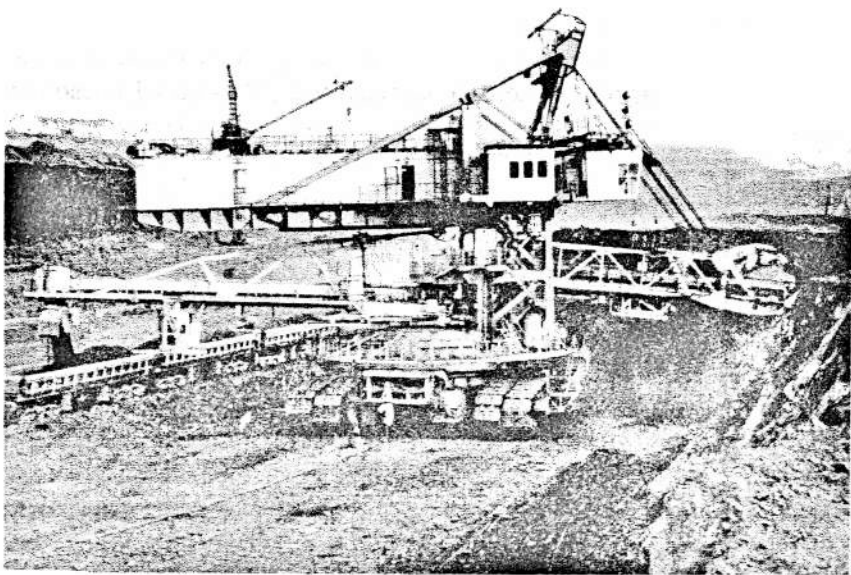


Рис.22. Роторный экскаватор ЭРП-1250. Опытный образец

участок (пачка «в») представлял собой сильно трещиноватый массив хрупкого угля с коэффициентом крепости по М.М.Протоdjяконо-ву 1,0 - 1,6. Породный участок (часть пачек «г» и «д») представлял массив часто чередующихся углистых и слабоуглистых аргиллитов со слабо развитой трещиноватостью (коэффициент крепости 1,6 - 3,6), Угол падения пластов составлял 60°.

Породный участок забоя отрабатывался вертикальными и горизонтальными стружками с производительностью 1000-1400 м³ /ч, угольный участок - вертикальными стружками с производительностью 2200 - 2500 м³ /ч.

Селективная обработка забоя наклонными слоями (при одновременной боковой подаче ротора и подъема роторной стрелы) осуществлялась на угольном участке забоя. При этом наклон траектории движения ротора к горизонту изменялся в диапазоне 25-70°.

В процессе работы на экскаваторе исследовалась загрузка приводов всех рабочих механизмов машины, а также нагружение основных узлов и металлоконструкций.

Характеристики нагружения основных приводов рабочего оборудования опытного образца экскаватора ЭРП-1250 при соответствующих значениях удельного сопротивления копания приведены в табл.11.

Таблица 11

Показатели	Угольный забой			Породный забой		
	Вертикальная стружка			Горизонтальная стружка		
	Высота слоя, м					
	0,73	0,55	0,72	0,56	0,38	0,57
1	2	3	4	5	6	7
1. Производительность, м³/ч	2500		1250		1000	
2. Расчетная толщина стружки, см	56		22-28		22	
3. Привод ротора: коэффициент загрузки,	0,85	0,8	1,05	1,02	1,00	1,05
окружное усилие Р _к на роторе :						
среднее усилие, МН	9,0	8,4	13,9	12,7	12,0	12,3

1	2	3	4	5	6	7
дисперсия, МН	8,5	7,5	14,0	12,5	12,0	13,0
Коэффициент динамичности	1,60	1,63	1,48	1,58	1,63	1,59
4. Привод поворота: коэффициент загрузки,	0,35	0,25	0,95	0,65	0,50	0,75
боковое усилие P_b , на роторе МН,	2,6	2,3	9,9	6,9	5,2	9,0
отношение P_b/P_o	0,29	0,27	0,7	0,55	0,48	0,68
5. Удельное сопротивление копания, МПа:						
среднее	0,55	0,45	1,78	1,56	1,36	1,56
максимальное	0,75	0,65	2,40	2,30	9,16	2,21

Из приведенной таблицы видно, что реализация расчетных значений K_F и Q осуществлялась при номинальной нагрузке приводов. Загрузка остальных механизмов экскаватора в расчетных режимах его работы также не выходила за пределы номинальных значений. Таким образом, силовые и энергетические параметры приводов и механизмов экскаватора удовлетворяли физическим нагрузкам при соответствии удельного сопротивления копания расчетным значениям производительности.

Исследования металлоконструкций экскаватора показали, что с точки зрения нагруженности несущая металлоконструкция выполнена с достаточным запасом прочности. Максимальные суммарные напряжения в элементах стрелы ротора, разгрузочной стрелы, надстройки были ниже допустимых значений, что позволило выявить резервы снижения массы машины.

Колебания экскаватора характеризовались плотным частотным спектром с четко выраженными пиками, соответствующими основным частотам собственных колебаний. При эксплуатационных режимах работы наблюдались резонансные колебания разгрузочной стрелы, вызванные близостью парциальной частоты стрелы к частоте входа - выхода ковшей ротора. Размахи динамических напряжений при этом достигали 24 МПа в ряде элементов стрелы.

Произведенные расчеты на усталость с учетом полученных экспериментальных данных указывают на возможность усталостных повреждений ряда узловых соединений элементов (раскосов боко-

вых ферм стрелы ротора, разгрузочной консоли и портала надстройки). Это объясняется главным образом высокими амплитудами колебаний напряжений (10-30 МПа), а также большими коэффициентами напряжений в связи с использованием трубчатых элементов.

Промышленные испытания роторного экскаватора ЭРП-1250 показали, что основные геометрические параметры его соответствуют технико-экономическим требованиям и паспорту. Государственной приемочной комиссией он был принят в эксплуатацию, при этом были разработаны мероприятия по доводке машины, улучшавшие ее эксплуатационные качества. Главные из них:

- снижение амплитуд колебаний напряжений и уменьшение коэффициентов концентрации в некоторых элементах металлоконструкции и повышение таким образом их долговечности;
- улучшение обзора рабочего органа и зоны экскавации из кабины управления экскаватором;
- улучшение санитарно-гигиенических условий на рабочих местах (снижение вибрации);
- исключение попадания в железнодорожные вагоны некондиционных кусков угля и др.

Проведение этих мероприятий позволило ещё больше повысить эксплуатационную надежность экскаватора и его эффективность при разработке горной массы повышенной крепости.

Промышленные испытания экскаватора СРс(к) – 470

В 1969 году на участке № 2 бывшего разреза «Центральный» начались промышленные испытания первого роторного экскаватора СРс(к)-470 германского производства («Лауххаммерверк») (рис.23). Машина создана на базе серийного экскаватора СРс-470, при этом был изменен ротор, оборудованный ковшами специальной конструкции, увеличено их число с 8 до 16, удвоена мощность привода ротора, укорочена стрела, изменена ходовая часть и усилена конструкция всей машины.

Специалисты объединения «Такраф» и завода считали, что, внося вышеуказанные конструктивные изменения и увеличив мощность привода ротора до 500 кВт, можно достичь усилия копания 3,0 - 2,6 кН/см периметра режущей кромки зубьев ковша (2,1 - 1,7 МПа) при производительности 1100-1400 м³/ч и обеспечить эффективную разработку крепких углей. Однако испытания не подтвердили этих расчетов.

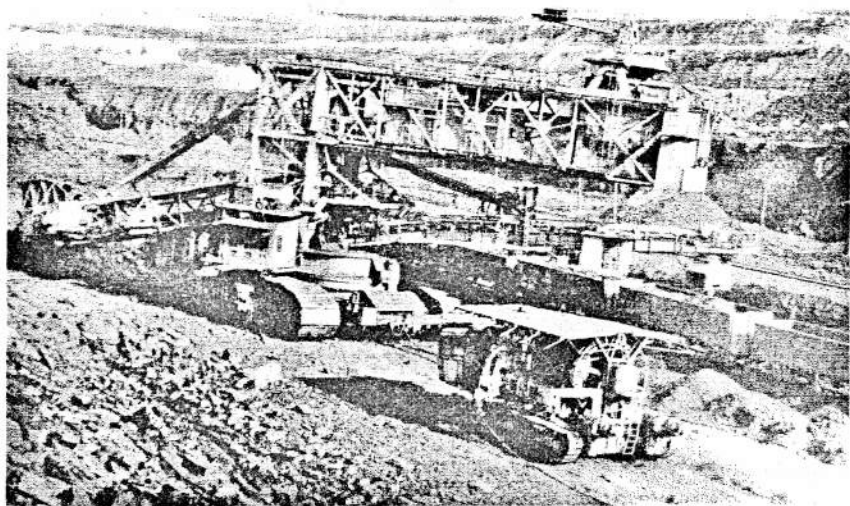


Рис.23. Роторный экскаватор СРс(к)-470 германского производства

Первые семь месяцев промышленные испытания проводились без нагрузки и под нагрузкой, а с апреля 1970 года экскаватор работал в режиме доказательства гарантированной производительности. Для этой цели был выделен экспериментальный участок длиной 425 м при ширине заходки 22 м. Общий объем блока составил около 126 тыс.м³, из них 75,4% с крепостью угля и прослойков до 2,5; 17,3% - до 3,5; 6,3% - до 5,0 и 1% - более 5. За время доказательства гарантированной производительности (апрель-июль 1970г.) максимальная часовая производительность составила 1500 м³/ч, средняя - 1230 м³/ч; максимальная суточная - 19820 м³, средняя суточная - 13500 м³.

Доказательство гарантированной производительности явилось составной частью широких промышленных испытаний, которым были подвергнуты три из семи поставленных на экибастузские разрезы роторных экскаваторов типа СРс(к)-470. Промышленные испытания были проведены силами объединения «Экибастузуголь» и института «УкрНИИпроект».

Целью промышленных испытаний была оценка соответствия экскаваторов СРс(к)-470 контрактным условиям и эффективности их применения на разработке каменного угля на разрезах объединения «Экибастузуголь». При исследовании были реализованы рабочие и экстремальные режимы экскавации в представительных забоях раз-

резов «Центральный» и «Богатырь» при различной категоричности пород и параметров режимов (копание угля и пород поперек и вдоль напластования, в верхней и нижней частях забоя— горизонтальной и вертикальной стружками при высоте слоя 4,5 -2,2 м, толщине стружки 0,15 - 0,45 м, числе ссыпок в минуту 81, 91, 105, 112 и 154). Испытания проводились в 1970-1971 гг. на экскаваторах СРс(к)-470 с заводскими номерами 393, 395 и 396 с регистрацией электромеханических параметров главных приводов и напряжений в основных элементах несущих металлоконструкций. Методом импульсного возбуждения металлоконструкций в сочетании с теоретическими расчетами на ЭВМ исследовались динамические характеристики экскаватора (частоты собственных колебаний, динамические податливости, декременты колебаний). Была оценена точность работы автоматических и измерительных систем, надежность основных механизмов и узлов экскаваторов.

В результате испытаний были определены силовые, энергетические и динамические характеристики рабочих нагрузок приводов и металлоконструкций. В табл. 12 приведены средние значения силовых и энергетических характеристик рабочих нагрузок.

Таблица 12

Характеристики	Разрезы, заводские номера экскаваторов		
	“Центральный”, 393	“Богатырь”, 395	“Богатырь”, 396
1	2	3	4
Число разгрузок ковшей, в сек.	1,3; 1,5	1,3; 1,5; 1,7	1,9; 2,6
Производительность в плотном теле, м ³ /ч	650-950	800-1100	480-800
Удельная энергоемкость экскавации, МДж/м ³	1,58	0,90	1,62
Удельное сопротивление копанию разрабатываемых пород, МПа	1,31	0,46	1,17
Коэффициент загрузки привода ротора (по мощности)	0,79	0,43	0,63
Коэффициент загрузки привода механизма поворота (по току)	1,10	0,50	0,87
Отношение бокового усилия к касательному	0,78	0,56	1,33

Анализ осциллограмм нагрузок на рабочее оборудование и несущие конструкции экскаватора при разработке угольных пачек и породных прослоек показал, что возникающие весьма энергичные колебания нагрузок приводили в условиях забоев повышенной крепости к недопустимым максимальным значениям нагрузок, превышающим предельные паспортные. Однако даже в этих условиях среднее силовое нагружение рабочего оборудования не превышало 65-75% от среднего паспортного, что свидетельствовало о недостаточной жесткости конструкции экскаватора для реализации номинальной мощности привода ротора.

Известно, что наиболее существенно на значение удельного сопротивления копанию K_F влияет среднее сечение стружки $F_{ср}$.

При копании горизонтальными стружками наблюдался рост на 30% значений K_F в сравнении с вертикальными стружками.

Боковая составляющая силы копания P_b , как и нагрузка электропривода механизма поворота верхнего строения, была в ряде режимов выше расчетной, что приводило к перегрузкам механизмов и привода поворота на 25-30%. Особенно интенсивно возрастала боковая нагрузка (на 60-80%) при толщине стружки более 0,35 м, что связано с неудачной ориентацией боковых зубьев и трением о забой карманов зубьев.

Исследования показали, что коэффициент крепости породы по шкале проф. Протодяконова оказывает существенное влияние на боковую нагрузку и меньше - на удельное сопротивление копанию.

Изменение скорости ротора и, следовательно, числа ссыпок особенно существенно сказывалось на колебаниях роторной стрелы. Среднеквадратическое отклонение усилия в подвеске оказалось наибольшим при 1,5 ссыпок/сек. (вертикальные стружки) и при 1,3 и 2,6 ссыпок/сек. (горизонтальные стружки), а наименьшим - при 1,9 ссыпок/сек. Установлено также увеличение амплитуды колебаний усилий в подвеске при уменьшении высоты слоя. С учетом влияния указанных внешних факторов на величину и характер рабочей нагрузки были определены рациональные установочные параметры режимов копания (табл.13) при одинаковом числе ссыпок 1,9 в секунду.

Показатели	Номера режима							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Высота слоя, м	2,9	3,3	3,8	4,5	2,9	3,3	3,8	4,5
Толщина стружки, м	0,30	0,25	0,20	0,25	0,25	0,20	0,20	0,20
Скорость поворота, м/с	0,31	0,31	0,31	0,30	0,29	0,22	0,29	0,22
Производительность в плотном теле, м ³ /ч	970	920	1050	1000	960	650	800	720

При испытаниях были выявлены экстремальные с точки зрения динамики режимы копания при резании единичными ковшами (планировка подошвы, перераспределение слоев, копание слоя с пологозалегающим в нем породным прослойком малой мощности с коэффициентом крепости более 3,5), когда из-за интенсивных колебаний всей машины приходилось прекращать экскавацию.

Наблюдения за работой экскаватора СРс(к)-470 позволили выявить основные его недостатки и выработать рекомендации по их устранению.

Экскаватор СРс(к)-470 № 393 со времени приёма в эксплуатацию (август 1970г.) осуществлял экскавацию только предварительно разрыхленной взрывом горной массы (как и все другие машины этого типа). Максимальная месячная производительность экскаватора составила 421 тыс.т. Несмотря на длительные простои экскаватора, связанные с испытанием, экспериментальными исследованиями и реконструкцией отдельных узлов, в 1970 году экскаватором погружено более 2300 тыс.т угля и 76 тыс.м³ породы. При экскавации взорванного угля значительно снижаются динамические нагрузки на основные узлы экскаватора, увеличивается срок службы машины и особенно быстроизнашивающихся частей ротора (зубьев, ковшей и др.).

Уменьшение динамических нагрузок при разработке взорванного угля вполне логично и закономерно, так как при взрывании «на встряхивание» значительно снижаются прочностные связи в массиве.

Ухудшение технико-экономических показателей применения экскаватора при разработке целика (себестоимость на 30% выше) вызва-

но основными конструктивными недостатками машины: недостаточные жесткость конструкции экскаватора и прочность его отдельных узлов; малый коэффициент запаса (порядка 1,25) предохранительной муфты привода ротора; статически неопределимая относительно вертикальных нагрузок схема опирания экскаватора на опорную поверхность, что приводило к аperiodическому изменению опорных точек (т.е. раскачке машины) при разработке целика. Второй из перечисленных недостатков явился следствием первого, так как при увеличении коэффициента запаса муфты пропорционально возрастает уровень нагружения основных конструкций. Поскольку экскаватор СРс(к)-470 был модернизированным вариантом машины с нормальным усилием копания, допустимый уровень нагружения был принят конструкторами предприятия «Лауххаммерверк» таким же, как и для узлов базовой машины.

Указанные недостатки не позволили машине длительно реализовать установленную мощность привода ротора, а следовательно, и расчетное усилие копания, вследствие чего возникали частые отказы, и в результате - относительно низкие эксплуатационная производительность и технико-экономические показатели экскаватора при разработке крепкого каменного угля.

Поэтому в конструкцию экскаватора СРс(к)-470 был внесен ряд изменений и новшеств, позволивших значительно увеличить надежность работы машины и удобство в обслуживании.

На основе более полного и глубокого анализа результатов испытаний и опыта последующей эксплуатации, теоретических расчетов и конструктивных проработок были определены основные направления по совершенствованию конструкции роторных экскаваторов СРс(к)-470 применительно к условиям экибастузских разрезов, основные из которых приведены ниже.

Мероприятия

Установить на роторе оптимальное число ссыпок в сек.-1,9.

Усилить сечения поясов и раскосов вертикальных ферм стрелы ротора.

Их результаты

Снижение динамичности входной нагрузки на 10% и напряжений на подвеске стрелы ротора на 25-35%.

Уменьшение максимальных напряжений на 15-20%.

Оптимизировать процесс разгона привода поворота разгрузочной стрелы путем его автоматизации.

Разработать автоматическое устройство, отключающее привод механизма поворота верхнего строения и включающее лебедку стрелы ротора на подъем при достижении предельного уровня колебаний оборудования.

Уменьшение максимальных напряжений в корневом сечении разгрузочной стрелы на 30-40%.

Исключение опасных колебаний, могущих привести к аварии, и увеличение долговременной прочности несущих конструкций.

Промышленные испытания роторного экскаватора СРс(к) - 2000

Роторный экскаватор СРс(к)-2000 (рис.24), изготовленный народным предприятием «Лауххаммерверк» б. ГДР, создан по техническим условиям Минуглепрома б. СССР для разработки крепких углей и пород при низких температурах. Поскольку не было опыта эксплуатации машин этого типа при разработке крепких углей, были проведены его испытания и экспериментальные исследования, которые включали: исследование динамических свойств несущих металлоконструкций и динамики экскаватора при его работе, испытания автоматических и измерительных систем, исследование нагрузочных и энергетических характеристик рабочего оборудования, испытания ленточных конвейеров, эксплуатационно-технические наблюдения и оценка надежности, технологические испытания.

Промышленные испытания проводились силами института «УкрНИИпроект» и объединения «Экибастузуголь» на разрезе «Богатырь» в зимний период 1972-1973 гг. Разрабатываемый забой был представлен сильно трещиноватым углем с коэффициентом крепости 1,1-1,55.

Забой содержал прослойки песчаников, алевролитов и слабоуглистых аргиллитов с коэффициентом крепости до 5. Ниже приведены данные по содержанию в массиве горной массы различной крепости.

Коэффициент крепости	1	1,1-2,5	2,6-3	3,1-4	4,1-5	1-5
Содержание в массиве, %	26,9	59,2	3,5	9,7	0,7	100

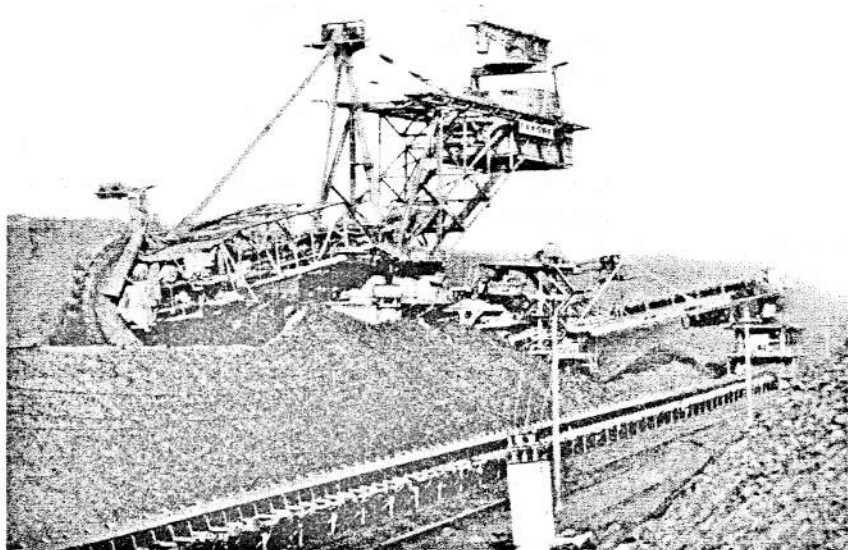


Рис.24. Роторный экскаватор СРс(к)-2000. Погрузка угля на забойный конвейер (разрез “Восточный”)

В среднем коэффициент крепости составлял 1,6. В целом массив экспериментального участка забоя был представлен слабыми разностями угля и породными включениями средней крепости, ибо в нем не содержались породы с $f > 5$, а основная часть массива (86%) имела $f < 2,5$.

Методика проведения промышленных испытаний роторного экскаватора СРс(к)-2000 в основном аналогична методике проводимых ранее испытаний. А к этому времени прошли испытания экскаваторы ЭРГ-400Д и ЭРГ-400ДЦ, СРс(к)-470, созданы и внедрены отечественные экскаваторы производительностью 1250 м³/ч, способные работать в суровых климатических условиях восточных районов б. СССР.

Анализ результатов проведенных промышленных испытаний и экспериментальных исследований СРс(к)-2000 позволил сделать следующие основные выводы.

В несущей металлоконструкции экскаватора проявлялись до 8 основных частот собственных колебаний, в трансмиссии ротора - в основном частота колебаний привода ротора на упругой опоре при работе экскаватора:

- в окружном усилии ротора преобладали частоты колебаний экскаватора в вертикальной плоскости по первому тону (2,8 рад/с) и колебаний трансмиссии ротора на упругой опоре (18,4-21,6 рад/с);

- в нагрузках по элементам конструкции роторной стрелы - частоты крутильных колебаний стрелы (9,25; 12,25 рад/с) близкие к частоте сыпкок;

- в нагрузках по элементам консоли противовеса - частота колебаний экскаватора в вертикальной плоскости по первому тону (2,8 рад/с) и парциальная частота колебаний консоли противовеса (8,25 рад/с);

- в нагрузках привода механизма поворота - частоты, вызванные неравномерной крепостью разрабатываемых слоев (0,3-1,1 рад/с), и частота собственных колебаний рабочего оборудования в горизонтальной плоскости (3,5 рад/с);

- в разгрузках по элементам разгрузочной стрелы - частота вертикальных колебаний стрелы (7,5 рад/с).

При коэффициенте крепости разрабатываемых углей и пород 1,1 - 2,2 силовые и энергетические параметры основных приводов рабочего оборудования имели следующие средние значения: коэффициенты загрузки привода ротора по мощности - 0,48 и привода механизма поворота по току двигателей - 0,43 энергоёмкость экскавации - 0,94 МДж/м³, окружное усилие - 200 кН, удельное усилие копания - 0,37 МПа, отношение боковой силы к касательной - 0,9.

Средние значения удельного усилия копания в 2-3 раза меньше значений, полученных при испытаниях в тех же условиях экскаваторов СРС(к)-470. Это связано с повышенной (в 2-3 раза) номинальной площадью среднего сечения стружки.

При увеличении числа одновременно режущих зубьев, что имеет место при росте значений толщины стружки или высоты подступа, удельное усилие возрастает.

В режимах копания горизонтальной стружкой средние значения K_r на 25%, а боковой нагрузки на 15% выше, дисперсии же окружной нагрузки ниже в сравнении с режимом копания вертикальной стружкой.

Боковая нагрузка при правой подаче в 1,5 раза больше, чем при левой. При увеличении толщины стружки с 28-30 до 35 см, а также при ее уменьшении до 16-20 см, боковая нагрузка возрастает на 30%. В первом случае это связано с включением в работу боковых зубьев, а во втором - с участием в резании обоих передних зубьев ковша из-за большой ширины стружки.

В связи с различием механических характеристик двигателей привода ротора, при реализации паспортных значений окружного усилия 486 кН (при 1,5 ссыпках в сек.) и 600кН (1,2 ссыпках в сек.) первый двигатель загружается по средней мощности на 93-100%, а второй - на 107-116%. Для условий разреза «Богатырь» номинальная нагрузка наиболее нагруженного двигателя ожидалась при глубине разработки пластов 50 м горизонтальными и 75-100 м вертикальными стружками.

Среднее и среднемаксимальное значения коэффициента динамичности окружного усилия в трансмиссии привода ротора равнялись 1,5 и 1,7 и практически не зависели от изменения среднего значения усилия. Такая вариация нагрузок в системе электропривода ротора явилась в основном следствием возникновения в системе резонансной частоты (18,4 - 21,6 рад/с), определяемой упругостью опоры редуктора, и колебаний экскаватора в вертикальной плоскости (2,8 рад/с).

При данной вариации нагрузок длительная надежная эксплуатация экскаватора в режиме номинальной нагрузки привода по средней мощности невозможна.

Среднее и среднемаксимальное значения коэффициента динамичности тока двигателей механизма поворота верхнего строения равнялись 1,3 и 1,9 и несколько уменьшались с ростом среднего значения.

В эксплуатационных режимах работы несущие металлоконструкции верхнего строения экскаватора испытывали резонансные колебания.

При номинальной нагрузке привода ротора по средней мощности средние амплитуды динамических напряжений в основных элементах металлоконструкций верхнего строения достигали 35-56 МПа, а среднемаксимальные в наиболее нагруженном элементе - 100 МПа.

При таком уровне динамических напряжений невозможна длительная надежная эксплуатация экскаватора, поскольку за весьма короткий срок могут возникнуть усталостные повреждения.

Определяющим граничным условием устойчивой и надежной работы экскаватора является допустимый уровень средней амплитуды динамического напряжения в наиболее нагруженном элементе корневой части консоли противовеса. Согласно этому условию предельно допустимый коэффициент загрузки привода ротора по мощности должен быть 0,69 (при 1,5 ссыпках в сек.) и 0,56 (1,2 ссыпках в сек.).

Система управления электроприводом механизма поворота верхнего строения отличалась низкой регулирующей способностью, что связано с недостаточным числом ступеней скорости и большой инерционностью системы.

При отработке подустапа высотой, равной радиусу роторного колеса R_p , в связи с ограниченной по паспорту величиной наезда ≤ 35 см, поддержание постоянной производительности не обеспечивалось в полном секторе поворота угла, равного $\pm 60^\circ$. Принятая технология погрузки и существующие системы управления роторным экскаватором не позволили обеспечить удовлетворительную точность погрузки угля в ж.-д. полувагоны (непостоянство потока на конвейерах экскаватора, большие колебания времени запаздывания начала или окончания перемещения состава относительно момента подачи сигнала, невозможность эффективного управления процессом погрузки при непрерывной работе на протяжении смены из-за высокой интенсивности работы машиниста погрузки). Наличие временной задержки в приводе поворота разгрузочной стрелы снижало качество погрузки угля в железнодорожный состав.

Конвейерные весы «Сиверт» измеряли массу угля, загружаемого в полувагоны, с погрешностью 4-6%, что не обеспечивало выполнение требований ГОСТа к точности погрузки.

При испытании устройств контроля и управления установлено, что погрешность отработки величины наезда, угла поворота стрелы, а также средней производительности по различным резам не соответствовали техническим требованиям. Не предусмотрено автоматическое поддержание заданного угла откоса уступа, в кабине машиниста ротора отсутствовали индикаторы мгновенной производительности и фактического значения толщины стружки. Неудачно расположены амперметры двигателей ротора (в кабине машиниста ротора), индикаторы мгновенной производительности и массы угля, загружаемого в вагон, кнопка возврата показаний индикатора массы угля (в кабине машиниста погрузки).

Средний уровень вибрации на рабочих местах (обе кабины машинистов) превышал допустимые нормы в 2-4 раза, шум в кабинах машинистов составлял 75 дБ, что также выше санитарных норм. Экскаватор СРс(к)-2000 из-за большого диаметра ротора не обеспечивал эффективную селективную отработку породных прослоек мощностью менее 2 м.

На основе результатов испытаний экскаватора СРс(к)-2000 выработаны рекомендации, направленные на обеспечение надежности несущей металлоконструкции и основных узлов машины, повышение надежности работы конвейеров и вспомогательных систем, повышение качества ведения процессов экскавации и погрузки угля в железнодорожные вагоны, улучшение условий технического обслуживания машины и работы персонала.

Для повышения надежности несущей металлоконструкции и основных узлов экскаватора, например, требовалось устранить в них резонанс, понизив вариации окружной нагрузки и динамические напряжения в наиболее ответственных элементах конструкции. До выполнения этого мероприятия эксплуатация экскаватора возможна при условии загрузки привода ротора по мощности до 70% (при 1,5 ссыпках в сек.) и 56% (1,2 ссыпках в сек.), что соответствовало окружному усилию 320кН, и разработке целика со средневзвешенным коэффициентом крепости $f \leq 1,8$ при горизонтальных и $f \leq 1,9$ при вертикальных стружках.

Для разработки более крепкого массива следовало понижать производительность ротора до 60% от номинальной, при работе с номинальной производительностью производить рыхление забоя буровзрывным способом.

Для повышения качества ведения процесса экскавации рекомендовался ряд конструктивных мероприятий, устраняющих недостатки, и соблюдение рациональных режимов экскавации:

- в условиях ограничения нагрузки привода ротора по динамичности, а также при селективной выемке породных прослоек работать горизонтальными стружками глубиной, равной радиусу ротора и толщиной 30-45 см;

- в условиях ограничения по средней нагрузке привода ротора работать вертикальными стружками высотой, равной радиусу ротора, и толщиной 30-45 см;

- в условиях ограничения по объемной производительности работать вертикальными стружками высотой, равной $4/3$ радиуса ротора, и толщиной 40-45 см.

Рекомендованы также пути устранения и всех других недостатков и дефектов, выявленных в процессе испытаний.

Таким образом, был обоснован и предложен необходимый объем реконструкции экскаватора в целях приспособления его для разработки крепких каменных углей Экибастузского бассейна.

В последующем силами завода-поставщика и объединения были выполнены некоторые работы по реконструкции. Проведенные после этого испытания показали, что увеличение жесткости фермы противовеса привело к заметному снижению динамических напряжений в перенапряженных элементах верхнего и нижнего поясов в корне стрелы противовеса. В то же время сохранился высокий уровень динамических напряжений в элементах верхнего пояса роторной стрелы (из-за совпадения ее собственной частоты изгибокрутильных колебаний с частотой чередования ковшей), в корневой стойке стрелы контргруза, в колонне подъёмного крана. Вибрации на рабочих местах машинистов стали ещё более превышать санитарные нормы.

Поэтому, несмотря на то, что этот экскаватор СРс(к)-2000 и другой такого же типа, включенный в работу в 1973 году, стали осуществлять разработку и отгрузку экибастузского угля, предварительно ослабленного взрывными работами, достигая в отдельные годы рекордной производительности (например, в 1975 - 6080,6 тыс.т, в 1976 - 5954,6 тыс.т, в 1977 - 5792,5 тыс.т), исследования с целью дальнейшего повышения надежности и эффективности их использования продолжались.

В табл. 14 приведена краткая техническая характеристика первых роторных экскаваторов, прошедших испытания и примененных на добыче экибастузского угля.

Таблица 14

Параметры	ЭРГ - 400Д	ЭРГ - 400ДЦ	СРс(к) - 470	СРс(к) - 2000	ЭРП - 1250
Теоретическая производительность в рыхлой массе при расчетных усилиях копания, м ³ /ч	1400	1250	1450	3500	1250
Расчетное усилие копания (среднее), МПа	0,92	1,6	1,67	1,66	1,5
Диаметр роторного колеса, м	6,4	3,14	6,7	11	6,5
Число ковшей (промежуточных режущих элементов), шт.	9/9	7	16	22	9/9
Вместимость ковша (без учета подковшового пространства), литр.	190	190	315	315	400

1	2	3	4	5	6
Частота вращения ротора, об/сек.	0,12	0,6	0,05/0,07	0,08/0,09	0,14
Высота верхнего копания, м	15	16	17	28	16
Глубина копания, м	1,0	0,7	1,5	3,5	1,0
Ширина заходки, м	24	27,5	22	55	26,0
Радиус копания, м	24,2	26,8	23,2	42,5	24,5
Радиус разгрузки, м	22,6	23,0	22,5	27	23,4
Мощность двигателя ротора, кВт	320	2 x 250	500	2 x 630	2 x 250
Подводимое напряжение, кВ	6	6	6	6	6
Удельное давление на грунт (среднее), МПа	0,11	0,110	0,137	0,137	0,140
Масса экскаватора (в рабочем положении), т	615	650	730	2160	1040

Таким образом, в период 1961-1973 годов на угольных разрезах Экибастузского бассейна было испытано 8 образцов разных типов и конструкций роторных экскаваторов различной производительности отечественного и зарубежного производства. В ходе промышленных испытаний пять образцов роторных машин были доведены до состояния, пригодного для промышленной эксплуатации в условиях разработки крепкого каменного угля. При этом было установлено, что выпускаемые отечественной и зарубежной промышленностью роторные экскаваторы могут работать на разработке сложноструктурных угольных пластов с большим количеством породных прослоек различной крепости и мощности в забоях, предварительно ослабленных взрывными работами. Было выявлено также, что отечественная промышленность в состоянии освоить производство роторных экскаваторов с повышенными усилиями копания с теоретической производительностью до 5000 т/ч.

§ 4. Совершенствование конструкций и внедрение роторных экскаваторов

Исследования и анализ работы лучших моделей роторных экскаваторов, выпускаемых в ФРГ, ГДР, ЧССР и других странах, показали, что ни одна из произведенных до 1965 года за границей машин, несмотря на многолетний опыт их создания, не может развивать удельные усилия копания более 0,9 МПа. Так, роторные экскаваторы, поставленные в 1964 году в СССР из ФРГ фирмами «Крупп» (ШРс-1500) и «Лауххаммер» (ШРс-500), имели удельные усилия, соответственно, 0,5 и 1,0 МПа; поставленные из ГДР в 1962-1965 гг. экскаваторы (СРс-130, СРс-1200 и СРс-2400) имели усилия 0,47 и 0,75 МПа и из ЧССР в 1962-1970 гг. (К-300 и КУ-800) - 0,6 и 0,9 МПа. Аналогичные характеристики имели роторные экскаваторы ЗЭР-500, ЭРГ-350, ЭРГ-400 и ЭРГ-1600, выпускавшиеся в СССР до 1965 года.

Параметры этих машин и конструкций их рабочего оборудования не позволили добиться нормальной работы даже при разработке мела и плотных глин. Кусковатость горной массы, как правило, в 2-3 раза превышала размер в 300 мм, податливость металлоконструкций (вследствие их значительных размеров) не обеспечивала стабильности нагружения основных узлов даже при удельных усилиях 0,6 - 0,9 МПа.

Промышленные испытания и опыт эксплуатации роторных экскаваторов РЭ-1, РЭ-2, РЭ-2Ц, ЭРГ-400Д на экибастузских разрезах показали, что выемка из целика крепких углей и вмещающих пород с удельным сопротивлением копания более 0,8 - 1,0 МПа приводила к существенному снижению производительности экскаватора (до 50%), повышенному расходу зубьев и ковшей в связи с их интенсивным износом и поломками, уменьшению сроков службы других узлов рабочего органа, высокому уровню динамических нагрузок и, в конечном итоге, увеличению простоев машин в ремонтах. Испытаниями установлено также, что при разработке роторным экскаватором угольного пласта с углом падения более 40° происходила подрезка слоев, которые, обрушаясь большими монолитными глыбами, выводили из строя рабочее оборудование и другие узлы экскаватора.

Таким образом, опытно-промышленная эксплуатация, испытания и анализ конструкций экскаваторов показали, что имевшиеся к 1965 году роторные экскаваторы отечественного и зарубежного производства не могли эффективно разрабатывать крепкие каменные угли из пластов сложного строения, включающих крепкие породные прослойки.

В связи с этим в б. СССР начаты работы по совершенствованию конструкций основных узлов, которые позволили бы применить имевшиеся типы роторных экскаваторов. Одновременно были начаты также комплексные исследования, направленные на создание новых типов роторных экскаваторов, способных еще более улучшить технико-экономические показатели разрезов при ускоренном росте объемов добычи угля.

Эффективность разработки крепкого каменного угля из пластов сложного строения Экибастузского бассейна во многом зависела от совершенства роторной техники, соответствия ее параметров специфическим условиям отработки, последующего использования угля на тепловых электростанциях. Поэтому при создании роторных экскаваторов, предназначенных для добычи экибастузского угля, потребовалось решить комплекс взаимосвязанных проблем: увеличение расчетного усилия копания, обеспечение необходимой стабилизации действующих нагрузок и требуемой жесткости несущих конструкций машин, обеспечение заданной кусковатости экскавируемого угля, уменьшение его потерь и разубоживания. В связи с этим был разработан ряд новых принципов совершенствования роторных экскаваторов, не имевших аналогов в мировой практике, - создание:

- гравитационного рабочего органа, обеспечивающего отработку крепкого каменного угля с заданной кусковатостью;
- основных базовых конструкций повышенной жесткости, обладающих высокой надежностью и долговечностью при повышенном коэффициенте динамичности ($K_d = 1,9-2,0$);
- скоростных рабочих органов с прямой центробежной разгрузкой;
- машин с уменьшенными линейными параметрами при высокой производительности и повышенных усилиях копания.

Созданию принципиально новых конструкций добычных роторных экскаваторов для условий Экибастузского бассейна предшествовало проведение комплекса научно-исследовательских, опытно-конструкторских и экспериментальных работ. Они были связаны с обоснованием и выбором рациональных компоновочных схем машин и их рабочих органов (гравитационных и центробежных) в зависимости от усилия копания, разработкой теории рабочего процесса экскаватора, обоснованием расчетных уровней нагружения различных элементов трансмиссии и несущих конструкций машин, разработкой методов стабилизации действующих нагрузок при выемке крепких каменных углей и породных включений, созданием инженерных методов расче-

та основных несущих конструкций машин для достижения их оптимальных весовых параметров за счет применения соответствующих материалов для работы в условиях низких температур, повышением износостойкости и долговечности наиболее нагруженных узлов и деталей экскаваторов, в частности, элементов режущих органов (ковшей, зубьев), основных приводов машин, узлов ленточных конвейеров и др.

Все эти работы были выполнены совместно институтами «УкрНИИпроект» и «Карагандагипрошахт», Донецким машзаводом им. Ленинского Комсомола Украины и объединением «Экибастузуголь» с участием ИГД им. А.А.Скочинского, Московского и Киевского инженерно-строительных, Московского и Днепропетровского горных институтов, Казахского Политехнического и ИГД АН Казахской ССР, ЦНИИС Минтрансстроя СССР, Ново-Краматорского завода тяжелого машиностроения.

Промышленные испытания и опытная эксплуатация роторного экскаватора ЭРГ-400Д послужили основой для разработки и создания ряда добычных роторных экскаваторов: ЭР-1250 16/1 Д и ЭР-1250 17/1,5 - для выемки угля и породы крепостью до 1,5 по шкале проф. М.М.Протодияконова; ЭРП-1250 16/1 с повышенными усилиями копания для разработки крепких углей и пород в условиях экибастузских разрезов; мощного роторного комплекса ЭРШРД-5000 и роторного экскаватора ЭРП-2500 также с повышенными усилиями копания.

Добычной роторный экскаватор типа ЭР-1250Д, сохранивший основные схемные решения экскаватора ЭРГ-400Д, с 1968 года серийно выпускался Донецким машзаводом и являлся основной добычной машиной на угольных разрезах отрасли. Почти половина всех выпущенных за последние годы машин этого типа работает до сих пор на угольных разрезах Восточной Сибири, Урала и Дальнего Востока.

Опытный образец роторного экскаватора ЭРП-1250 успешно работал на разрезе «Северный». За период 1975-1984 гг. он отработал и погрузил в железнодорожные вагоны 29,8 млн. т экибастузского угля, его среднегодовая производительность за это время составила почти 3 млн.т.

С учетом результатов промышленных испытаний и длительной эксплуатации опытного образца Донецким машзаводом освоено серийное производство роторных экскаваторов типа ЭРП-1250 16/1,0 с повышенными усилиями копания. Первая серийная машина постав-

лена производственному объединению «Экибастууголь» и в 1979 году была введена в эксплуатацию.

Роторный экскаватор ЭРП-1250 16/1 (рис. 25) предназначен для разработки крепких углей и породных прослоек (а также для разработки других полезных ископаемых и вскрышных пород повышенной крепости) в интервале температур от -40° до $+40^{\circ}$ С при удельном усилии копания до 1,85 МПа.



Рис.25. Роторный экскаватор ЭРП - 1250. 16/1

Экскаватор обеспечивает верхнее копание левым и правым забоями, вертикальными и горизонтальными стружками, горизонтальными и наклонными слоями, торцевой или боковой заходками; возможность погрузки в железнодорожный, конвейерный и автомобильный транспорт; селективную отработку сложных забоев при горизонтальном, наклонном и крутом залегании пластов; неограниченную поворотность верхнего строения и независимый поворот роторной стрелы и разгрузочной консоли; плавную бесступенчатую регулировку скоростей поворота роторной стрелы и разгрузочной консоли; разворот на месте; размеры кусков не более 300 мм; работу при ветре до 20 м/с.

Ниже приведена его краткая технологическая характеристика. Теоретическая производительность в рыхлой массе при следующих удельных усилиях копания, $\text{м}^3/\text{ч}$

1,85 МПа	1260
1,4 МПа	1660
0,9 МПа	3200
Максимальная весовая производительность, т/ч	3200
Вместимость ковша (без учета подковшового пространства), л	400
Количество ковшей, шт.	10
Количество промежуточных режущих элементов, шт	10
Частота вращения ротора, об/с	0,14
Диаметр ротора, м	6,5
Радиус копания, м	24,6
Радиус разгрузки, м	23,4
Высота копания, м	16,0
Ширина заходки, м	26,0
Подводимое напряжение, кВ	6
Мощность двигателя привода ротора, кВт	2x250
Удельное давление на грунт, МПа	0,14
Скорость передвижения, м/мин.	5
Масса экскаватора, т	1050

За 7 лет эксплуатации (1979-1985 гг.) он разработал и погрузил в железнодорожные вагоны свыше 14 млн.т при средней годовой производительности более 2 млн.т. Максимальная выработка (1983г.) составила 2908,3 тыс.т в год.

Одновременно с совершенствованием рабочего органа гравитационного типа, начиная с 1967 года, интенсивно велись работы по созданию принципиально нового рабочего органа - скоростного ротора с центробежной разгрузкой угля на приемный конвейер. Центробежный ротор был установлен на экскаваторе ЭРГ-400Д в 1969 году на разрезе «Северный».

Скоростной рабочий орган особенно эффективен при разработке крепких кусковых нелипких углей и пород, что характерно для разрезов Экибастузского бассейна.

Экскаватор ЭРГ-400ДЦ после оснащения его центробежным ротором с августа 1969 по 1 января 1979 года отгрузил около 24,0 млн.т угля с достижением максимальной годовой производительности 3142,6 млн.т.

На основе опыта работы экскаватора ЭРГ-400ДЦ Донецким машинозаводом разработан и изготовлен центробежный рабочий орган для экскаватора ЭР-1250Д, который вместе с экскаватором поставлен в Экибастуз и в 1980 году введен в эксплуатацию на разрезе «Северный».

Роторный экскаватор ЭР-1250-17/1-ОЦ (рис. 26) предназначен для круглогодичной разработки в сложных горно-геологических условиях залегания каменных и крепких бурых углей с включением породных прослоек. Экскаватор обеспечивает погрузку горной массы в железнодорожные полувагоны, думпкары, автосамосвалы, а также на конвейерный транспорт. Эксплуатация экскаватора допускается при колебаниях температуры окружающего воздуха от минус 40 до плюс 35°C.

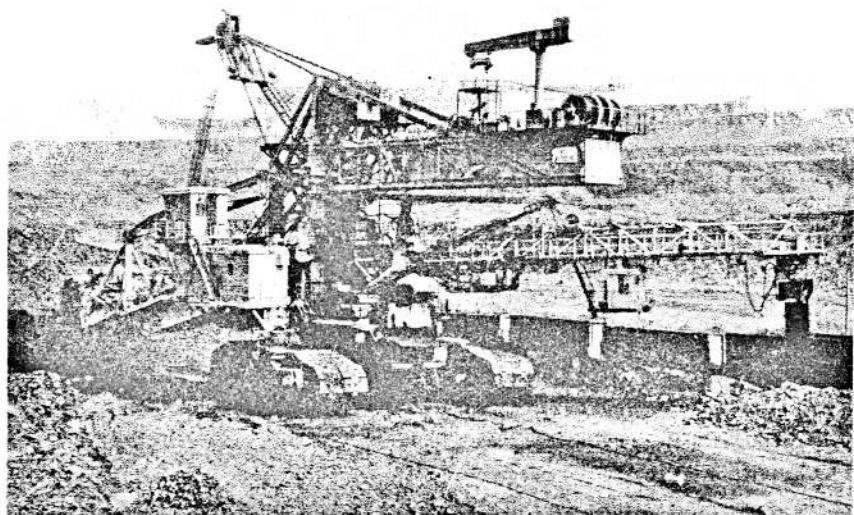


Рис.26. Опытный образец роторного экскаватора ЭР - 1250 - 17/1 - ОЦ

Опытный образец экскаватора ЭР-1250-17/1-ОЦ представляет собой модификацию серийно выпускаемого роторного экскаватора ЭР-1250Д. Основное отличие - новая роторная часть с центробежным рабочим оборудованием взамен роторной части с гравитационным ротором базовой машины. Рабочий орган центробежного типа отличается от обычного (гравитационного) уменьшенным диаметром ротора и увеличенной скоростью его вращения.

Опытный образец экскаватора ЭР-1250-17/1-ОЦ в отличие от базовой модели оборудован системой орошения, индикаторным устройством «Уклономер» и устройством защиты экскаватора от недопустимых колебаний «Азов-2».

Опытный образец (заводской № 062) был смонтирован на разрезе «Северный» в период с октября 1978 года по ноябрь 1979г. и в январе 1980г. принят в опытно-промышленную эксплуатацию.

Экспериментальные исследования и испытания в процессе опытно-промышленной эксплуатации проведены силами ПО «Экибастууголь», института «УкрНИИпроект» и ПО «Донецкгормаш» в соответствии с утвержденными программой и методикой приемочных испытаний.

Инструментальные исследования под нагрузкой выполнены институтом «УкрНИИпроект» по программе и методике, которые разработаны этим институтом и согласованы с производственными объединениями «Донецкгормаш» и «Экибастууголь».

Опытно-промышленная эксплуатация и экспериментальные исследования экскаватора проводились в условиях разработки сложно-структурных забоев, содержащих угольные пачки и породные прослойки различной мощности и крепости, на западном и восточном бортах разреза «Северный». Погрузка угля производилась в обычные железнодорожные полувагоны, породы - в думпкары грузоподъемностью 100-180 т местного парка.

Испытания под нагрузкой проведены на восточном борту разреза при разработке углепородного и породного массивов, ослабленных БВР и в целике. Коэффициент крепости по Протоdjаконову в углепородном трещиноватом забое изменялся в пределах 1,3 - 4,3, в породном - 3,6 - 5,8.

Испытания конвейерного оборудования проведены на восточном борту разреза при разработке угольного трещиноватого массива, ослабленного БВР. Коэффициент крепости изменялся от 1,9 до 5,8.

Технологические испытания, совмещенные с испытаниями на надежность, проведены на восточном и западном бортах разреза в условиях селективной разработки угольной и породной (междупластье 2-3) частей забоя, ослабленного БВР. Коэффициент крепости слоев изменялся от 1,3 до 2,5 (уголь) и от 3,5 до 6,5 (порода).

Ниже приведена техническая характеристика ЭР-1250-17/1-ОЦ, полученная по результатам испытаний.

Теоретическая производительность в рыхлой массе, м ³ /ч	1250
Максимальная транспортная производительность:	
- объемная, м ³ /ч	2100
- весовая, т/ч	2300
Удельные усилия копания, МПа	
- при максимальной транспортной производительности	до 0,9
- при теоретической производительности	1,6 *
Число ковшей, шт	10
Полезная емкость ковша, л	190
Скорость вращения ротора, об/мин.	28
Скорость передвижения экскаватора, м/ч	350
Скорость лент конвейеров, м/с	
- приемного	4,32
- разгрузочного	4,45
Ширина конвейерной ленты, м	1200
Давление на грунт, МПа	
- среднее	0,135
- максимальное	0,26
Максимальный радиус копания, м	27,55
Радиус разгрузки, м	22,6
Высота верхнего копания, м	17
Глубина нижнего копания, м	1
Максимальная ширина заходки при паспортной высоте уступа, м	28
Глубина блока (подвигание за цикл при работе вертикальными стружками), м	7,5
Угол откоса уступа, град.	65
Высота разгрузки, м	
- максимальная	6,5
- минимальная	3,3
Мощность привода ротора, кВт	2 x 250
Подводимое напряжение, В	6000
Масса экскаватора с контргрузом, т	697

Экспериментальные исследования и испытания экскаватора проведены в период января - декабря 1980 года при разработке углепо-

*Реализуется кратковременно.

родных забоев в целике и с применением буровзрывных работ. В последнем случае расход БВ составлял 0,22 - 0,35 кг/м³.

При разработке угля и породы, ослабленных БВР, а также угольного трещиноватого целика реализована производительность 1200 - 3300 м³/ч, при разработке породного целика – 900 ÷ 1000 м³/ч.

Удельные усилия копания K_F при разработке ослабленного БВР угля и угольного трещиноватого целика изменялись от 0,4 до 0,8 МПа, а энергоемкость W - от 0,57 до 1,0 МДж/м³; в режимах экскавации породы, ослабленной БВР, $K_F = 0,4-1,2$ МПа, а $W = 0,54 - 1,44$ МДж/м³. При разработке породного целика эти показатели имели наибольшие значения: $K_F = 1,4-3,0$ МПа и $W = 1,62-3,5$ МДж/м³.

Коэффициент загрузки привода ротора изменялся в пределах 0,25-1,1 (уголь), 0,35-0,56 (ослабленная БВР порода) и 0,5-1,1 (порода в целике). Коэффициент загрузки привода поворота изменялся, соответственно, в пределах: 0,2-0,8; 0,3-0,5; 0,3-1,0.

При испытаниях экскаватора под нагрузкой окружная сила достигла 80 кН, что равно номинальному значению, а боковая сила не превышала 39 кН при номинале 45 кН,

Уровень статических и динамических напряжений в несущих конструкциях машины не превышал допускаемых по условиям прочности величин. Однако выявлены отдельные элементы с пониженной усталостной прочностью.

Параметры экскаватора обеспечивали возможность отработки забоя паспортной ширины и высоты вертикальными и горизонтальными стружками, блока - правым и левым забоям. Более рациональной оказалась работа вертикальными стружками, при работе горизонтальными стружками повышалась энергоемкость и динамика процесса копания.

Выполненные в процессе опытно-промышленной эксплуатации хронометражные наблюдения показали, что забойная производительность экскаватора ЭР-1250-17/1-ОЦ при разработке ослабленного БВР углепородного массива изменялась от 900 до 2070 м³/ч при среднем значении 1628 м³/ч для угля и 1094 м³/ч для породы при средних значениях коэффициентов обеспеченности транспортом 0,38, а технического использования - 0,47. При проведении доказательства расчетной производительности (с 8 по 12 сентября 1980г.) в целиковом углепородном массиве средняя забойная производительность при $K_F = 1,0-1,8$ МПа составляла 1500-1300 м³/ч (вертикальные стружки).

Замеры вибраций показали, что в октавной полосе 8 Гц вибрации в кабине машиниста ротора при работе горизонтальными стружками достигают 7,8 мм/с, что выше допустимых (6,3 мм/с).

Межведомственная комиссия приняла решение (акт от 19 декабря 1980г.) о передаче опытного образца роторного экскаватора ЭР-1250-17/1-ОЦ в постоянную промышленную эксплуатацию. Учитывая сложную структуру пластов Экибастузского угольного бассейна, неравномерную площадь и крепость слоев угля и вмещающих пород, эффективная и надежная эксплуатация такой машины возможна только при ослаблении разрабатываемого массива буровзрывными работами.

В этом случае рекомендован следующий основной режим эксплуатации экскаватора, обеспечивающий максимальную производительность 2100 м³/ч; ослабление массива БВР должно соответствовать среднему удельному усилию копания; $K_f \leq 0,9$ МПа. Более высокие удельные усилия (1,4-1,8 МПа) при производительности 1250 - 1000 м³/ч могут реализоваться лишь кратковременно при отработке угольных массивов, ослабленных БВР, в местах, недостаточно проработанных взрывом.

Запыленность воздуха в кабинах машинистов ротора и погрузки и в кабине отдыха составила, соответственно, 4,4; 6,9 и 1,2 мг/м³ без орошения и 2,5; 2,6 и 1,2 мг/м³ с орошением при предельно допустимой концентрации 4 мг/м³.

Роторный экскаватор ЭР-1250-17/1-ОЦ по сравнению с базовой моделью (ЭР-1250-Д) показал ряд преимуществ, в том числе: более высокие реализуемые усилия резания при одинаковых массе экскаватора и производительности; обеспечение заданной кусковатости угля; увеличение ширины заходки на 6 м и высоты разрабатываемого уступа на 1 м; снижение на 30% динамических нагрузок на силовые конструкции машины; улучшение качества селективной разработки.

В то же время некоторые параметры ухудшились: энергоемкость копания возросла на 20%; увеличились почти вдвое просыпи экскавируемого материала за ротором; возросла запыленность воздуха; повысился износ режущих элементов ротора особенно при разработке породных прослоек.

В процессе испытаний опытного образца экскаватора ЭР-1250-17/1-ОЦ выявлено множество конструктивных недостатков. На основе их анализа выработаны рекомендации по совершенствованию конструкции машины при корректировке чертежей на промышленное производство. Одновременно разработаны мероприятия по доводке дан-

ного опытного образца роторного экскаватора с завершением всех работ (43 позиции) в течение одного года.

Производительность роторного экскаватора ЭР-1250-17/1-ОЦ составила: в 1980г. - 2698 тыс.т, в 1981г. - 2655,5 тыс.т, в 1982г. - 1087,6 тыс.т, в 1983г. - 2871,0 тыс.т, в 1984г. - 1711тыс.т, в 1985г. - 3154 тыс.т.

Для повышения надежности роторного экскаватора с гравитационным рабочим органом СРс(к)-470 (зав.№ 493) немецкого производства в период июля-декабря 1980г. на разрезе «Северный» осуществлена установка опытного образца рабочего оборудования с центробежным ротором, изготовленного производственным объединением «Донецкгормаш», который был принят в опытно-промышленную эксплуатацию.

Роторный экскаватор СРс(к)-470-ОЦ предназначен для круглогодичной разработки в сложных горно-геологических условиях залегания каменных и крепких бурых углей с включением породных прослоек. Эксплуатация оборудования допускается в температурном интервале от минус 40 до плюс 35°С.

Экспериментальные исследования и испытания в процессе опытно-промышленной эксплуатации проведены силами института «УкрНИИпроект» и ПО «Экибастууголь» в период с января по июнь 1981г. в соответствии с утвержденными программой и методикой испытаний.

Комплекс инструментальных исследований под нагрузкой выполнен институтом «УкрНИИпроект» по программе и методике, разработанной этим институтом и согласованной с ПО «Экибастууголь».

Параметры	По проекту	По результатам испытаний
Теоретическая производительность в рыхлой массе, м ³ /ч	1430	1430
Максимальная транспортная производительность, весовая, т/ч	2300	2300
Усилие копания при максимальной транспортной производительности, МПа	0,9	0,9
Диаметр ротора, м	4	4
Число ковшей, шт.	10	10
Число разгрузок ковшей.	4,7	4,7

1	2	3
Полезная емкость ковша, л	190	190
Скорость вращения ротора, об/мин.	28	28
Скорость ленты конвейера, м/с	3,55	3,55
Ширина конвейерной ленты, мм	1200	1200
Линейные размеры кусков угля не >, мм	300	300
Максимальный радиус копания, м	30	30
Высота верхнего копания, м	15,8	15,1
Глубина нижнего копания, м	0,97	0,67
Максимальная ширина заходки при паспортной высоте уступа, м	34	34
Глубина блока (подвигание за цикл при работе вертикальными стружками), м	8	8
Установленная мощность привода ротора, кВт	630	630

Опытно-промышленная эксплуатация и экспериментальные исследования проводились в условиях разработки углепородных пачек всех пластов в целике и при ослаблении массива взрывными работами. Погрузка угля производилась в железнодорожные полувагоны. Ниже приведены сравнительные данные технической характеристики оборудования.

В комплект сменного рабочего оборудования с центробежной разгрузкой входило:

- собственно рабочий орган, включающий ротор и его привод, металлоконструкцию и направляющий сектор;
- тяга с траверсой, соединяющие рабочий орган с надстройкой экскаватора;
- роторная стрела экскаватора СРс(к)-470 с переделанной головной частью;
- приемный конвейер для транспортирования горной массы от роторного колеса до центрального узла перегрузки;
- система орошения.

С учетом опыта эксплуатации экскаватора ЭР-1250-ОЦ усилены некоторые узлы металлоконструкции рабочего органа и приемного сектора, а также ковши ротора и роlikоопоры в месте загрузки приемного конвейера.

Экспериментальные исследования и испытания роторного экскаватора СРс(к)-470-ОЦ производились при разработке угленородных забоев как в целике, так и с применением БВР (в этом случае удельный расход ВВ составлял 0,17 - 0,34 кг/м³).

В период испытаний под нагрузкой при разработке угольной и породной частей забоев, ослабленных БВР, реализована производительность по стружкам от 1250 до 3360 м³/ч.

Удельные усилия копания K_f в режимах экскавации угольной части изменялись от 0,25 до 0,65 МПа, а энергоемкость экскавации W - от 0,47 до 0,9 МДж/м³. При экскавации породной части забоев эти показатели увеличивались и достигали значений: $K_f = 0,4 - 1,55$ МПа, $W = 0,68 - 1,7$ МДж/м³, причем максимальные значения наблюдались при горизонтальных стружках.

Коэффициент загрузки привода ротора изменялся в пределах 0,25-0,85, а привода механизма поворота - 0,3-1,1 (верхний предел относится к породной части).

Окружная сила на роторе достигала 95 кН при номинальном значении 110 кН, боковая сила на участках породных прослоек - 5,5 кН, т.е. ниже номинального уровня.

Уровни статических и динамических напряжений в несущих конструкциях экскаватора не превышали величин, допустимых по условиям прочности.

Паспортная объемная производительность 1430 м³/ч реализовалась на целиковых и плохо взорванных участках при $K_f = 1,3 - 1,7$ МПа.

Однако в условиях Экибастузского каменноугольного бассейна с неравномерной мощностью и крепостью слоев угля и вмещающих пород (коэффициент крепости изменяется в пределах 0,9 - 12) наиболее эффективной явилась работа экскаватора в забоях, ослабленных БВР, при среднем удельном усилии копания $K_f \leq 0,9$ МПа с максимальной производительностью 2100 м³/ч.

Запыленность воздуха в кабинах машинистов ротора и погрузки и в кабине отдыха с орошением несколько, а без орошения значительно выше предельно допустимой концентрации (4,6 - 16,5 против 4 мг/м³).

Роторный экскаватор СРс(к)-470-ОЦ по сравнению с базовой моделью, оснащенной рабочим органом с гравитационной разгрузкой, получил ряд преимуществ, в том числе:

- кусковатость горной массы соответствовала требованиям ГОСТа, причем это достигнуто без специального додобраивающего устройства;

- динамические нагрузки на конструкции базовой части снижены на 35%;

- уровни вибраций на рабочих местах уменьшены до допустимых уровней;

- концевая нагрузка на роторе заметно снижена (при производительности до 1800 м³/ч: по окружной силе - в 2,7 раза, по боковой - в 3,5 раза);

- ширина заходки увеличена на 5 м.

Однако экскаватор с центробежным ротором не лишен и недостатков. Вот некоторые из них:

- более интенсивное пылеобразование, в 2-4 раза превышающее по концентрации при гравитационном роторе;

- повышенный объём просыпей за ротором;

- более высокие уровни шума на рабочих местах.

В ходе опытно-промышленной эксплуатации роторного экскаватора СРс(к)-470-ОЦ и его приемки межведомственной комиссией выявлено множество конструктивных недостатков, на основе тщательного анализа которых выработаны рекомендации по совершенствованию конструкции сменного рабочего оборудования с центробежным ротором при корректировке рабочих чертежей, а также мероприятия по доводке данного опытного образца.

Межведомственная комиссия 30 июня 1981г. подписала акт о приемке в эксплуатацию опытного образца сменного рабочего оборудования с центробежным ротором к экскаватору СРс(к)-470.

МВК рекомендовала оснастить все шесть остальных работающих на разрезах ПО «Экибастузуголь» роторных экскаваторов СРс(к)-470 рабочим оборудованием с центробежной разгрузкой, изготовленным по скорректированным с учетом выявленных недостатков и рекомендаций приемочной комиссии чертежам.

Роторный экскаватор СРс(к)-470-ОЦ продолжительное время успешно работал на разрезе «Северный». Его годовая производительность составила: в 1981г. - 3050,5 тыс.т, в 1982г. - 2734,9 тыс.т, в 1983г. - 2924,4 тыс.т, в 1984г. - 3268,7 тыс.т, в 1985г. - 2806,7 тыс.т, т.е. среднегодовая за этот период достигала почти три миллиона тонн.

Уже начали разрабатываться проекты рабочего органа с центробежной разгрузкой для роторных экскаваторов типа ЭРП-1250 и СРс(к)-2000.

В частности, выполнен технический проект роторного экскаватора с центробежным ротором ЭРП-1600-20/2Ц, одобренный в 1986г. техническим ПО «Экибастузуголь». В этой машине использован центробежный рабочий орган, унифицированный по основным конструктивно-кинематическим и линейным параметрам с рабочим органом экскаватора ЭР-1250-17/1-ОЦ.

В то же время в рабочем органе новой машины усилена рама, изменена компоновка и упрощена конструкция направляющего сектора, усилено крепление ковша, введена упругодемпфирующая подвеска редуктора привода ротора, жесткие подбункерные роlikоопоры заменены подвесными с упругими элементами в заделках, в централизованной системе густой смазки установлена станция с электрическим приводом, обеспечена смазка коренных подшипников ротора от централизованной системы (может выполняться на ходу без остановки ротора).

Все роlikоопоры конвейеров подвешены с желобчатостью 36°, приводные барабаны имеют сменную обечайку, футерованную резиной. Привод поворота верхнего строения из-под роторной стрелы вынесен в хвостовую часть поворотной платформы.

К сожалению, весовое дозирование при загрузке железнодорожных вагонов не предусмотрено.

Экскаватор ЭРП-1600-20/2Ц может успешно использоваться на разрезе «Северный» вместо имеющихся там роторных экскаваторов. Однако весовое дозирование нужно обязательно.

Базовой моделью создаваемого экскаватора является серийная машина ЭРП-1250-16/1.

Основные отличия от базовой модели видны из приведенных ниже данных.

	ЭРП-1600-20/2Ц	ЭРП-1250
1. Максимальная теоретическая производительность по разрыхленной горной массе, м ³ /ч	3150	2500
2. Расчетная производительность по массе, т/ч	3800	3200
3. Максимальный радиус копания, м	33,9	24,6
4. Высота копания, м	20,5	17,0

5. Глубина копания, м	2,0	1,0
6. Ширина заходки при номинальной высоте копания, м	34	26
7. Ширина ленты конвейеров, м	1,4	1,2
8. Мощность привода ротора, кВт	630	500
9. Масса экскаватора, т	1150	1050

В то же время серийное производство уже испытанных и апробированных на экибастузских разрезах центробежных рабочих органов наладить так и не удалось.

Создание скоростных роторов для отечественных и зарубежных экскаваторов осуществлялось по унифицированным схемам в соответствии с техническими условиями, совместно разработанными институтом «УкрНИИпроект», объединениями «Экибастууголь» и «Донецкгормаш».

С учетом накопленного опыта применения роторных экскаваторов на экибастузских разрезах Ново-Краматорским машзаводом был создан роторный комплекс в составе роторного экскаватора ЭРШРД-5000-30/3, самоходного погрузочного устройства СПУ-5000 и самоходного кабельного передвижчика СКП- 1200/100.

Экскаватор ЭРШРД-5000-30/3 (рис. 27) включает додрабливающее устройство, устройство автоматического контроля загрузки горной массы машин роторного комплекса и управления в режиме дозирования материала, аппаратуру систем централизованного контроля технологических параметров, а также систему контроля объемной производительности.

Технические условия на комплекс разработаны в ИГД им. А.А. Скочинского и утверждены Госкомитетом по топливной промышленности при Госплане СССР (1964), технический проект комплекса утвержден Минуглепромом СССР (1967 г.) и Минтяжмашем СССР (1967 г.).

Машины комплекса изготовлены: роторный экскаватор ЭРШРД-5000 30/3 и самоходное погрузочное устройство СПУ-5000 - Ново-Краматорским машзаводом по своим чертежам; самоходный кабельный передвижчик СКП-1200/100 - Ждановским заводом тяжелого машиностроения также по своим чертежам.

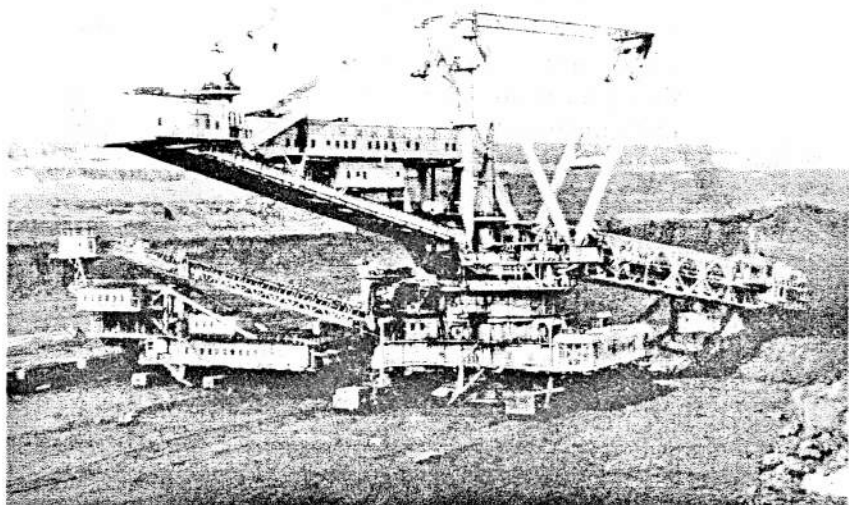


Рис.27. Роторный комплекс ЭРШРД - 5000 на разрезе "Богатырь"

Головной организацией по проектированию машин роторного комплекса стал Ново-Краматорский машзавод, в изготовлении металлоконструкций и погрузочного устройства принимал участие Ждановский завод тяжелого машиностроения.

Ниже приведена техническая характеристика машин комплекса.

1.Экскаватор ЭРШРД-5000

Теоретическая производительность:

- в рыхлой массе, $\text{м}^3/\text{ч}$ 5000

- в плотной массе, $\text{м}^3/\text{ч}$ 3100

Расчетное усилие копания при

максимальной производительности, МПа 1,5

Максимальная весовая производительность, т/ч 6750

Диаметр роторного колеса по режущим кромкам, м 13

Число ковшей, шт. 16

Емкость ковша, л 1000

Число ссыпок в минуту:

- максимальное 80

- минимальное 56

Ширина ленты конвейеров, мм 2000

Скорость движения ленты конвейеров, м/с 3,95

Тип ходового оборудования -	шагающе-рельсовый
Транспортная скорость передвижения экскаватора, м/ч	90
Среднее давление на грунт:	
- при работе (под лыжами), МПа	0,14
- при передвижении (под базой), МПа	0,20
Подводимое напряжение, В	10000
Рабочая масса экскаватора, т	4800
Температура окружающей среды, град.	+35°C, -40°C
Высота верхнего копания, м	32
Глубина копания, м	3
Угол откоса уступа, град.	60
Максимальный радиус резания, м	65,9
Ширина заходки, м	до 90
Максимальный ход перемещения по лыжам, м	8,0
Длина разгрузочной консоли от оси поворота до оси выгрузки, м	45
Угол поворота разгрузочной консоли, град.	± 75
Минимальное расстояние от нижней бровки уступа до оси экскаватора, м	52

2. Погрузочное устройство СПУ-5000 (рис. 28)

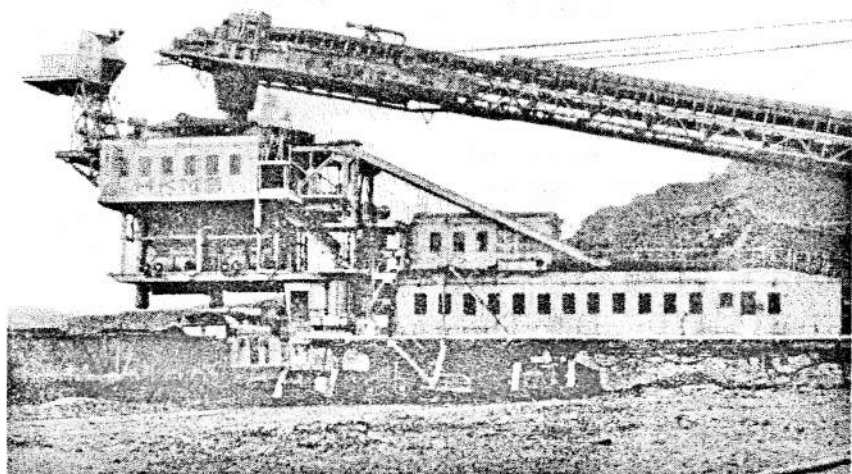


Рис.28. Погрузочное устройство СПУ - 5000

Тип погрузочного устройства -	Консольное на шагающе-рельсовом ходу
Теоретическая производительность, м ³ /ч	5000
Расчетный объемный вес загружаемого материала:	
- для угля, т/м ³	0,83-1,10
- для породы, т/м ³	1,35
Вместимость бункера (рабочая), м ³	2 x 55
Максимальный ход перемещения по лыжам, м	4,0
Транспортная скорость перемещения, м/ч	65
Рабочая масса, т	970
Высота приемного бункера от уровня стояния, м	14,6
Высота от головки рельса до нижней кромки клапанного затвора, м	5,6

3. Кабельный передвижник СКП-1200/100

Наружный диаметр переносимого кабеля, м	97,8
Рабочая кабелеемкость главного барабана, м	1200
Рабочая кабелеемкость вспомогательного барабана, м	100
Масса кабеля на двух барабанах, т	20
Ходовое оборудование	гусеничное
Ширина гусеничной цепи, м	1,6
Колея гусеничного хода, м	6,0
Скорость передвижения, м/ч	720
Привод	дизель-электрический
Масса (без переносимого кабеля), т	114

Комплекс после проведения монтажа, перегона машины в забой (около 8 км), наладки и обкатки вхолостую был сдан в марте 1976 года в опытно-промышленную эксплуатацию на разрезе «Богатырь».

За период опытно-промышленной эксплуатации институтами «УкрНИИпроект», Горного дела им. А.А.Скочинского, Киевским Автодорожным и Автоматики, Дружбы народов им. П.Лумумбы совместно с Новокраматорским и Ждановским машзаводами и ПО «Экибасту-уголь» проведены в соответствии с утвержденными программами

экспериментальные исследования нагрузок в основных приводах, механизмах и несущих конструкциях машин комплекса, его производительности, пропускной способности конвейерных линий, мест перегрузки, автоматических систем управления, включая автоматизированную систему управления технологическими процессами загрузки железнодорожных вагонов, технологические испытания и оценка показателей надежности и распределения календарного фонда времени.

Инструментальные испытания проведены в период апреля-июля и августа-сентября 1976 года, а в течение марта-мая 1977 года выполнены технологические испытания при работе комплекса на два железнодорожных пути, при этом проверена точность дозирования загрузки угля в полувагоны, с декабря 1976 года по октябрь 1977 года осуществлялся хронометраж работы комплекса.

Экспериментальный блок (гор. +170 м) представлял собою среднюю часть пласта 3, сложен он матовыми и зольными углями с коэффициентом крепости от 1,3 до 1,9, которые переслоены углистыми и слабоуглистыми породами с крепостью 2-3, реже - до 7.

В структурном отношении массив представлял собой чередующиеся тонкослоистые пачки углистых пород и углей. Сцепление по плоскостям наложения составляли 0,4-0,8 значений сцепления в монолите, другие системы трещиноватости развиты слабо. По своим характеристикам экспериментальный массив аналогичен монолитному, коэффициент структурного ослабления близок к единице. Наиболее прочными были породные прослойки мощностью 0,15-0,25 м, разделяющие угольные пачки.

По горно-геологическим условиям и физико-механическим свойствам углей и пород экспериментальный блок был достаточно представительным для проведения промышленных испытаний роторного комплекса ЭРШРД-5000.

Кстати, это первый в отечественной и зарубежной практике роторный комплекс с повышенными удельными усилиями копания и производительностью 5000 м³/ч с дозированной по массе погрузкой в железнодорожные вагоны на два пути.

Полученные экспериментально значения удельных сопротивлений копанию на различных участках (усредненные по каждому участку) колебались от 1,4 до 2,3 МПа.

Экспериментальный забой отрабатывался по целику, т.е. без взрывного рыхления, со снижением производительности в рыхлой массе до

2000 м³/ч. Такой режим работы приводил также к возникновению ударных нагрузок на элементы рабочего оборудования, что угрожало целостности зубьев, ковшей, деталей привода.

В дальнейшем испытания проводились в забое, предварительно ослабленном взрывной подготовкой.

При отработке взорванного забоя с удельным сопротивлением копанию 1,5 МПа и производительностью 2800-3100 м³/ч (в плотной массе) коэффициент загрузки привода ротора составлял 0,95 - 1,05 при коэффициенте динамичности окружного усилия 1,2 - 1,4, загрузка привода поворота - 0,5 + 0,6 при коэффициенте динамичности бокового усилия 1,2 - 1,6.

Уровни загрузки приводов ротора и механизма поворота, равно как и коэффициенты динамичности их нагружения, при работе горизонтальными стружками в 1,15 - 1,25 раза выше, чем при работе вертикальными стружками.

Статическая напряженность металлоконструкций экскаватора и погрузочного устройства не превышала допустимых значений.

Спектр частот собственных колебаний металлоконструкций экскаватора лежал в диапазоне 1,75 - 13,5с⁻¹, он характеризовался изгибо-крутильными формами колебаний. Развитие колебаний в плоскости поворота роторной стрелы объяснялось малой сопротивляемостью динамическим нагрузкам в плоскости кручения и взаимосвязанными формами колебаний по кручению и повороту.

Амплитуда дополнительных динамических напряжений в основных элементах металлоконструкций при рабочих режимах экскавации не превышала 20,0 МПа, а в элементах роторной стрелы достигала 30,0 МПа, в раме редуктора привода ротора - до 50,0 МПа. Суммарные (статика плюс динамика) напряжения в исследованных элементах не превышали 100,0 МПа, что свидетельствовало о наличии большого запаса прочности в металлоконструкциях стрелы и экскаватора в целом.

В эксплуатационных режимах работы экскаватора при определенном диапазоне скорости вращения ротора возникали изгибо-крутильные колебания металлоконструкций роторной стрелы резонансного типа. Причиной этому являлась близость частот внешних возмущений к собственным частотам колебаний при 82 ссыпках в минуту. При 62-70 ссыпках в минуту не исключался параметрический резонанс из-за кратности частот собственных колебаний и вне-

шних возмущений. Исследования процессов нагружения рабочего оборудования и металлоконструкций экскаватора показали, что при достижении расчетной производительности $3100 \text{ м}^3/\text{ч}$ в плотной массе при удельном сопротивлении копанию $1,5 \text{ МПа}$ и паспортных режимов экскавации возможна полная загрузка привода ротора со средними значениями сил: окружной $380\text{--}400 \text{ кН}$, боковой $-230+250 \text{ кН}$. При этом в условиях резонанса коэффициенты динамичности будут, соответственно, составлять $1,3\text{--}1,4$ и $1,5\text{--}1,6$.

Уменьшение скорости вращения ротора с 85 до $74\text{--}72$ ссыпок в минуту позволило несколько снизить эффект резонанса. Значение коэффициента динамичности боковой силы на роторе в этом случае $-1,4 \div 1,5$. Однако при разработке участков забоя, недостаточно проработанных взрывами, опасность развития резонанса при этом не исчезала.

Уровни шума и вибраций на рабочих местах экскаватора и погрузочного устройства находились в пределах действовавших в то время санитарных норм.

Технологические испытания показали, что весовая производительность экскаватора в средней части резов с полными параметрами стружек фактически изменялась в пределах $3550\text{--}8100 \text{ т/ч}$. При этом имелись единичные случаи более низкой производительности, равной $1440\text{--}3450 \text{ т/ч}$. Они имели место при разработке первых резов, а также при подборке горной массы, после взрывных работ, которые сопровождались обрушениями и осыпями откосов уступа.

Заметные колебания производительности в средней части резов возникали из-за нестабильности стружек по толщине (от 30 до 85 см).

Фактическая забойная производительность составляла $3230\text{--}3820 \text{ т/ч}$ при среднем значении 3560 т/ч или $2060 \text{ м}^3/\text{ч}$ в плотной массе.

При отработке экспериментального забоя погрузка угля осуществлялась погрузочным устройством в железнодорожные полувагоны грузоподъемностью в основном $62\text{--}65 \text{ т}$ и лишь 3% - грузоподъемностью 94 т .

Время погрузки одного полувагона колебалось от 25 до 140 сек. при различных условиях работы экскаватора: в средней части реза, при реверсировании роторной стрелы у внутреннего и внешнего откосов, подборке, в крепком забое.

Установлено, что 75% всех вагонов загружалось со временем до 65 с , а это соответствовало производительности экскаватора $\geq 3600 \text{ т/ч}$. Время на загрузку одного железнодорожного состава («подачи»),

состоявшего из 15 полувагонов грузоподъемностью 62-65 т, затрачивалось от 8,5 до 26,2 мин.; 80% всех составов загружалось менее чем за 15 мин. Среднее значение времени загрузки одного состава составило 15,1 мин. с учетом составов, загруженных при работе экскаватора с подборкой осыпей. Параметры уступа при работе ЭРШРД-5000 показаны на рис. 29.

Технологические испытания казали, что роторный экскаватор ЭРШРД-5000 при работе в комплексе с погрузочным устройством СПУ-5000 обеспечивал теоретическую (паспортную) производительность 3100 м³/ч в плотной массе.

Погрузочное устройство СПУ-5000 обеспечивало непрерывную загрузку горной массы в железнодорожные вагоны различной грузоподъемности при фактической производительности комплекса до 8200 т/ч, а также погрузку в думпкары с различной вместимостью кузова и в хоппер-дозаторы.

Испытания подтвердили возможность непрерывной последовательной загрузки составов на два пути с автоматической дозировкой вагонов (с точностью - 2,5т + 1,5т) и автоматическим перебросом шибера при переходе с одного состава на другой.

Испытания систем аспирации и пылеподавления показали, что:

- вентиляционные системы, оборудованные фильтрами тонкой очистки, обеспечивали очистку подаваемого воздуха в кабины и помещения комплекса до предельно допустимой концентрации 4мг/м³, кроме кабины машиниста хода (4,66 мг/м³);

- выбрасываемый в атмосферу системой отсоса пыли из мест перегрузки воздух имел высокое содержание пыли до 840 мг/м³ при орошении и 1600 мг/м³ без орошения;

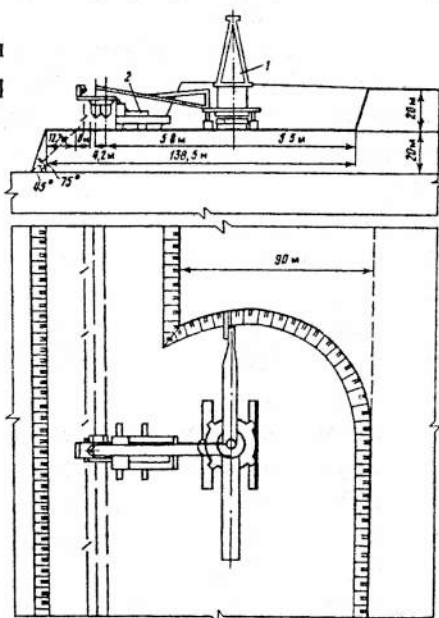


Рис.29. Технологические параметры уступа при работе роторного комплекса:
1 - роторный экскаватор ЭРШРД-5000.30/3; 2 - погрузочное устройство СПУ-5000.

- в целом системы отсоса пыли и орошения недостаточно эффективны и требовали доработки.

В период испытаний на экскаваторе ЭРШРД-5000 произошел пожар в помещении высоковольтных станций второго этажа нижней рамы, возникший в станции управления конвейером разгрузочной консоли. В результате выявились серьезные недостатки в обеспечении противопожарной безопасности, имевшиеся в конструкции комплекса. Для разработки дополнительных мер по противопожарной защите были привлечены институт ВостНИИ, НПО «Респиратор», Карагандинская ВГСЧ.

Машины комплекса обладают патентной чистотой по б. СССР, Англии, США, ФРГ. Новые технические решения, реализованные в опытно-промышленных образцах, защищены 27 авторскими свидетельствами.

По результатам опытно-промышленной эксплуатации межведомственная комиссия сделала заключение о возможности принятия головного образца добычного роторного комплекса производительностью 5000 м³/ч в составе экскаватора ЭРШРД-5000 30/3 с додрабливающим устройством, самоходного погрузочного устройства СПУ-5000, кабельного передвижчика СКП-1200/100 и установленных автоматических систем в постоянную промышленную эксплуатацию (протокол от 5.10.77г.).

Были рекомендованы технические решения, направленные на устранение выявленных недостатков и улучшение эксплуатационных показателей, которые следовало реализовать в ходе промышленной эксплуатации комплекса.

Опытно-промышленная эксплуатация роторного комплекса продолжалась довольно длительное время - почти 19 месяцев. Это вызвано главным образом двумя причинами: недостатками конструкции и непригодностью комплекса для работы в конкретных условиях. Роторный комплекс создавался для разрезов Канско-Ачинского угольного бассейна, в частности для Березовского разреза. В силу ряда причин строительство этого разреза передвинулось на более поздние сроки, а изготовление узлов и деталей роторного комплекса на Ново-Краматорском машиностроительном заводе уже шло полным ходом. Было принято вынужденное решение - поставить его на разрез «Богатырь» ПО «Экибастууголь». По своей технической характеристике он недостаточно увязывался с условиями разреза. Здесь высота уступа

не превышала 20 м, ширину заходки 90 м невозможно обеспечить с помощью одноковшовых экскаваторов на вскрышных уступах, высокая производительность комплекса не увязывалась и с возможностями железнодорожного транспорта.

Тем не менее ПО «Экибастузуголь» приняло все зависящие от него меры, чтобы с максимальным эффектом использовать эти тяжелые, но высокопроизводительные машины - головной образец и введенный в эксплуатацию в декабре 1978 г. второй комплекс.

Ниже приводятся данные об их годовой производительности на добыче угля, млн.т (по годам).

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Комплекс №1	5,73	6,98	7,27	6,55	8,17	5,36	5,98	6,45	6,89
Комплекс №2	-	-	5,82	7,67	8,14	5,99	7,26	4,50	5,55

Как видно из приведенных данных, в условиях Экибастузских разрезов номинальная производительность комплексов 10 млн.т угля в год не достигалась.

Еще один аналогичный комплекс был поставлен на разрезе «Назаровский» ПО «Красноярскуголь».

Более длительный опыт промышленной эксплуатации этих комплексов подтвердил необходимость уменьшения линейных параметров роторного экскаватора, и с учетом этого опыта был создан для Березовского разреза новый комплекс типа ЭРП-5250.

Однако применение их на Экибастузских разрезах по описанным выше причинам не состоялось.

На базе успешной работы отечественных роторных машин коренным образом модернизированы и приспособлены для условий Экибастузского бассейна немецкие роторные экскаваторы: 7 машин типа СРс(к)-470 и две - СРс(к)-2000.

Начиная с 1979г., осуществлена поставка в Экибастуз по программе «Экибастуз-2» еще четырех роторных экскаваторов СРс(к)-2000М (завод. № № 566, 567, 568, 569) немецкого производства, усовершенствованных с учетом опыта эксплуатации на экибастузских разрезах первых двух машин этого типа.

Создание СРс(к)-2000М осуществлялось по техническим условиям, разработанным институтом «УкрНИИпроект» совместно с ПО «Экибастузуголь» и институтом «Карагандагипрошахт», утвержденным Минуглепромом СССР в январе 1976 года. Контракт на поставку

горно-транспортного комплекса «Экибастуз-2» подписан в сентябре этого же года.

Выполненные исследования и опыт эксплуатации экскаватора СРс(к)-2000 (зав. №№ 442, 443) на разрезе «Богатырь» выявили немало существенных недостатков: из-за высокой динамичности нагрузок в приводах рабочего оборудования и металлоконструкциях при разработке пород со средневзвешенным коэффициентом крепости $\leq 1,9$ загрузка привода ротора не должна превышать 0,75 от номинальной; работа по невзорванному забою не обеспечивается; недостаточная прочность элементов ковша; большая кусковатость добытого угля; низкая регулирующая способность привода поворота верхнего строения, связанная со ступенчатостью изменения частоты вращения; невозможность отработки слоев мощностью менее 4 м и забоя наклонными слоями.

Модернизация роторного экскаватора СРс(к)-2000 заключалась в реализации научно-технических решений, заложенных в «Технических условиях». Основные из них: увеличение количества ковшей на роторе до 32 шт. (вместо 22); увеличение сечения основных элементов металлоконструкции машины; увеличение частоты вращения ротора до 6,6 м/мин, т.е. в 1,6 раза; повышение мощности привода подъема роторной стрелы с 280 кВт до 400 кВт (на 57%) и скорости ее подъема с 0,071 до 0,095 м/с (на 42%); бесступенчатое регулирование скорости боковой подачи ротора; способность не только валовой, но и селективной отработки горизонтальных и наклонных слоев (не более 20°) мощностью не менее 2 м и отработки массива в целике с крепостью $\leq 2,49$.

Часть этих решений (увеличение в 1,6 раза частоты вращения ротора, жесткое четырехточечное крепление ковшей к ротору) испытана на экскаваторе СРс(к)-2000 (зав. № 442) и дала положительный результат.

Роторный экскаватор СРс(к)-2000М (рис. 30) предназначен для добычи угля и разработки породных прослоек при номинальной производительности 4500 м³/ч и удельном сопротивлении копанию до 1,2 МПа с погрузкой горной массы в средства железнодорожного транспорта, допускается эксплуатация машины при температуре воздуха от -40°С до + 35°С и скорости ветра до 20 м/с.

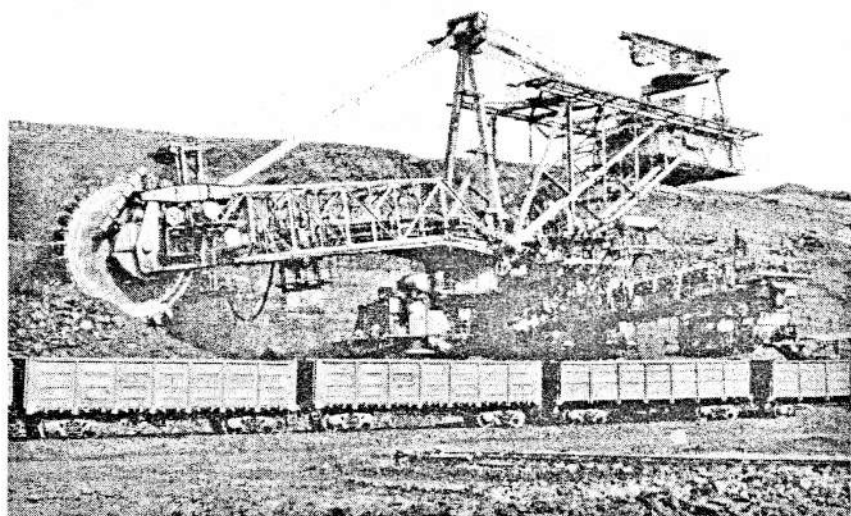


Рис.30. Роторный экскаватор СРс(к) - 2000 М

Ниже приведена его техническая характеристика

Теоретическая производительность в рыхлой массе, м ³ /ч	4500
Максимальная высота копания выше уровня стояния, м	28,0
Глубина копания ниже уровня стояния, м	3,0
Ширина заходки при максимальной высоте уступа, м	55,0
Максимальный радиус копания, м	42,5
Тип ходового оборудования	гусеничный
Скорость передвижения экскаватора, м/с	0,1
Среднее удельное давление на грунт, МПа	0,14
Диаметр ротора по режущим кромкам, м	11,0
Число ковшей, шт.	32
Геометрический объем ковша, м ³	0,315
Частота разгрузок ковшей, ссып/мин.	<u>133-172</u> 172-216
Мощность двигателей ротора, кВт	2 x 630
Максимальное окружное усилие на роторе, кН	500
Скорость движения ленты конвейеров, м/с	4,0
Ширина ленты конвейеров, м	1,8

Установленная мощность, кВт	3745
Подводимое напряжение, В	6000
Рабочая масса экскаватора, т	2350

Экскаватор снабжен дробилкой ударного действия с приводом через клиноременную передачу от двух асинхронных короткозамкнутых электродвигателей (2х160 кВт). Дробилка установлена на поворотной платформе в месте перегрузки экскавируемого материала с конвейера роторной стрелы на промежуточный конвейер.

На экскаваторе СРс(к)-2000М установлены устройства автоматического контроля и управления:

- устройства программно-позиционного управления и стабилизации производительности;
- автоматические устройства для учета машинного времени и расхода электроэнергии;
- система автоматического запуска и работа механизмов;
- сигнализация об остановках приводов в кабине машиниста ротора.

Кроме того, экскаватор снабжен индикаторными приборами для контроля за работой оборудования машины и параметрами отрабатываемых стружек забоя, устройством для измерения угла наклона базы, а также блоком программного управления углами поворота верхнего строения и наездом машины на нужную толщину срезаемой стружки с ручным заданием параметров.

Экспериментальные исследования головного образца роторного экскаватора СРс(к)-2000М (зав. № 566) были проведены институтом «УкрНИИпроект» и ПО «Экибастузуголь» в соответствии с программой и методикой приемочных испытаний.

Исследования проводились на монтажной площадке и в представительном забое разреза «Богатырь» при отработке углепородного массива (июль 1980 - июль 1982гг.). Представительный забой на участке пласта 2 горизонта +114 м, частично мсждупластья 1-2, нижней пачки пласта I и верхних пачек пласта 3, характеризовался средневзвешенной крепостью 1,5 - 1,9 крепость же единичных прослоев мощностью до 0,15 м - достигала более 5.

В процессе отработки экспериментального блока экскаватор реализовал теоретическую производительность (в рыхлой массе) в диапазоне 2300-7000 м³/ч. Коэффициент загрузки приводов ротора находился в пределах 0,37 - 1,08, его величина зависела от реализуемой

производительности машины и степени ослабления прочности массива, причем максимальная загрузка имела место при обработке массива горизонтальными стружками.

Средняя величина окружной силы на роторе при обработке забоя вертикальными стружками составляла 110-285 кН.

Увеличение частоты разгрузок ковшей экскаватора обеспечило существенное снижение коэффициента вариации суммарной активной мощности и дисперсии колебаний суммарной мощности привода ротора. Увеличение количества ковшей позволило также значительно сместить частоту входной (возбуждающей) нагрузки, вызывающей колебания в основных металлоконструкциях экскаватора, в зону более высоких частот и уменьшить в несколько раз энергию этих колебаний.

Коэффициент загрузки привода поворота по мощности находился в пределах 0,1 - 0,6, а по току - 0,14 - 0,75.

Испытаниями установлено, что при работе с затупленными зубьями (ширина площадки затупления по середине задней грани зуба составляла 12-95 мм) и при 216 ссыпках в минуту значение математического ожидания суммарного тока привода поворота находилось в пределах 90 - 376 А, а при работе с острыми зубьями (ширина площадки затупления не более 12 мм) - 75 - 100 А. Следовательно, для снижения нагрузок на рабочем оборудовании необходимо при достижении ширины площадки износа свыше 30 мм проводить замену зубьев комплектно в одной линии резания для уменьшения биения режущих элементов.

Отношение средних значений бокового усилия к окружному достигало 1,0 при расчетной величине 0,88.

Анализ данных фракционного состава позволил установить, что при разработке массива в целике и слабаразрыхленного взрывными работами (при удельном расходе ВВ до 0,16 кг/м³) фракции плюс 300 мм на ленте конвейера роторной стрелы отсутствовали. При экскавации осыпи и массива с крепкими породными прослойками, прочность которых ослаблена взрывами, на конвейере роторной стрелы имелись фракции 301 - 500 мм, доля которых составляла 3 - 10% от общей массы. При работе дробящего устройства максимальный размер кусков отгружаемого материала не превышал 200 мм.

Уровни звукового давления на рабочих местах превышали допустимые значения по санитарным нормам: в кабине машиниста ротора

на 2-3дБ в диапазоне среднегеометрических частот 250-2000 Гц и на 1 дБ в диапазоне частот 500-2000 Гц - в кабине машиниста погрузки.

Уровни дополнительных напряжений в элементах: металлоконструкции роторной стрелы в рабочих режимах изменялись в широком диапазоне от 0 до 29 МПа, из которых наибольшие значения выявлены при отработке забоя слоями выше 6 м. Максимальное дополнительное напряжение 44 МПа выявлено при стопорении привода поворота верхнего строения.

Периоды колебаний 0,285с и 0,570с, характерные для колебаний всей машины в вертикальной плоскости, совпадали или были кратны с периодом входа и выхода ковшей при 216 ссыпках в минуту. Динамические напряжения (по данным амплитудных значений напряжений в элементах металлоконструкций в сопоставимых режимах работы) на экскаваторе СРс(к)-2000М снизились по сравнению с СРс(к)-2000 в 1,5 - 2 раза.

Техническая производительность экскаватора изменялась от 2598 до 3700 м³/ч, забойная - от 2130 до 2420 м³/ч при средних значениях, соответственно, 3140 и 2260 м³/ч. Коэффициент забоя колебался от 0,73 до 0,76 при глубине обрабатываемого блока (вертикальными стружками) 4,5 - 6 м, при увеличении глубины блока до 10-13 м коэффициент забоя возрастал до 0,80 - 0,81.

При селективной отработке угольных пластов наклонными слоями (фактический угол составлял 12°) с ручным управлением, производительность как и при отработке горизонтальными слоями являлась функцией высоты обрабатываемого слоя. Во время испытаний верхняя и нижняя части забоя обрабатывались горизонтальными, средняя часть - наклонными слоями. В этом режиме техническая производительность экскаватора изменялась от 1900 до 4100 м³/ч (в плотном теле).

Испытания показали, что при отработке массива, взорванного с удельными расходами ВВ 0,135 кг/м³; 0,18 кг/м³ и 0,21 кг/м³, средний уровень загрузки привода ротора изменялся незначительно и, соответственно, составлял 0,54; 0,48 и 0,41 номинального значения.

В процессе испытаний сделан вывод о необходимости применения способа взрывной подготовки с расположением скважин по дуге резания экскаватора и обязательным размещением каждой части рассредоточенного заряда ВВ в нижних частях обрабатываемых слоев.

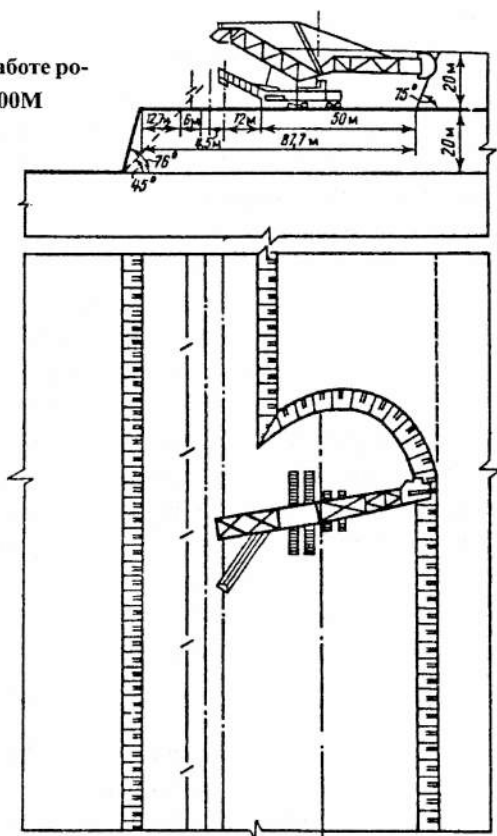
В этом случае произойдет сгущение сеток скважин по ширине заходки в зоне вновь образуемого откоса уступа, что приведет к возрастанию там удельного расхода ВВ и, следовательно, улучшению качества взрывной подготовки, т.е. там, где за счет серповидности стружки ее толщина будет иметь минимальное значение по слою, а энергоемкость - максимальное.

В результате опытно-промышленных испытаний головного образца роторного экскаватора СРС(к)-2000М и исследований, проведенных институтом «УкрНИИпроект», разработаны мероприятия по совершенствованию его конструкции. Среди них: усиление прочности ковша (увеличение толщины проушины до 40 мм и длины до 250 мм, режущего пояса до 60 мм); целесообразная конструкция режущих зубьев; рекомендации по местам перегрузки (боковой ограждающий щит наклонен к плоскости вращения ротора на 30° , обеспечение погрузки угля по центру конвейера и исключение боковых ударов кусков о ленту, установка в бункере промежуточного конвейера над отражательным барабаном рассекателя, замена футеровки в местах перегрузки листами толщиной 20 мм вместо 10 мм или литыми футеровочными плитами с твердосплавными вставками толщиной 12-16 мм); изменение расстановки зубьев на ковше; снижение шума и вибрации на рабочих местах.

Рекомендованы также наиболее эффективные и надежные режимы экскавации при высоте блока 20 и 24 м:

- частота разгрузки ковшей - 216 ссып/мин;
- работа вертикальными стружками как при отработке горизонтальных, так и наклонных слоев, возможно их сочетание;
- высота слоя 5 или 6 м, глубина обрабатываемого блока 13 или 10 м и ширина заходки 53 или 51 м соответственно высоте блока,
- угол откоса забоя 65° , при этом обеспечиваются минимальные осыпи на подошву забоя и максимальная глубина блока;
- взрывную подготовку угольного массива вести по дуге резания при удельном расходе ВВ 0,15 - 0,2 кг/м³, сетке скважин площадью 49 - 64 м² при высоте блока 20 м и диаметре скважин 160 мм, при высоте блока 24 м - площадью 64-100 м² и диаметре скважин 180-214 мм, с обязательным размещением каждой части рассредоточенного заряда ВВ в нижней части обрабатываемых слоев. Параметры уступа при работе роторного экскаватора СРС(к)-2000М показаны на рис 31.

Рис. 31. Параметры уступа при работе роторного экскаватора SRs(k) - 2000М



Все четыре экскаватора СРс(к)-2000М успешно работали на разрезе «Богатырь», достигая в отдельные годы рекордной производительности. Ниже приводятся данные о годовой производительности этих машин за 1982 - 1985 гг. (в млн. т)

	1982	1983	1984	1985
№43	5,0	3,75	3,73	4,02
№ 44	1,8	5,11	5,27	5,76
№45	-	4,92	6,99	6,02
№46	-	2,57	6,31	5,01

По программе «Экибастуз-3» для угольного разреза «Восточный» осуществлена поставка ещё шести роторных экскаваторов СРс(к)-2000М, которые действуют на разрезе.

В конце 1979 года закончен монтаж и начались промышленные испытания первого (опытного) образца роторного комплекса ЭРП-2500 (без погрузочного устройства) производства Ждановского завода тяжелого машиностроения.

Роторный экскаватор ЭРП-2500 (рис. 32) предназначен для ведения горных работ на угольных разрезах Экибастузского и Майкубенского (а также Канско-Ачинского, Талдинского и др.) бассейнов, где высота уступа составляет порядка 20 м, а среднее значение сопротивления угля копанью не превышает 1,4 МПа в интервале температур от +40° до - 40° С с погрузкой горной массы на железнодорожный транспорт.

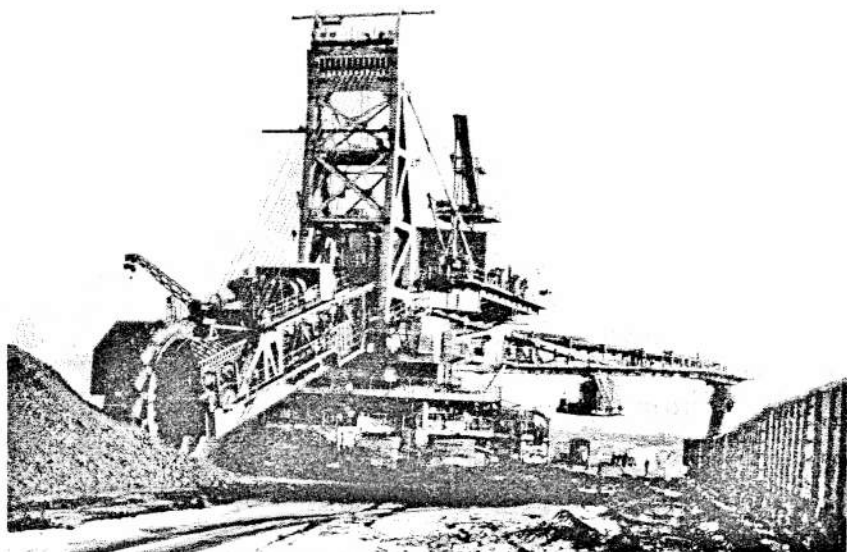


Рис. 32. Роторный экскаватор ЭРП - 2500

Роторный экскаватор составлен из следующих основных узлов и частей:

- ходового оборудования, включающего три пары гусеничных тележек, централизованную систему смазки, гидроцилиндры натяжения гусеничных лент;
- нижней рамы, включающей металлоконструкцию, механизм поворота гусениц, кабельный барабан, опорно-поворотное устройство и привод поворота верхнего строения;
- поворотной платформы (металлоконструкция и центральная цапфа);
- надстройки (металлоконструкция с кабинами управления и блоками);
- стрелы ротора, включающей металлоконструкцию, рабочее оборудование и приемный конвейер;

- разгрузочной консоли (металлоконструкция, додрабливающее устройство, конвейер, кабина управления и вращающееся разгрузочное устройство);

- консоли противовеса (металлоконструкция с кабинами электрооборудования и механизмом подъема стрелы ротора);

- грузоподъемных средств, включающих консольно-поворотный кран грузоподъемностью 125 кН деррик-краны грузоподъемностью 60 кН, тельферы, тали и др.

В состав машины входят также комплекты запасных частей, инструмента и приспособлений.

С целью улучшения динамических характеристик машины центр тяжести верхнего строения максимально понижен, для чего стрела ротора и консоль противовеса закреплены в общем шарнире, разгрузочная стрела опирается на нижнюю раму, применено статически определимое трехопорное гусеничное ходовое оборудование.

Экскаватор может селективно отрабатывать пропластки толщиной ≥ 3 м, залегающие горизонтально или под углом к горизонту до 20° наклонными слоями при кратковременной отработке с ручным управлением. Соотношение окружного и бокового усилий резания принято 0,75, что позволяет вести отработку сложноструктурных забоев при маневрах механизмом поворота. В связи с этим установлено четыре привода механизма поворота верхнего строения общей мощностью 200 кВт.

Экскаватор ЭРП-2500 оборудован системой планировки подошвы забоя, автоматическими системами программно-позиционного управления машиной при разработке забоя и по обеспечению скорости поворота роторной стрелы в зависимости от угла ее поворота, специальным приспособлением защиты машины от недопустимых колебаний, автоматическими устройствами для учета машинного времени, производительности и расхода электроэнергии, системой автоматического контроля запуска и работы механизмов, а также системой автоматического пожаротушения и сигнализацией об авариях основных приводов.

Опытно-промышленный образец экскаватора смонтирован в период с января по декабрь 1979 г. на монтажной площадке разреза «Богатырь» и 25.12.79г. принят в опытно-промышленную эксплуатацию.

Испытания и экспериментальные исследования в процессе опытно-промышленной эксплуатации проведены производственными объединениями «Экибастузуголь» и «Ждановтяжмаш», институтами «УкрНИИпроект» и ИГД им. А.А.Скочинского в период с января 1980г. по сентябрь 1981г. в соответствии с утвержденными программой и методикой приемочных испытаний.

Инструментальные исследования экскаватора под нагрузкой выполнены институтом «УкрНИИпроект» по разработанной им и согласованной с ПО «Экибастузуголь» и «Ждановтяжмаш» методике. К исследованиям отдельных узлов машины привлекались Киевский автодорожный и Московский горный институты, а также ВНПО «Рес-пиратор» (г. Донецк).

Экспериментальные исследования и опытно-промышленная эксплуатация экскаватора проводилась на монтажной площадке и в забоях разреза «Богатырь» при разработке углепородного массива в целике и с применением буровзрывных работ.

Испытания под нагрузкой проведены на юго-восточном борту разреза «Богатырь» при разработке углепородного и породного массива в целике с коэффициентом крепости 0,6-1,7 для угля, 1,7 -4,5 - для углистых пород при мощности слоев для последних 0,2 -3,0 м.

Технологические испытания машины по определению забойной производительности выполнены при работе по второму пласту. Забой был представлен взорванным углем с прослойкой алевролита мощностью 0,6-0,7 м, ширина заходки изменялась от 27 до 30 м при высоте уступа 14 м.

В процессе испытаний и экспериментальных исследований удельное усилие копания при отработке углепородного целика с производительностью 700-3490 м³/ч в рыхлой массе изменялось от 0,4 до 2,8 МПа, энергоемкость - от 0,54 до 3,6 МДж/м³, коэффициент загрузки привода ротора - от 0,21 до 1,07 и привода механизма поворота верхнего строения - от 0,07 до 0,67. Средняя величина окружной силы достигала 288 кН, амплитуды ее снижались до 140-180 кН при уровне загрузки привода ротора 70-80%. Среднее значение боковой силы копания не превышало принятой в проекте величины 170 кН.

При отработке ослабленных взрывом углепородных блоков с производительностью в рыхлой массе 2400-3200 м³/ч удельное усилие копания изменялось в пределах 0,4-1,2 МПа, коэффициент загрузки привода ротора - от 0,29 до 0,71, привода механизма поворота - от 0,05 до

0,42. Средняя величина окружной силы достигала наибольшего значения, равного только 192 кН, при наименьшем расходе ВВ ($0,115 \text{ кг/м}^3$). Правда, пиковые значения достигали 350 кН при максимальных амплитудах 100-120 кН. Максимальные значения касательной и боковой сил на ковше составляли, соответственно, 140 и 190 кН, максимальные амплитуды незначительно колебались в пределах 50-60 кН.

Основные собственные частоты экскаватора составляли: в вертикальной плоскости 4,3; 8,8; 11 рад/с, в горизонтальной 3,8; 6,5 рад/с, крутильные роторной стрелы -23,5 рад/с.

Наибольшие значения среднемаксимальных амплитуд окружной и боковой сил копания на роторе и колебаний верхнего строения наблюдались при 100 - 115 ссыпках в минуту. Уменьшение числа ссыпок до 80 или увеличение их до 130 приводило к снижению амплитуд колебаний на 40-60%.

При отработке углепородного целика дополнительные напряжения в элементах металлоконструкций достигали наибольших значений в корневых элементах роторной стрелы (до 54,0 МПа), в нижних элементах передних стоек надстройки, в тросах подвески разгрузочной стрелы и опорной стойке разгрузочной стрелы (до 40,0 МПа). Полные напряжения в контролируемых элементах металлоконструкций (статические плюс дополнительные) в целом не превышали расчетных и достигали в наиболее нагруженных элементах 1640 МПа.

Сварные соединения, выполненные в процессе монтажа трубчатых элементов на роторной стреле, по данным дефектоскопии, имели подрезы, превышающие по величине и распределению нормативные значения.

Требуемая кусковатость горной массы не обеспечивалась, на ленте после дробления имелось в среднем до 12% кусков с ребром более 300 мм (но не более 400 мм).

Устойчивая пропускная способность конвейеров составила $3000 \text{ м}^3/\text{ч}$, однако наблюдались боковые сходы ленты даже при небольшой производительности. Отмечен повышенный износ ленты конвейеров и сквозные порывы.

Уровни шума в кабинах управления при работе машины превышали допустимые значения на 9-10 дБ, а в генераторной, лебедочной и трансформаторных кабинах, соответственно, на 19, 17 и 10 дБ.

Запыленность воздуха в кабинах машинистов ротора и погрузки не превышала предельно допустимой концентрации 4 мг/м^3 .

Вертикальные и горизонтальные вибрации в кабинах машинистов также не превышали допустимых уровней при разработке как взорванного забоя, так и в целике.

Освещенность забоя и рабочих мест соответствовала установленным нормам.

Технологические испытания на производительность показали, что экскаватор ЭРП-2500 достигал величины расчетной забойной производительности $1300 \text{ м}^3/\text{ч}$ при коэффициентах забоя - 0,84 и управления - 0,9.

Соотношение между фактической забойной и теоретической производительностью составило в среднем 0,69 при диапазоне изменения от 0,61 до 0,86.

В период испытаний экскаватора на доказательство гарантированной производительности фактическая среднесуточная производительность машины составила 14624 т при максимальном значении 23600 т, максимальная наработка за 12-часовую рабочую смену достигала 13580 т.

Межведомственная комиссия, исходя из результатов испытаний, приняла решение (протокол от 28 сентября 1981 г.) о передаче головного опытно-промышленного образца роторного экскаватора ЭРП-2500 (зав. № 1) в промышленную эксплуатацию с технической характеристикой, которая приведена ниже.

Теоретическая производительность

при расчетном удельном усилии копания

1,4 МПа в рыхлой массе, $\text{м}^3/\text{ч}$	2500
---	------

Весовая производительность

(при плотности горной массы $1,4 \text{ т}/\text{м}^3$), $\text{т}/\text{ч}$.	3600
---	------

Диаметр ротора (по режущим кромкам ковша), м	8
--	---

Число ковшей, шт.	18
-------------------	----

Емкость ковша, л	330
------------------	-----

Емкость подковшового пространства, л	260
--------------------------------------	-----

Число ссыпок в минуту	130-80
-----------------------	--------

Мощность электродвигателя (630 об/мин), кВт	1000
---	------

Скорость движения ленты конвейеров, м/с	4
---	---

Скорость передвижения экскаватора, м/ч	300
--	-----

Среднее удельное давление на грунт, МПа	0,13
Подводимое напряжение, В	6000
Установленная мощность, кВт	3550
Масса экскаватора, т	1680
Максимальная высота копания выше уровня стояния, м	21,4
Глубина копания, м	1,0
Угол откоса уступа, град.	65
Угол откоса забоя, град.	65
максимальный радиус копания, м	32,75
Ширина заходки при максимальной высоте уступа, м	35
Радиус разгрузки, м	28,75
Высота разгрузки, м	7,35-4,15

Испытаниями установлено, что наиболее эффективная и надежная эксплуатация этой машины, как и других роторных экскаваторов в бассейне, обеспечивалась только при ослаблении горного массива буровзрывными работами.

Поэтому в качестве основного эксплуатационного режима в условиях угольных разрезов Экибастузского бассейна рекомендована работа ЭРП-2500 с предварительным понижением средней величины удельного сопротивления копанию отрабатываемого массива до 0,9-1,0 МПа за счет взрывной подготовки.

Экскавацию участков, недостаточно проработанных взрывом, рекомендовано производить при кратковременной реализации усилия копания до 2,0 МПа с соответствующим снижением производительности до 1500-1750 м³/ч. При этом максимальная амплитуда колебаний окружной нагрузки на роторе не должна превышать 60 -80 кН (максимальный размах показаний на амперметре не более 700А).

По условиям обеспечения минимума динамичности нагрузки на роторе и исключения возможности резонанса металлоконструкций наиболее предпочтительной следует считать работу ротора при 130 ссыпках в минуту.

Технологические режимы экскаватора должны выбираться исходя из толщины стружки 0,35-0,4 м, углов поворота роторной стрелы в вер-

хнем слое в сторону внутреннего откоса уступа 65-70°. Схема установки экскаватора ЭРП-2500 и параметры уступа показаны на рис. 33.

В практике отечественного экскаваторостроения этот экскаватор стал первой добычной машиной нового типоразмера параметрического ряда, в его конструкцию заложен ряд оригинальных и прогрессивных решений.

В то же время в процессе опытно-промышленной эксплуатации выявлены существенные конструктивные недоработки, заметно снизившие достоинство этой удачной по технологическим параметрам машины.

Часть из них устранена при доводке опытного образца, а наиболее важные и сложные - рекомендовано устранить при корректировке рабочих чертежей для серийного производства.

Без корректировки чертежей в Экибастуэ была поставлена еще одна машина ЭРП-2500, которая введена в работу также на разрезе «Богатырь».

В связи с перспективой использования роторного экскаватора ЭРП-2500 для нарезки горизонтов с высотой уступа до 24 м рекомендовано разработать, изготовить и установить на экскаваторах с заводскими номерами один и два рабочее оборудование с центробежным ротором.

Ниже приводятся данные о фактической производительности этих экскаваторов за 1980-1985 годы.

Эти данные подтвердили наличие неиспользованных возможностей по повышению годовой производительности экскаваторов ЭРП-2500.

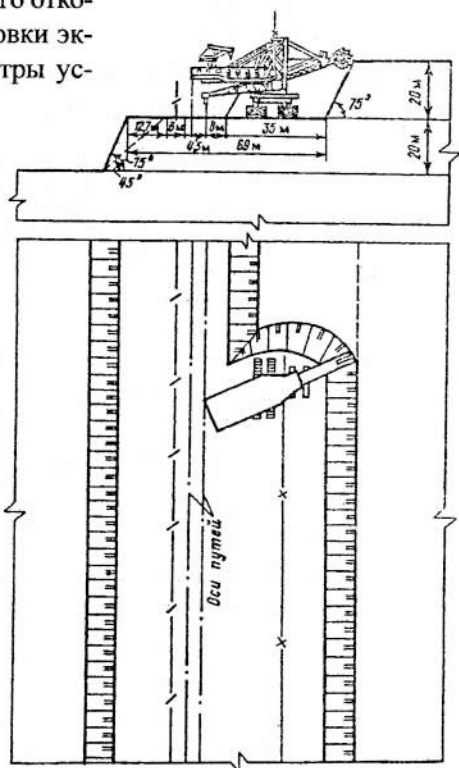


Рис. 33. Схема установки экскаватора ЭРП - 2500 и параметры уступа

ПО «Ждановтяжмаш» поручалось в ближайшие годы освоить серийное производство роторных экскаваторов ЭРП-2500 по скорректированным с учетом промышленной эксплуатации первых двух машин чертежам, но этого, к сожалению, не произошло.

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
ЭРП - 2500 №1, тыс. т	1226	2187,6	3342,8	1561,1	1342,8	3259,0
ЭРП - 2500 №2, тыс. т	-	-	1538,5	2251,4	1552,2	2882,7

К концу 1985г. на экибастузских разрезах находилось в эксплуатации 24 роторных экскаватора различной производительности отечественного и зарубежного производства, в том числе по типам: ЭР-1250Д - два, ЭР-1250-17/1-ОЦ - один, ЭРП-1250 -два, ЭРП-2500 - два, ЭРШРД-5000 - два, СРС(к)-470 - шесть, СРС(к)-470-ОЦ - один, СРС(к) - 2000 - два, СРС(к)-2000М - шесть.

В 1984-1985 годах четыре роторных экскаватора СРС(к)-470 разреза «Богатырь» переоборудованы на два нарезных комплекса, каждый из которых состоял из собственно экскаватора СРС(к)-470, приспособленного для погрузки угля на конвейер перегружателя, ленточного перегружателя типа П-1600 Донецкого машзавода и роторного экскаватора СРС(к)-470 без рабочего органа, осуществлявшего погрузку угля в средства железнодорожного транспорта.

Монтаж мощных роторных экскаваторов производился на специально оборудованной уникальными подъемными средствами монтажной площадке с бетонными основаниями для одновременного монтажа двух тяжелых машин, а также необходимым набором подсобных зданий и помещений: мастерские, компрессорная, трансформаторная подстанция, склады, душевые, столовая, нарядная и др.

В 1985 г. роторными экскаваторами добыто 75,215 млн.т. экибастузского угля, или 93,5% общего объема добычи.

Динамика роста добычи экибастузского угля роторными экскаваторами приведена в табл. 15.

Таблица 15.

Годы	Производственное объединение		В том числе по разрезам			
			“Северный”		“Богатырь”	
	тыс.т	% к общей добыче	тыс.т	% к общей добыче	тыс.т	% к общей добыче
1966	53,2	0,3	53,2	0,3	-	-
1967	1058,6	6,3	1058,6	6,3	-	-
1968	1900	10,4	1900	10,4	-	-
1969	2520,6	11,9	2520,6	11,9	-	-
1970	4379,8	19,2	4379,8	19,2	-	-
1971	11464,5	42,5	5475,5	26,0	5989,0	98,8
1972	15693,1	48,5	6039,9	27,3	9653,2	90,8
1973	18906,0	52,3	6743,8	57,0	12262,2	85,8
1974	29108,3	70,0	11850,4	55,1	17257,9	86,3
1975	36394,0	79,4	14070,3	65,3	22323,7	92
1976	37714,6	81,7	12041,9	63,4	25672,7	96,4
1977	41522,2	82,6	14161,6	69,8	27360,6	93,0
1978	47612,9	84,3	16113,4	79,6	31499,5	88,6
1979	50469444	85,2	16381089	76,6	34088355	90,2
1980	57150,5	85,9	16919953	83,4	40230531	89,1
1981	58246,6	86,2	17366,3	87,0	40880,3	89,6
1982	60513,6	87,3	15958,8	78,3	44554,8	91
1983	65452,7	88,7	18152,7	84,2	47299,9	90,8
1984	67558,7	89,3	17558,3	81,5	50200,5	92,4
1985	75215,0	93,5	18952	88,8	53976	95

Кроме того, на введенном в 1985 году в эксплуатацию разрезе «Восточный» (первая очередь) добыто роторной техникой 2287 тыс.т угля, или 100% от общего объема.

На основном угледобывающем комплексе Экибастуза - ТОО «Богатырь Аксес комир» - по состоянию на начало 2001 года используется 14 роторных экскаваторов, из них: СРс(к) - 470 - два, СРс(к) - 2000 - 7, ЭРШРД-5000 - 1, ЭРП-2500 - 1, ЭРП - 1250 - 2, ЭР-1250 - 1. Из общего количества на разрезе «Богатырь» работает 9 и на разрезе «Северный» 5 роторных машин.

Роторный экскаватор ЭР-400 Г с гидроприводом

Как показали исследования и опыт работы, при создании добычных роторных экскаваторов к приводу ротора предъявляются повышенные требования по весовым показателям, демпфированию и возможности изменения частот собственных колебаний в рабочем режиме, обеспечению надежной защиты привода при стопорении.

Промышленные испытания роторного экскаватора РЭ-2 с гидроприводом на разрезе «Северный» ПО «Экибастузуголь», проведенные в 1972 году ИГД им. А.Скочинского, показали, что гидрофикация привода ротора позволяет снизить его вес и амплитуды колебаний роторной стрелы в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также уменьшить габаритные размеры по оси вращения ротора, т.е. уменьшить угол размещения оборудования. Гидрофикация привода механизма поворота упрощает регулирование скорости подачи ротора на забой, и стабилизирует действующие на элементы трансмиссии нагрузки. В обоих случаях обеспечивается более надежная защита приводов от перегрузок.

На основе этих промышленных испытаний и проведенных исследований было принято решение о создании гидрофицированного добычного роторного экскаватора на базе экскаватора ЭРГ - 400ДЦ с центробежным ротором, работавшего на разрезе «Северный».

Техническое задание на создание роторного экскаватора с гидравлическими приводами роторного колеса и механизма поворота было разработано институтами ИГД им. А. Скочинского, «УкрНИИпроект», «Гипроуглеавтоматизация», согласовано с Донецким машзаводом им. ЛКСМУ и ПО «Экибастузуголь» в марте 1976 года, а в сентябре 1976 года утверждено Техуправлением Минуглепрома СССР. Позже к этому техническому заданию теми же институтами разработано дополнение, согласованное с Донецким машзаводом и ПО «Экибастузуголь» в январе 1980 года и утвержденное Техуправлением Минуглепрома СССР в марте 1980 года.

Конструкторская документация выполнена институтами ИГД им. А.Скочинского, «УкрНИИпроект» и «Гипроуглеавтоматизация».

Гидрофицированный роторный экскаватор ЭР-400 Г создан путем переоборудования и модернизации роторного экскаватора ЭРГ-400ДЦ, эксплуатировавшегося на разрезе «Северный» ПО «Экибастузуголь», с использованием серийно выпускаемого гидрооборудования.

Уже в декабре 1981г. экскаватор ЭР-400Г был представлен межведомственной комиссии, которая признала его работоспособным и отвечающим современным техническим и эксплуатационным требованиям. Одновременно комиссия предложила продолжить испытания гидрофицированного экскаватора с низкомомментными двигателями гидропривода ротора для установления показателей надежности гидропривода, для чего наработать не менее 500 тыс. т горной массы.

Экскаватор ЭР-400Г создан в результате поэтапной гидрофикации роторного экскаватора с центробежным рабочим органом ЭРГ-400ДЦ: на первом этапе был установлен объемный гидравлический привод поворота верхнего строения, а затем (после промышленных испытаний и наработки около 400 тыс. т) на втором этапе объемный гидропривод ротора. В остальном технические характеристики экскаваторов ЭРГ-400ДЦ и ЭР-400Г идентичны.

Краткая техническая характеристика экскаватора ЭР-400Г

Теоретическая производительность	
в рыхлой массе, м ³ /ч	1250
Диаметр ротора, м	3,2
Частота вращения ротора, об/мин.	40
Количество ковшей, шт.	7
Емкость (полезная) ковша, л	190
Высота верхнего копания, м	16
Глубина нижнего копания, м	0,7
Скорость боковой подачи, об/мин.	0-40
Мощность привода ротора, кВт	500
Масса экскаватора, т	700

Основными узлами гидропривода поворота верхнего строения являются насосная станция производительностью 200 л/мин с серийным насосом ПГ13 -36А (вместо системы Г-Д) и два серийных гидромотора мощностью по 50 кВт (вместо электродвигателей постоянного тока) и числом об/мин - 750 (тип 210.25).

Гидропривод роторного колеса включает один регулируемый насос ПГ13 -36А, 10 серийных нерегулируемых насосов (типа 210, 32) и 6 серийных гидромоторов того же типа. Построенная по модульному принципу насосная станция позволила иметь резерв с замещением,

что обеспечило функционирование экскаватора при одновременном выходе из строя двух насосов и значительно упростило монтаж и демонтаж блоков «электродвигатель - насос». Насос ИГ13 -36А в сочетании с нерегулируемыми гидромашинами предназначен для плавного регулирования частоты вращения роторного колеса в диапазоне 2-40 об/мин, что удобно при его ремонте, замене ковшей и зубьев.

Производительность насосной станции привода ротора - 200 л/мин, мощность - 600 кВт. Гидромоторы с частотой вращения 2-1200 об/мин объединены в два низкомоментных моторных блока, они установлены вместо электродвигателей ротора.

Модульный принцип построения гидросистемы на ЭР-400Г обеспечил надежность эксплуатации, удобство и простоту монтажно-ремонтных работ, возможность широкой унификации элементов привода и повышенную эффективность использования за счет резервирования. Насосные станции гидроприводов смонтированы на консоли противовеса вместо части контргруза, с гидромоторами они сообщаются посредством металлических труб и рукавов высокого давления.

Момент инерции и жесткость магистралей гидроприводов регулируются, что дает возможность реализации оптимального динамического режима работы экскаватора.

Экскаватор ЭР-400Г оснащен аппаратурой управления приводами поворота и ротора типа АУГЭ (опытный образец), выполненной на интегральных аналоговых микросхемах. Она включает: блоки управления и питания, пульт управления, клеммную коробку. В блоке управления размещены регуляторы положения люльки насоса, регулятор скорости привода поворота и регулятор нагрузки привода ротора. Регуляторы выполнены на операционных усилителях и позволяют реализовать как астатическое, так и статическое регулирование контролируемых параметров. Аппаратура АУГЭ может быть подключена ко всем системам управления роторным экскаватором.

Межведомственная комиссия в соответствии с утвержденной Минуглепромом СССР методикой в июле 1983 г. рассмотрела результаты промышленных испытаний роторного экскаватора ЭР-400Г с объемными гидравлическими приводами ротора и механизма поворота верхнего строения, который эксплуатировался с 1980 по 1982 годы на разрезе «Северный».

За время испытаний проведены инструментальные замеры при различных сочетаниях типов приводов: электромеханические приводы

ротора и поворота; электромеханический привод ротора - гидравлический привод поворота; гидравлические приводы ротора и поворота (дважды). Для сопоставления и анализа работы экскаватора с различными приводами подбирались примерно одинаковые участки забоя по структуре, твердости и мощности залегаемых прослоек. Испытания проводились как в зимнее, так и в летное время.

Испытания экскаватора ЭР-400Г проводились институтами «УкрНИИпроект», «Гипроуглеавтоматизация» и ИГД им. А.Скочинского согласно программе и утвержденной методике.

В процессе опытно-промышленной эксплуатации (январь 1981г. - декабрь 1982г.) экскаватором с гидроприводом поворота и электромеханическим приводом добыто 400 тыс.т горной массы (в том числе 300 тыс.т угля), а при гидроприводах ротора и поворота 600 тыс.т угля. Таким образом, общий объем наработки горной массы составил 1 млн.т.

Опытно-промышленная эксплуатация и инструментальные испытания показали, что гидроприводы ротора и поворота обеспечивают основные паспортные характеристики роторного экскаватора ЭРГ-400ДЦ.

Сравнение данных испытаний экскаватора с электромеханическими и гидравлическими приводами показало, что:

- в сопоставимых режимах (с одинаковыми установочными параметрами и условиями резания) для экскаватора с гидроприводами ротора и поворота существенно снижены колебания момента в трансмиссии (система насос-гидромоторы), определяемые кинематическими параметрами рабочего оборудования; 95% дисперсии приходится на интервал частот колебаний 0,4-0,5 Гц, при этом амплитуда колебаний мощности привода снижалась в 1,2-1,5, раза, снижалась и потребляемая мощность;

- для машины с гидроприводом поворота верхнего строения и электромеханическим приводом ротора наблюдалось снижение среднеквадратических амплитуд колебаний напряжений в корне роторной стрелы в 1,3-1,8 раза и в тяге противовеса - до 2 раз, снижение среднемаксимальных амплитуд ускорений оголовка стрелы ротора в горизонтальной и вертикальной плоскостях - до 1,3-2 раза и конца разгрузочной консоли в вертикальной плоскости - до 2 раз (испытания проводились в разрыхленном массиве);

- для машины с гидроприводами ротора и поворота в корне стрелы математическое ожидание напряжений возросло в 1,2-1,5 раза, а среднеквадратическое отклонение амплитуд напряжений - уменьшилось в 1,3-2 раза, имело место снижение среднеквадратических отклонений амплитуд ускорений оголовка роторной стрелы в вертикальной и горизонтальной плоскостях в 1,2-2 раза, конца консоли контргруза в тех же плоскостях - в 1,1-1,5 раза, конца разгрузочной консоли в вертикальной плоскости - до 2 раз (испытания проводились в невзорванном массиве);

- вибрации пола в вертикальном направлении в октановых полосах 4 - 5 Гц достигла соответственно 8 и 6 мм/с (при допустимых 13 и 16 мм/с), в горизонтально-поперечном направлении в октавных полосах 2 и 4 Гц вибрация пола достигала 17,0 и 4,1 мм/с (по ГОСТу - 35 и 13 мм/с);

- в кабине машиниста ротора уровни шума не превышали допустимых значений по ГОСТу.

Существенное снижение динамических нагрузок в приводах ротора и поворота верхнего строения (и как следствие - в металлоконструкциях) достигнуто за счет специфических особенностей гидропривода и рационального выбора его динамических параметров: момента инерции моторного блока и податливости гидромагистралей с пневмогидроаккумуляторами.

Предохранительные устройства обеспечивали надежную защиту приводов и узлов металлоконструкций экскаватора при экстренных перегрузках на всех рабочих режимах и стопорении ротора.

Испытания указали на необходимость учета возможности возникновения волновых процессов в протяженных напорных магистралях гидропривода экскаватора. Они подтвердили целесообразность принятого предварительного нагрева рабочей жидкости в магистралях с целью повышения работоспособности гидропривода в зимний период.

Аппаратура управления приводами гидрофицированного роторного экскаватора обеспечивала следующие показатели регулирования скорости поворота: время регулирования - 2с, точность регулирования - 2,5-3%, перерегулирование - 0%, которые в 3 - 4 раза лучше, чем у оснащенного системой Г-Д привода. Это позволяло сократить время при переходе от одного реза к следующему, упростить управление машиной и повысить ее производительность.

Использование гидравлического привода позволило построить кинематические схемы механизмов на качественно более высоком уровне, обеспечив многоканальный подвод мощности с определенным резервом, что повысило безотказность приводов и надежность экскаватора в целом.

Исключение массы ротора электродвигателя из процесса стопорения гидроприводов (электродвигатель продолжал вращаться с той же скоростью) снизило инерционные нагрузки на узлы машины и металлоконструкции, повысило долговечность экскаватора.

Снижение динамичности процесса копания на частотах, обусловленных кинематикой механизмов, и возможность широкого варьирования и рационального подбора динамических характеристик приводов уменьшили усталостные напряжения в металлоконструкциях и уровень вибраций, позволили более полно использовать мощность установленных электродвигателей.

Снижение габаритов и массы привода рабочего органа позволит снизить общую массу экскаватора при создании его с гидроприводом ротора и поворота. При модернизации существующих машин облегчение исполнительного органа позволит увеличить длину роторной стрелы и, следовательно, ширину заходки или высоту отработки уступа.

Выявленные недостатки в основном устранены в ходе опытно-промышленной эксплуатации, по некоторым из них МВК подготовила технические предложения, в частности: разработана конструкция гибких соединений, практически исключающих утечки рабочей жидкости, а также изолирующих поврежденные участки гидромагистралей; насосные станции, проектируемые для гидроприводов, предназначенных для замены электромеханических, должны оснащаться поддонами, обеспечивающими сбор и повторное использование рабочей жидкости, вытекающей в процессе обслуживания гидросистемы; разработана система автоматического управления гидроприводом поворота, устраняющая многие, выявленные ранее, недостатки.

Испытания гидропривода с высокомоментным моторным блоком не проводились из-за отсутствия их серийного производства. Аппаратура (экспериментальная) автоматического управления приводами гидрофицированного экскаватора удовлетворяла поставленным задачам. Система релейно-контакторного управления и контроля за

работой основных и вспомогательных механизмов обеспечивала нормальное функционирование гидропривода.

Межведомственная комиссия рекомендовала:

- оснастить гидроприводами поворота роторные экскаваторы ЭР-1250 ОЦ и ЭР-1250Д на разрезе «Северный» ПО «Экибастузуголь»;
- при создании перспективных роторных экскаваторов, выпускаемых ПО «Донецкгормаш», разработать и изготовить опытные образцы экскаваторов на базе ЭРП-1250 в исполнении с гидроприводами ротора и поворота, на базе ЭР-1250 - с гидроприводом поворота;
- создать опытные образцы гидроприводов ротора и поворота для экскаваторов производительностью 5000 (5250) м³/ч и провести их испытания на одном из экскаваторов ЭРШРД-5000 в ПО «Экибастузуголь»;
- оснастить экскаватор ЭРП-2500 гидроприводами ротора и поворота верхнего строения.

Было также отмечено, что внедрение гидроприводов на роторных экскаваторах является делом особой важности, т.к. это является основой качественного совершенствования роторных экскаваторов, работающих в сложных горнотехнических условиях.

Реализация рекомендаций, выработанных по результатам промышленных испытаний, ознаменовала бы переход от опытно-промышленных испытаний экспериментальных образцов к широкому внедрению на угольных разрезах гидрофицированных роторных экскаваторов производительностью 1250-5250 м³/ч при разработке сложноструктурных пластов угля повышенной крепости, вызывающей большие динамические нагрузки. И это могло бы стать новым достижением научно-технического прогресса на открытых горных работах. Но этого не произошло в связи с переходом к рыночной экономике в условиях образования самостоятельных государств после распада СССР.

§ 5. Селективная разработка угля роторными экскаваторами

На экибастузских разрезах одновременно с промышленными испытаниями, совершенствованием конструкций и внедрением роторных экскаваторов производились экспериментальные исследования технологических схем селективной и валовой разработки сложнострук-

турных пластов. Были исследованы различные схемы и способы отработки забоев, применявшихся как в Экибастузе, так и в других бассейнах.

В табл.16 приведены технологические схемы, сведенные классификационно по конструкции фронта работ в 3 группы, которые применялись на угольных разрезах либо заимствованы из литературных источников или приведены в качестве возможных для применения в соответствующих горно-геологических условиях.

Таблица 16

Номер группы	Номер схемы	Наименование групп и технологических схем
1	2	3
1		Схемы селективной выемки с нарезкой фронта добычных работ по простиранию и подвиганием его вкрест простирания.
	1	Узкими торцовыми заходками по простиранию с поочередной отгрузкой угля и породы на один железнодорожный путь или конвейер.
	2	Узкими боковыми заходками по простиранию с поочередной отгрузкой угля и породы на один железнодорожный путь или конвейер.
	3	Нормальными торцовыми заходками по простиранию с поочередной отгрузкой угля и породы на один железнодорожный путь или конвейер: а) с одного положения оси передвижения экскаватора; б) то же с использованием управляемого обрушения; в) с двух положений оси передвижения экскаватора.
	4	Нормальными торцовыми заходками по простиранию с погрузкой угля и породы на два железнодорожных пути или двухниточный конвейер.
	5	Сдвоенными торцовыми заходками с отгрузкой угля и породы на один железнодорожный путь или конвейер (через перегружатель).

1	2	3
2	6	Широкими торцовыми заходками с отгрузкой угля и породы двумя экскаваторами на двухниточный конвейер.
	7	Спаренными широкими торцовыми заходками.
		Схемы селективной выемки с нарезкой фронта добычных работ вкрест простираения и подвиганием его по простираению.
3	1	Нормальными заходками вкрест простираения с поочередной отгрузкой угля и породы на один железнодорожный путь или конвейер.
	2	Спаренными заходками вкрест простираения с поочередной отгрузкой угля и породы несколькими экскаваторами на общий двухниточный конвейер.
		Схемы селективной выемки с нарезкой фронта добычных работ по падению и подвиганием его по простираению.
	1	Наклонными слоями по падению с отгрузкой угля и породы на конвейер.
	2	Широкими наклонными слоями по падению с отгрузкой угля и породы несколькими экскаваторами на один двухниточный конвейер.

Как показали исследования и опыт эксплуатации роторных экскаваторов на экибастузских разрезах, для обеспечения более качественной селективной разработки сложноструктурных пластов с наклонным и крутопадающим залеганием разрезная траншея должна располагаться у выхода кровли верхнего угольного пласта под наносы, а перемещение фронта добычных работ должно осуществляться от кровли верхнего пласта к нижнему. В противном случае, когда наблюдалось несогласное залегание пластов с забоем, возможна, как правило, только валовая разработка угля или «выборочная» выемка его из мощных пачек.

Выбор рациональных технологических схем и способов отработки сложноструктурных угольных пластов роторными экскаваторами должен производиться комплексно на основании технико-экономическо-

го анализа с учетом возможных потерь и разубоживания угля, принятой степени селекции (минимальной мощности угольной пачки или породного прослойка, селективная выемка которого целесообразна по техническим возможностям машин и экономическим факторам), технических возможностям машин и удобства ведения горных работ, использования машин по производительности.

Чистота отработки угольных пачек и породных прослоев является одним из важнейших показателей селективной выемки, определяющих качество товарного угля. Существовавшая методика определения потерь и разубоживания угля учитывала следующие факторы: направление и угол падения слоев, очередность отработки разнородных слоев в зоне контакта, местоположение контакта в забое, диаметр ротора, вид стружек, различие в зольности соседних слоев и максимально допустимая зольность угля по действующим нормам.

Одновременно с опробованием различных способов выемки угля устанавливались фактические потери и разубоживание угля путем непосредственных замеров в допустимых местах. Это позволило уточнить указанную выше методику и сделать ее более приспособленной для условий Экибастузского бассейна. При этом выявлено, что величина потерь и разубоживания угля, помимо учтенных факторов, приведенных в методике, зависит также от характера забоя (крепости угля и пород, внешней их различимости и т.д.).

В связи с этим чистота отработки контактов роторным экскаватором оценивалась отдельно для нескольких групп забоев.

При селективной разработке предварительно взорванного угольного массива, состоящего из пачек угля и породных прослоев, мало отличающихся по зольности (40-45% и 45-55%), точная отработка контакта ввиду малого отличия угля и породы как по внешнему виду, так и по крепости и объёмному весу, затруднена. Поэтому машинист экскаватора для гарантии полной выемки угля, как правило, увеличивал объём разубоживающих пород. При работе машины по целику следование ротора за контактом несколько облегчалось, а размеры потерь и разубоживания угля снижались.

На участках, сложенных чередующимися пачками низкозольного угля (менее 40%) и высокозольных прослоев (свыше 55-60%), контакт «уголь - порода» четко прослеживался визуально. Машинист экскаватора чувствовал границу смежных блоков также по резкому изменению динамики экскаватора и нагрузки двигателей ротора и

поворота, связанному со значительным отличием крепости пород и угля. В силу этого в забоях этой группы имелись условия отработки разнородных пачек практически точно по заданию, что и подтвердилось опытом.

При отработке торцового забоя нормальной ширины при «выборочной» выемке разнородных блоков на величину продвижения за цикл контакт часто располагался не на границе забоя, а впереди по ходу экскаватора. В этих условиях машинист экскаватора не в состоянии четко определить глубину врезки ротора за линию контакта (особенно в верхней части заходки) и не мог точно поддерживать заданные условия отработки контакта. Размеры потерь угля при этом близки к норме, а разубоживание в 2-3 раза выше.

При несогласном откосу уступа напластовании пачек возможна лишь «выборочная» их выемка с большими потерями и разубоживанием угля, размеры которых в этих условиях практически зависят только от квалификации машинистов и контроля технадзора за их работой. При надлежащем же надзоре за машинистами высокой квалификации размеры потерь и разубоживание угля, как показал опыт и замеры, могут не превышать нормативных.

Проведенный анализ различных способов селективной разработки угля роторными экскаваторами позволил выделить следующие виды потерь угля при отработке смежных комплексов (контактов «уголь-порода»):

- потери, имеющие место при отработке контакта по напластованию и вызванные несоответствием криволинейной формы стружек плоской форме контакта;

- потери, имеющие место при несоответствии технических возможностей машин (горизонтальный и вертикальный углы подхода ротора к забою, диаметр ротора, необходимость работы по верхнему слою только вертикальными стружками и т.д.) условиям залегания пласта, что вызывает необходимость оставления части призмы породы, попадающей в угольный слой;

- потери, представляющие собой комбинацию потерь первых двух видов;

- потери, возникающие за счет выемки пачек угля вместе с породными прослойками из-за невозможности их отдельной отработки по физическим возможностям машинистов экскаваторов и конструкции ротора.

Кроме того, имели место дополнительные потери и разубоживание угля, обусловленные просыпанием его из ковшей при резании во время загрузки железнодорожных вагонов, и в основном недобором осыпей у откоса уступа. Объемы теряемого по этим причинам угля и примешиваемых пород составляли 1-2 м³ на 1 м длины каждой заходки или в пересчете на среднюю мощность слоя потерь -2-3 см на каждый контакт.

Степень селекции угольного пласта зависит от технических возможностей машин, зольности балансового угля, размеров потерь и разубоживания угля, дальности транспортирования угля и затрат на его сжигание.

Эффективность использования роторных экскаваторов в торцевых и боковых забоях снижается с увеличением угла падения пласта, параметров экскаватора и уменьшением мощности вынимаемой пачки.

С уменьшением горизонтальной мощности отдельно вынимаемого слоя (при крутом падении пластов) снижается удельный вес времени выполнения основной операции - резания и увеличивается удельный вес вспомогательных операций, что приводит к интенсификации процесса управления экскаватором. Проведенные эксперименты по отработке блока различной ширины (2-3, 10-12 и 25 м) экскаватором СРс(к)-470 показали, что интервал времени между операциями управления порядка 4-5 сек. является физическим пределом для машинистов экскаваторов. Поэтому минимальная ширина заходки (горизонтальная мощность вынимаемой пачки) должна приниматься по возможности наибольшей с учетом числа операций управления машиной и разгона (торможения) роторной стрелы.

С другой стороны, при селективной выемке пачек малой мощности производственные потери и разубоживание угля изменяют зольность пачек угля и породных прослоек. Зольность угольных пачек возрастает за счет разубоживающих пород, зольность же породных прослоек, наоборот, уменьшается за счет теряемого угля. Это ведет к тому, что зольность угольных пачек и породных прослоек определенной мощности становится практически одинаковой (43-41%) и их раздельная выемка теряет смысл.

Выполненные расчеты для средних условий разработки угольных пластов крутого (разрез «Северный»), а также пологого залегания (разрез «Богатырь») показали, что минимальная мощность отдельно вынимаемой пачки или породного прослойка при использовании ро-

торных экскаваторов с теоретической производительностью 1000-1250 и 2500 м³/ч составляла, соответственно, 1 и 2-3 м. Аналогичные данные получены и при установлении степени селекции по экономическим факторам с учетом общекарьерных затрат, затрат на транспортирование угля потребителям и на производство единицы электроэнергии.

Теоретическая производительность роторного экскаватора - количество угля или породы (т или м³ разрыхленной массы), которое может быть выработано в единицу времени при непрерывной работе экскаватора.

$$Q_T = E n_C \leq Q_{\text{конв.}} \text{ м}^3/\text{с},$$

где E - вместимость ковша с учетом заполнения подковшового пространства на 50%, м³;

n_C - число ссыпок ковшей в секунду;

$Q_{\text{конв.}}$ - производительность конвейерного тракта, м³/с.

Техническая производительность - максимальная производительность для данного экскаватора при его непрерывной работе в данном забое.

$$Q_{\text{техн.}} = Q_T \cdot \frac{K_n}{K_p} \cdot \frac{t_p}{t_p + t_n}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где; K_n - коэффициент наполнения ковшей (0,8-1,1);

K_p - коэффициент разрыхления горной массы (1,1-1,4);

t_p - длительность непрерывной работы экскаватора при одном направлении движения рабочего органа, м;

t_n - длительность одной перемены направления движения рабочего органа, с.

Эксплуатационная производительность рассчитывается с учетом неизбежных организационных и технологических простоев. Учитываются потери времени на приемку смены и осмотр машин, смазку, обмен подвижного состава. Эксплуатационная производительность может быть сменной, месячной, годовой.

$$Q_{\text{эспл.}} = Q_{\text{техн.}} \cdot T \cdot K_{\text{в}}, \text{ м}^3/\text{смену},$$

где: T - продолжительность смены, с;

$K_{\text{в}}$ - коэффициент использования экскаватора во времени.

Забойная производительность роторного экскаватора при разработке крепкого экибастузского угля из сложноструктурного забоя определяется из выражения:

$$Q_3 = Q_T \cdot K_3 K_{\Pi} \eta_F K_3 \text{ м}^3/\text{с},$$

где: K_3 - коэффициент экскавации, зависящий от конструкции рабочего органа и типа стружек (0,7-0,8),

K_{Π} - коэффициент полезной работы ротора, равный отношению объема погруженной горной массы (за вычетом просыпей и прочих потерь) к объему срезаемой стружки; он определяется конструкцией ротора: для гравитационного ротора без промежуточных режущих элементов он равен 0,8-0,85, с ними - 0,9 - 0,95, для центробежного ротора - 0,95-0,97;

η_F - коэффициент, учитывающий снижение производительности машин за счет несоответствия фактического удельного сопротивления копанью K_F , развиваемому экскаватором усилию K_{F3} (0,9-1,2);

K_3 - коэффициент забоя, учитывающий снижение производительности экскаватора вследствие специфики его рабочего процесса (серповидность срезов) и выполнения вспомогательных операций.

Для экскаваторов с невыдвижной стрелой при ширине заходки более 4 м и высоте уступа, близкой к конструктивной высоте копания экскаватора, коэффициент забоя может быть определен с точностью $\pm 7\%$ по следующей эмпирической формуле:

$$K_3 = 0,83 - \frac{1,3Q_T}{1470A + Q_T} + 1,2 \cdot 10^{-5} Q_T,$$

где A - ширина заходки, м.

На основе изучения процесса выемки угля была произведена оценка технологических возможностей рабочего органа роторного экскаватора при селективной разработке сложноструктурной залежи. В качестве критериев оценки приняты параметры, в основном характеризующие процесс выемки - коэффициент технологических потерь угля при выемке отдельной пачки, коэффициент извлечения угольной пачки, средняя зольность добытого из отдельной пачки угля и технической возможная мощность раздельно вынимаемой пачки. Исследованиями установлено, что рабочий орган роторного типа обладает высокими технологическими возможностями при селективной разработке угля в торцовых забоях. При отработке забоя горизонтальными

стружками коэффициент технологических потерь, средняя зольность добытого из пачки угля и технически возможная мощность раздельно вынимаемой пачки значительно ниже, а коэффициент извлечения пачки выше, чем при отработке вертикальными стружками. Практическое использование этих возможностей способствует снижению средней зольности добываемого угля, объемов потерь полезного ископаемого и мощности раздельно вынимаемой пачки.

К началу промышленных испытаний и внедрения роторных экскаваторов на экибастузских разрезах в мировой горной практике не имелось опыта и технологических схем по селективной выемке крепких каменных углей, склонных к оползанию по напластованию, и, как выяснилось в процессе промышленных испытаний, требующих прочностного ослабления целика с помощью взрывных работ. Применявшиеся на бурогольных разрезах технологические схемы работы роторных экскаваторов по ряду специфических условий не могли быть применены на угольных разрезах Экибастузского бассейна.

При разработке и выборе технологических схем и порядка селективной отработки экибастузского угля в основу были приняты следующие факторы:

- улучшение качества добываемого угля за счет усреднения его в забое и уменьшения разубоживания;
- снижение эксплуатационных потерь угля;
- структурно-прочностные свойства угольного массива: зольность, мощность, углы залегания угольных пачек и породных прослоек, расположение и порядок их чередования в забое;
- максимальное использование экскаватора по производительности и обеспечение его длительной и безаварийной работы.

На основе детального исследования влияния вышеуказанных факторов, большого числа экспериментальных работ и в целях обеспечения высоких темпов роста добычи угля, повышения эффективности применения роторных экскаваторов, были разработаны, испытаны и внедрены следующие высокопроизводительные технологические схемы, получившие наибольшее распространение:

- отработка забоя узкой торцовой заходкой;
- отработка забоя с одного положения оси передвижения экскаватора;
- отработка забоя с использованием управляемого обрушения;
- отработка забоя с двух положений оси передвижения экскаватора.

Указанные технологические схемы легли в основу при разработке «Типовых технологических схем ведения горных работ оборудованном непрерывного действия на угольных разрезах» б.СССР.

Отработка забоя узкой торцовой заходкой

Одной из рациональных схем селективной разработки пластов крутого падения при согласном откосу уступа залегании пачек является технологическая схема работы роторного экскаватора в узком торцовом забое при углах падения напластований до $60-65^\circ$ комбинированным способом, а при углах выше 65° -вертикальными стружками при расположении экскаватора на максимальном удалении от разрабатываемого контакта. Однако область применения данной схемы ограничивается минимально возможным углом откоса уступа, который при полном использовании линейных параметров экскаваторов зависит от горизонтального угла подхода ротора к забою, допустимого безопасного расстояния от нижней бровки уступа до выступающей части ходовой тележки, длины роторной стрелы и устойчивости откоса уступа.

Экскаватор ЭРГ-400Д отрабатывал полную высоту уступа (15м) левым забоем при углах откоса уступа от 40 до 60° , ЭРГ-400ДЦ (17 м) - от 60 до 80° . Минимальный угол откоса уступа при работе экскаватора СРс(к)-470 в правой заходке составлял 65° , в левой - 60° , при этом обеспечивалась отработка полной высоты уступа (17 м). Следовательно, экскаватор СРс(к)-470 может работать в узком торцовом забое с углом откоса, равным углу напластования пачек - от 60° до 80° .

На рис. 34 представлена схема работы экскаватора СРс(к)-470 в узком торцовом забое, из которого видно, что экскаватор осуществляет раздельную выемку угольных пачек и породных прослоек горизонтальной мощностью от 3 до 15-18 м (в зависимости от углов падения пачек). Минимальная ширина заходки, равная 3 м (горизонтальная мощность угольной пачки или породного прослойка при расположении контакта на максимальном удалении от оси передвижения экскаватора), установлена при отработке забоев разной ширины роторными экскаваторами с теоретической производительностью 1000 - 1250 м³/ч. Исследования показали, что равная 3 м ширина заходки является физическим пределом для машинистов при ручном управлении машиной. Дальнейшее снижение ширины заходки, вероятно, возможно лишь при программном управлении экскаватором.

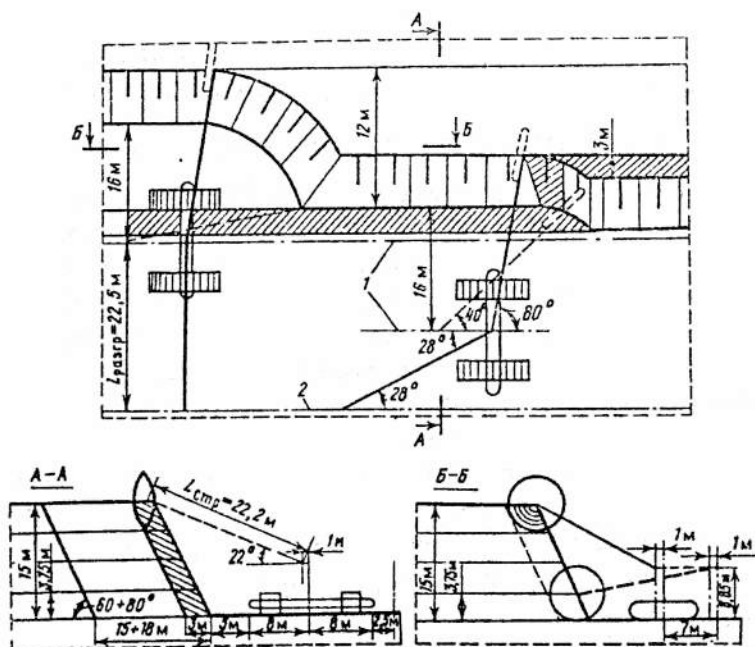


Рис. 34. Схема отработки уступа узкими торцовыми заходками:
1 - ось движения экскаватора; 2 - ось ж.-д. пути.

Размеры потерь и разубоживания угля при работе экскаватора по этой схеме минимальны (по сравнению с другими схемами) и составляют при выемке породного прослойка, соответственно, 0,34 и 0,16 м на один контакт.

При работе экскаватора в узком торцовом забое заметно снижалась его производительность. Так, если при отработке забоя нормальной ширины коэффициент забоя роторного экскаватора составлял порядка 0,83, то при ширине заходки 3, 5 и 10 м он, соответственно, уменьшался до 0,5; 0,62 и 0,71, т.е. забойная производительность экскаватора снижалась, соответственно, на 40, 26 и 14%.

Кроме того, работа экскаватора по данной схеме связана с дополнительными передвижками забойных железнодорожных путей, что вело к увеличению трудоёмкости и повышению себестоимости добычи угля.

Промышленные испытания данной схемы выявили необходимость поддержания угла откоса уступа, равного углу падения пачек, с це-

лью уменьшения потерь и разубоживания угля и предотвращения обрушений откоса при подрезке слоев ротором по высоте. В целом данная схема достаточно полно удовлетворяет условиям селективной выемки угля как с точки зрения потерь и разубоживания угля, использования машин по производительности, так и организации безопасного ведения добычных работ.

Отработка забоя с одного положения оси передвижения экскаватора

Схема работы торцовым забоем нормальной ширины с отдельной обработкой угольных пачек и породных прослоек или их комплексов (с одного положения оси передвижения экскаватора) внедрена на разрезах «Богатырь» и «Северный», имеющих углы залегания пластов, соответственно, $8-20^\circ$ и $12-40^\circ$. Ослабление и выравнивание прочностных свойств угольных и породных прослоек производилась по разработанной методике и в соответствии с паспортом буровзрывных работ.

Отработка забоя по этой схеме производилась в следующем порядке. При высоте уступа, равной максимальной высоте копания экскаватора, верхний слой, обычно равный по высоте 0,7 диаметра ротора, обрабатывался вертикальными стружками. Последующие слои обрабатывались горизонтальными стружками по ширине до встречи с контактирующими породными прослойками, или угольной пачкой, или их комплексами (рис.35), что позволяло повысить производительность экскаватора на 15-20% по сравнению с обработкой вертикальными стружками. Иногда содержание породных и угольных прослоев в верхней части забоя при обработке вертикальными стружками приводило к большим потерям или разубоживанию угля. В этом случае забой полностью обрабатывался горизонтальными стружками.

Селективная выемка угольных и породных комплексов велась в основном путем выборочной и последовательной обработки забоя с погрузкой в угольный или породный состав. Погрузка угля или породы производилась при экскаваторах СРс(к)-470 и ЭРП-1250 на один железнодорожный путь (возможно и на два), при СРс(к)-2000 и в особенности ЭРШРД-5000 - на два железнодорожных пути, на один из которых при необходимости подавался под погрузку угольный, а на другой - породный состав. Размеры потерь и разубоживания угля при этом для средних условий разрезов «Богатырь» и «Северный» со-

ставляли при углах падения пластов 12° и 25° , соответственно, 0,38 и 0,3 м, 0,54 и 0,32 м на один контакт, что на 20-25% ниже, чем при валовой выемке.

В том случае, когда забой состоял из часто переслаивающихся угольных пачек и породных прослоек малой мощности (менее 1-2 м), а зольность горной массы превышала допустимые пределы, такой забой отрабатывался, как правило, вертикальными стружками с погрузкой высокозольной горной массы в породные составы.

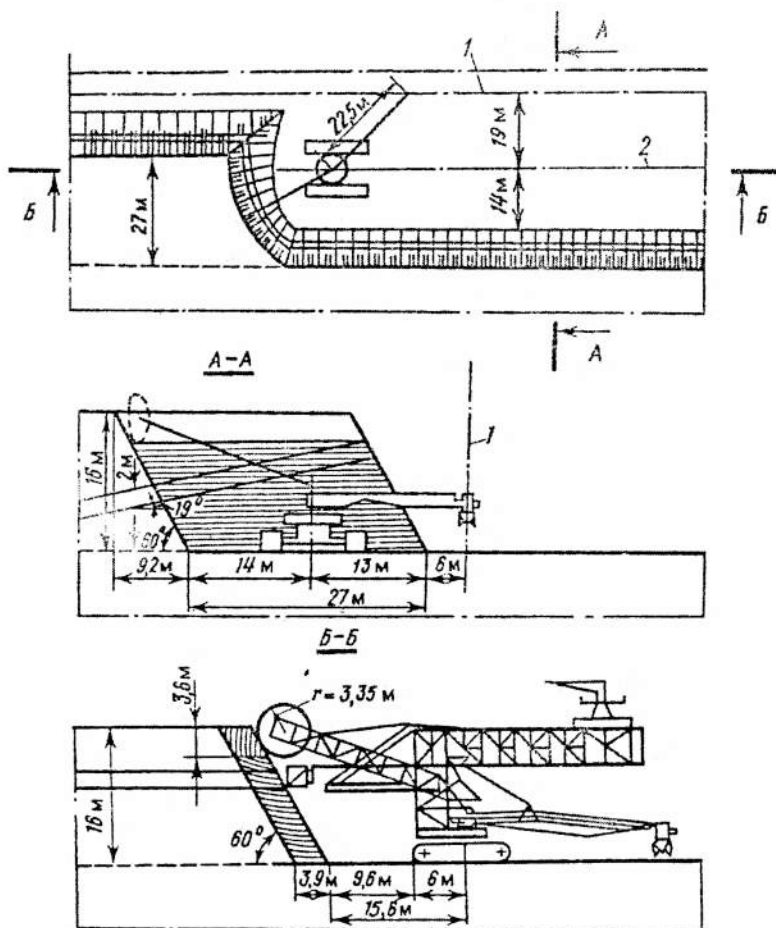


Рис. 35. Схема отработки уступа с одного положения оси передвижения экскаватора: 1 - ось двухколейного ж.-д. пути. 2 - ось движения экскаватора.

Отработка забоя с использованием управляемого обрушения

Сущность данной технологической схемы заключается в том, что отработка части забоя, примыкающей к откосу уступа, производится при последовательно управляемом обрушении отдельных слоев массива (рис 36.), предварительно ослабленного взрывом, и максимальном использовании параметров роторного экскаватора. Поворот роторной стрелы в сторону откоса уступа в этом случае, независимо от обрабатываемого слоя на контакте с вновь образуемым откосом уступа, производился, как правило, на 90° . При этом с увеличением высоты забоя и уменьшением угла залегания пластов ширина заход-

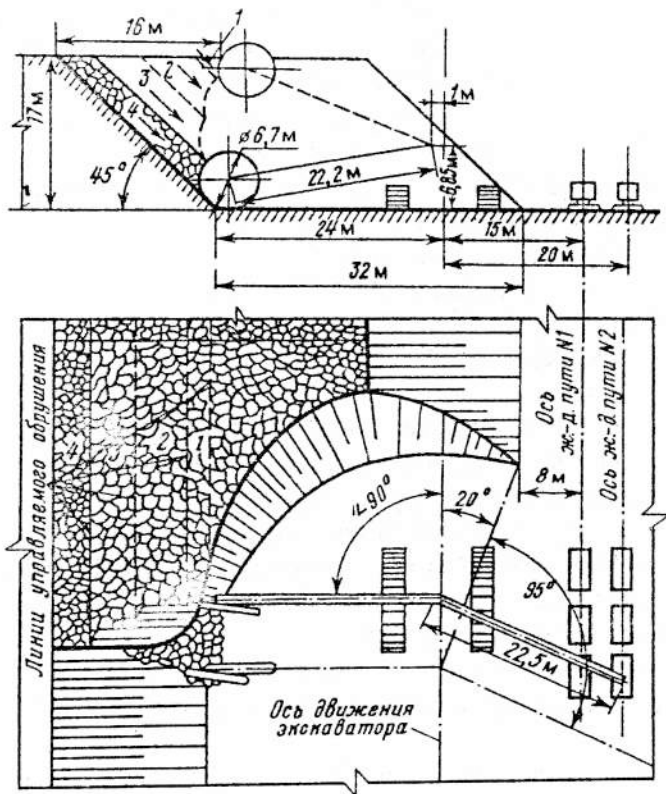


Рис. 36. Схема отработки уступа с использованием управляемого обрушения

ки увеличивалась на 6 м (при работе экскаватора ЭРГ-400ДЦ). Однако, как показал опыт работы при выемке крепких углей и при небольших углах откоса уступа (40° - 50°), имели место потери производительности роторных экскаваторов при отработке выполаживающегося участка каждого слоя, а также примыкающего к боковому откосу участка верхнего слоя. Обеспечение нормальной производительности экскаватора в этих случаях осуществлялось за счет чередования недоворота в обе стороны и последующего полного поворота роторной стрелы.

Кроме того, при этой схеме, исходя из условия необходимости обеспечения нормального процесса копания, предельный угол поворота экскаватора в плане в сторону выработанного пространства (по нижнему слою) принимался не более 25° - 30° , так как при больших углах происходило выталкивание угля ротором за пределы заходки, и снижалась производительность машины. Применение указанных выше способов отработки забоя позволило повысить производительность роторных экскаваторов, например, СРс(к)-470, на 14%.

Селективная выемка угля по данной схеме ведется с двух положений оси передвижения экскаватора. С первого положения (наиболее удаленного от железнодорожного пути) отгружается угольный или породный комплекс, расположенный на откосе уступа со стороны железнодорожного пути. После этого со второго положения производится выборочная отработка остальной части забоя. Выемка прослоек по этой схеме ведется, как правило, по всей высоте забоя.

При работе по данной технологической схеме ширина отработываемой заходки увеличилась до 30-32 м, а затраты на передвижку железнодорожных путей и контактных сетей снизились на 25%, производительность экскаватора повысилась на 42%, энергоёмкость экскавации снизилась на 45-50%, сократились потери и разубоживание угля, зольность товарного угля снижена на 0,7%. Повысилась безопасность ведения горных работ за счет ликвидации обвалов крупногабаритных кусков горной массы. Последнее стало возможным благодаря уменьшению сцепления между отдельностями взорванного массива, особенно по контактам пачек, и плавному «течению» горной массы.

Данная технологическая схема и способы отработки крутопадающих пластов (40° - 80°) имеют относительно ограниченную область применения, они были внедрены в основном на одном из участков разреза «Северный».

Отработка забоя с двух положений оси передвижения экскаватора

Эта схема (рис.37) получила распространение при углах залегания пластов 40-80°.

На некоторых участках разреза «Северный» угольные пласты залегают под углом 40-60° (падение в сторону выработанного пространства). При разработке роторным экскаватором целика при угле откоса уступа более 60° происходит, как уже отмечалось, подрезка угольных пачек и породных прослоек, слагающих откос уступа. При этом на откосе образуются неустойчивые комплексы, которые сползают и обрушаются по плоскостям напластования. Обрушение комплексов происходит в момент их подработки ротором, что приводит очень часто к повреждениям машин. Простой экскаватора СРс(к)-470 из-за обрушения откоса уступа достигали около 15% рабочего времени. Аналогичные простои имели место и при работе других экскаваторов. Для предотвращения обрушений необходимо, как уже говори-

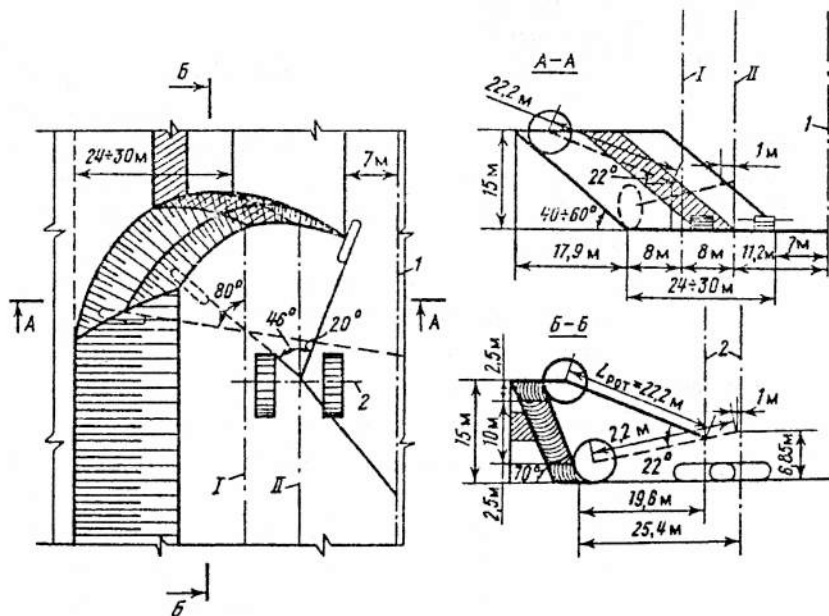


Рис. 37. Схема отработки уступа с двух положений оси передвижения экскаватора: 1, 2 - оси соответственно ж.-д. пути и экскаватора. I, II - положения экскаватора при работе.

лось, чтобы угол откоса уступа был равен углу падения угольных пачек и породных прослоек. Однако роторные экскаваторы СРс(к)-470 и др., имеющие невыедную стрелу и малый угол подхода ротора к забою, не в состоянии обеспечить заоткоску уступа под углом менее 60° без значительного снижения высоты уступа (в 2 раза) или уменьшения ширины заходки и, следовательно, снижения эффективности применения существующих типов роторных экскаваторов.

В связи с этим и в целях снижения размеров эксплуатационных потерь угля и его засорения, а также обеспечения безопасных условий работы в процессе промышленных испытаний роторных экскаваторов была разработана и в последующем внедрена технологическая схема селективной выемки угля в торцовом забое нормальной ширины с «выборочной» выемкой угольных и породных прослоек (или их комплексов) на глубину одного (СРс(к)-470) или нескольких (ЭР-1250-ОЦ) блоков с двух положений оси передвижения экскаватора (рис.37).

По этой технологической схеме при валовой выемке экскаватор устанавливался на максимальном расстоянии от оси железнодорожного пути у нижней бровки уступа. С данного положения вертикальными стружками вынимались на глубину блока два верхних слоя высотой по 4 м. Затем экскаватор перемещался ближе к железнодорожному пути, и с этого положения отрабатывал два нижних слоя.

В случае селективной выемки угля перемещение экскаватора и отработка забоя производилась в следующем порядке. С положения II оси передвижения экскаватора отгружался угольный или породный комплекс, расположенный со стороны железнодорожного пути. Затем с положения I отрабатывалась верхняя часть забоя с «выборочной» выемкой до вновь образуемого откоса уступа. После этого экскаватор снова перемещался в положение II и отрабатывал нижнюю часть забоя также с «выборочной» выемкой угля и породы.

Такая технология выемки обеспечивала возможность заоткоски уступа под углом, равным углу падения слоев ($40-60^\circ$), позволяла уменьшить потери и разубоживание угля за счет отработки ротором контакта по напластованию пачек, а также обеспечивать безопасные условия работы для обслуживающего персонала и экскаватора. Снижение производительности из-за уменьшения угла откоса уступа и дополнительных перемещений экскаватора компенсировалось уменьшением аварийных простоев, связанных с обрушением откоса усту-

па. Так, среднечасовая производительность экскаватора при выемке с двух положений оказалась на 8 -12% выше, чем при работе с одного положения с учетом потерь производительности из-за обрушения. Возможные эксплуатационные потери и разубоживание угля составили, соответственно, 0,36 и 0,28 м на один контакт. Зольность товарного угля по сравнению с общепринятыми схемами разработки снижалась на 1,5%.

Данная схема получила наибольшее распространение на разрезе «Северный» при отработке участков угольного массива, не требующего буровзрывного рыхления и имеющего удельное сопротивление копанию не более 0,8 МПа.

Внедрение испытанных технологических схем разработки с помощью роторных экскаваторов позволило снизить только за первые десять лет массового использования роторной техники потери угля с 10,3% до 7,1% и получить дополнительно около 4,0 млн. т кондиционного угля.

В табл.17 приведены данные, характеризующие улучшение технико-экономических показателей при использовании роторных экскаваторов на добыче угля по сравнению с механическими лопатами.

Таблица 17

Показатели	1970 г.				1975 г.				1980 г.				1985 г.			
	Все-го	Ротор-ные экс-кавато-ры	Мех-лопа-ты		Все-го	Ротор-ные экс-кавато-ры	Мех-лопа-ты		Все-го	Ротор-ные экс-кавато-ры	Мех-лопа-ты		Все-го	Ротор-ные экс-кавато-ры	Мех-лопа-ты	
Добыча угля, млн. т.	22,75	4,37	18,4		45,8	36,4	9,4		66,5	57,2	9,3		80,4	75,2	5,2	
%	100	19,2	80,8		100	79,4	20,6		100	85,9	14,1		100	93,5	6,5	
Годовая произво-дительность списоч-ного экскаватора, тыс.т.	-	1945,4	1099,1		-	3308,5	767,0		-	3401,8	1122,6		-	3877	1478	
Количество забоев на 1 млн. т. добычи	0,8	0,52	0,9		0,5	0,3	1,26		0,4	0,29	0,9		0,3	0,3	0,7	
Параметры забоя:																
высота уступа, м	-	14,2	9,0		-	15,3	9,0		-	15,6	8,9		13,1	14,2	8,0	
ширина заходки, м	-	20,5	17,2		-	33,4	17,2		-	43,0	19		-	40,0	22,2	
Трудоёмкость экска-вации угля на 1000 т																
среднесуточной до-бычи, чел.ч.	25	28	24		21,6	18	34		20,8	20,3	24		17,8	17,1	27,2	
Производительность труда рабочего экс-каваторной бригады, т/мес.	10050	10344	10088		11231	13186	7147		10650	13274	9538		12747	14054	5460	
Себестоимость добы-чи угля по объедине-нию, коп.	145	-	-		132	-	-		132	-	-		172	-	-	

§ 6. Валово-раздельная выемка угля роторными экскаваторами

Высокие технологические возможности рабочего органа роторного экскаватора при селективной разработке сложноструктурных забоев все же не использовались в полной мере из-за некоторого несовершенства применяемых технологических схем.

При селективной разработке роторными экскаваторами крутопадающих угольных пластов сложного строения широко использовались, как уже говорилось выше, торцовые забои с выборочной выемкой угля или с подразделением их на отдельные угольные или породные заходки. Такая технология сопровождалась выполнением большого количества вспомогательных операций по перемещению экскаваторов, обмену составов, нарезке узких заходок и т.д., что затрудняло использование конструктивных возможностей машин в части непрерывности процесса выемки и отделения угля от породы. Сокращению времени на выполнение вспомогательных операций, связанных с раздельной выемкой угольных пачек, снижению потерь и разубоживания угля может способствовать внедрение разработанного специалистами объединения «Экибастууголь» и учеными ИГД АН Казахстана валово-раздельного способа отработки сложноструктурных угольных забоев роторными экскаваторами. (Рис.38.)

Сущность способа заключается в валовой отработке торцового забоя нормальной ширины горизонтальными слоями и отделении угля от породы разгрузочным устройством роторного экскаватора в момент выгрузки потока на двухниточный конвейерный перегружатель или в два расположенных на разных путях железнодорожных состава. При этом возможно применение любого способа отработки забоя: горизонтальными или вертикальными стружками, либо комбинированный.



Рис. 38. Схема отработки торцового забоя валово-раздельным способом: а - с выгрузкой разделенного потока на два забойных конвейера (два железнодорожных пути); б - с выгрузкой потока на двухниточный конвейерный перегружатель.

Отделение угля от породы основано на свойстве потока при валовой отработке торцового забоя распределяться на конвейере экскаватора на угольные и породные участки, длина которых пропорциональна горизонтальной мощности угольных пачек и породных прослоек. Методы отделения угля от породы базируются на принципе отделения границ этих участков и совмещения времени их подхода к разгрузочному устройству экскаватора с моментом реверсирования шиберной заслонки.

Выявлено, что текущая зольность потока A_t^c при отработке роторным экскаватором контакта «уголь-порода», соответствующая зольности границы угольного и породного участков на конвейере, изменяется следующим образом:

$$A_t^c = A_y^c + \frac{(A_n^c - A_y^c) v_{\lambda} \cdot t \cdot t_g \alpha}{h}, \%,$$

где

A_y^c - материнская зольность угольной пачки, %;

A_n^c - зольность породного прослойка, %;

v_{λ} - линейная скорость поворота рабочего органа экскаватора, м/с;

t - время от начала отработки контакта, с;

α - угол падения залежи, градус;

h - высота отрабатываемого слоя, м.

На рис. 39 представлено графическое изменение зольности потока за время отработки контакта «уголь-порода», рассчитанное по этому выражению при $A_y^c=30\%$, $A_n^c=70\%$, $v_{\lambda}=0,2$ м/с, $\alpha=60^\circ$ и $h=4$ м (вертикальные стружки). Исходя из анализа указанной зависимости рекомендовано два инженерных метода разделения угольно-породного потока, один из которых основан на нахождении критической зольности потока, другой - на определении критического времени отработки контакта.

По первому методу (рис.40) используется золомер I для рядового угля и реле времени 4,5, которые встроены в цепь управления приводов 2 шиберной заслонки. 3. Золомер, установленный на некотором расстоянии от разгрузочного устройства, регулируется на критичес-

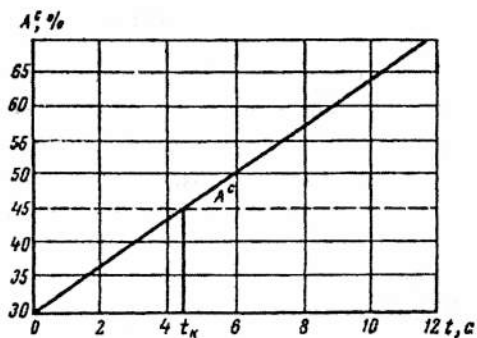


Рис. 39. Изменение зольности потока за время отработки контакта «уголь-порода»

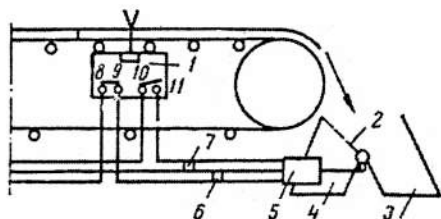


Рис. 40. Схема отделения угля от породы разгрузочным устройством роторного экскаватора с использованием золомера и реле времени

кую зольность потока (например, предельную или нормативную зольность угля), а реле времени - на упреждение, равное времени движения потока от места установки датчика золомера до разгрузочного устройства. При движении по конвейеру угольной части потока электрический сигнал золомера через контакты 8, 9 и реле 5 обеспечивает перекрытие течки 6 и пропуск угля через течку 7. С подходом к золомеру породного участка электрический сигнал его изменится до значения, соответствующего зольности породы, разомкнет контакты 8 и 9, замкнет контакты 10 и 11 и цепь управления через реле времени 4. Реле 4, сработав через введенное в него упреждение, включит привод 2 в момент подхода породного участка к заслонке 3, которая откроет течку 6 для породы и перекроет течку 7. Схема функционирует в автоматическом режиме.

Метод разделения угольно-породного потока по критическому времени отработки контакта реализуется с помощью двух реле времени, которые встраиваются в цепь управления приводов шиберной заслонки и устанавливаются в кабине машиниста ротора. Величина упреждения на реле времени t_y складывается из времени от начала отработки контакта до момента достижения потоком критической зольности t_k и времени движения горной массы по конвейеру от приемного до разгрузочного устройства экскаватора t_v .

$$t_y = t_k + t_v, \text{ сек.}$$

Величина t_v устанавливается хронометром, а t_k определяется графически по рис. 39 или аналитически из приведенного выше выражения приравниванием его к значению критической зольности ($A_r^c = A_{пред}^c$) и решением относительно t . При отработке контакта «уголь-порода» и отсечении потока по критической зольности, равной предельной ($A_{пред}^c$).

$$t_k = \frac{(A_{пред}^c - A_y^c) \cdot h}{(A_{п}^c - A_y^c) v_{л} t_g \alpha}, \text{ сек.}$$

В момент входа рабочего органа в контакт «уголь-порода» машинист ротора включает «породное» реле, которое, воздействуя на привод разгрузочного устройства через t_v , обеспечивает реверсирование шиберной заслонки в момент подхода к ней потока с зольностью $A_{пред}^c$.

На горнодобычном участке № 2 бывшего разреза «Центральный» был проведен эксперимент по отработке экскаватором СРс(к)-470 забоя пласта 3 валово-раздельным способом. Забой, сложенный четырьмя угольными пачками мощностью от 3,0 до 5,6 м и пятью породными прослойками мощностью 1,8 - 2,0 м с углом падения 70°, имел геологические нарушения. Выемка горизонтального слоя высотой 4 м велась валовым способом вертикальными стружками толщиной 300 мм. Момент реверсирования шиберной заслонки задавал машинист ротора с помощью двух реле времени, отрегулированных на срабатывание через 13 сек. В этом случае удалось извлечь от 72 до 90% геометрических объемов угля, заключенных в угольно-породном комплексе слоя, который при выборочной селекции предназначался технологической картой забоя для отгрузки в отвал. При этом зольность добытого угля была близка к расчетной. Проведенный эксперимент подтвердил принципиальную возможность валовой отработки сложноструктурного торцового забоя и отделения угля от породы разгрузочным устройством роторного экскаватора.

Внедрение валово-раздельного способа отработки сложноструктурных забоев (особенно после создания золомера, над которым давно работают ученые и конструкторы) позволит расширить зону применения роторных экскаваторов на добыче угля, значительно повысить их производительность, снизить потери и разубоживание угля, при этом представится возможность управления непосредственно в забое зольностью отгружаемого потребителям товарного угля.

Технологические схемы валово-раздельной выемки угля при разработке сложноструктурных пластов базируются на применении роторных экскаваторов с невыдвижной стрелой, конвейерного или железнодорожного транспорта в сочетании с изложенным способом отработки забоев.

Конструктивное исполнение технологических схем должно обеспечить использование полуавтоматического метода разделения углеспородного потока с управлением приводами шибера машинистом ротора и переход на автоматический метод при создании золомеров.

Однопутная схема валово-раздельной выемки и отсыпкой породы к откосу уступа применяется при использовании роторных экскаваторов производительностью до $1250 \text{ м}^3/\text{ч}$ в комплексе с конвейерным перегружателем при одном железнодорожном пути в забое. Самоходный конвейерный перегружатель здесь установлен позади экскаватора перпендикулярно к оси железнодорожного пути так, чтобы задняя стенка приемного лотка находилась на расстоянии 0,7-1,0 м от борта вагона для создания возможности выгрузки в него породы. Метод разделения потока - полуавтоматический с управлением приводами шиберной заслонки машинистом ротора. Электрическая схема цепи управления шибером выполнена так, что машинист погрузки может менять положение заслонки в момент переброса угольного потока с вагона на вагон. Используются также имеющиеся на экскаваторе средства связи и сигнализации.

При разработке забоя угольный поток направляется в железнодорожные вагоны, поданные под погрузку, а отделенная порода с помощью конвейерного перегружателя доставляется к откосу уступа и выгружается в навал на его подошве. После погрузки нескольких угольных подач перегружатель отгоняется от забоя к началу породного навала и экскаватор, двигаясь в обратном направлении, отгружает породу из навала в породные железнодорожные составы. Отгрузка породы осуществляется, как правило, в период отсутствия на разрезе порожних вагонов парка МПС.

Достоинство схемы - постоянная готовность к погрузке угля из сложного забоя, при этом упрощается организация движения поездов, а ритмичность добычных работ повышается. Схема в определенной мере обеспечивает управление зольностью добываемого угля, что позволяет избегать загрузки железнодорожных вагонов некондиционным углем, значительно снизить потери угля.

Схема валово-раздельной выемки с выгрузкой разделенных потоков непосредственно в железнодорожные сосуды применяется при использовании роторных экскаваторов производительностью 2500-3000 м³/ч при двух железнодорожных путях в забое.

При этом применяется модернизированное погрузочное устройство экскаватора, которое состоит из трех специализированных двухсторонних желобов: верхний служит для разделения потока, один нижний - для приема угольной части потока и загрузки ее в вагоны, другой нижний - для приема и выгрузки породы в думпкары. Метод разделения потока - полуавтоматический с управлением приводами верхнего шибера разгрузочного устройства машинистом ротора.

Двухпутная схема валово-раздельной выемки с погрузкой разделенных потоков самоходной погрузочно-дозировочной установкой СПУ-5000 предусматривает использование добычного роторного комплекса ЭРШРД-5000 при двух железнодорожных путях в забое. При этом один из бункеров СПУ-5000 специализируется для приема только угля, второй - для приема породы. Уголь от породы отделяет машинист ротора, управляя приводами разгрузочного устройства отвальной стрелы в полуавтоматическом режиме. Накопленные в бункерах уголь и порода выгружаются дозировочными затворами в одновременно поданные угольные и породные составы. Передача управления продольным перемещением дозирующих затворов с породного пульта на угольный осуществляется автоматически в момент переброса разгрузочного лотка с породного на угольный бункер. Это достигается соответствующей блокировкой в электрической цепи привода перемещения затворов.

Достоинства двухпутных схем заключаются в возможности управления зольностью добываемого угля, постоянной готовности к погрузке угля, росте производительности роторных экскаваторов.

Наиболее эффективно применение валово-раздельной выемки угля на разрезах с конвейерным транспортом. В зависимости от схемы установки конвейерных линий отделение угля от породы может осуществляться непосредственно в забое или на дневной поверхности.

При сочетании поточности процессов выемки угля с непрерывным транспортом создаются реальные возможности создания поточной технологии разработки сложноструктурных месторождений и комплексной автоматизации производственных процессов.

§ 7. Валовая разработка угольных пластов

В связи с пересмотром и утверждением новых кондиций на экибастузские угли в бассейне наметился постепенный переход на валовую выемку угля.

Ниже изложены вопросы валовой разработки забоев при общей селективной выемке угля и валовой разработки забоев при общей валовой выемке угля на разрезах.

В отечественной и зарубежной практике при разработке угольных залежей сложного строения преимущественно используются валовый, раздельно-валовый и выборочно-валовый способы отработки забоев.

Валовый способ применяется в условиях возможного выделения угольного пласта в самостоятельный уступ или наклонный слой, а при крутом падении - в самостоятельную заходку.

Выделение пластов (пачек) угля в самостоятельные уступы, слои и заходки возможно при их мощности, близкой к высоте копания экскаватора или ширине заходки, что значительно ограничивает условия применения валового способа отработки забоев при селективной выемке.

При валовой выемке пластов роторными экскаваторами возможны три способа отработки уступов широким торцовым забоем - вертикальными, горизонтальными и комбинированными стружками. Определяющий фактор здесь - обеспечение минимума колебаний зольности добытого угля.

Прогноз валовой разработки забоев применительно к горно-геологическим условиям разреза «Богатырь» показал, что при вертикальных стружках среднеквадратичное отклонение зольности угля в вагонах достигает - 5,67%, при горизонтальных - 6,15%; максимальная зольность угля в отдельных вагонах, соответственно, составляет, 59,1 и 65,1%.

При общей валовой выемке угля на разрезах рекомендуются широкие торцовые заходки и разработка забоев вертикальными стружками.

Валовый способ разработки обеспечивает более высокую производительность выемочно-погрузочного оборудования, чистоту извлечения пласта или пачки, стабильность работы забоя по полезному ископаемому. К его достоинствам следует отнести постоянство зольности добываемого угля и независимость ее от приемов копания и квалификации машиниста экскаватора.

Раздельно-валовый способ базируется на принципе разделения забоев на подступы и на горизонтальные слои высотой, равной мощности раздельно извлекаемых пачек угля и породных прослоев, или на узкие заходки (при крутом падении), ширина которых принимается равной горизонтальной мощности выделяемых структур. Выемка выделенных подступов, слоев и узких заходов ведется валово, поочередно, с опережением в плане на расстояния, обеспечивающие безопасную работу выемочно-погрузочного оборудования.

Раздельно-валовый способ обеспечивает высокое извлечение полезного ископаемого при незначительном разубоживании его, но требует выполнения большого количества вспомогательных операций по перемещению экскаваторов, замене составов, нарезке заходов и подступов.

Выборочно-валовый способ широко применяется при разработке пластов весьма сложного строения, с большим количеством маломощных пачек и породных прослоев. Принципиальной основой его является валовая выемка части забоя или слоя (при роторных экскаваторах), средневзвешенная зольность которых не превышает установленных кондиций на уголь, и отгрузка их в вагоны. Остальная часть забоя или слоя отгружается в породные составы.

Установлено, что валовая отработка слоя мощностью 0,5-0,7 диаметра роторного колеса эффективна при мощности породных прослоев, встречающихся в обрабатываемом слое, равном 1,5-3,0 м. Начавшийся на экибастузских угольных разрезах постепенный переход на общую валовую выемку угля все еще требует дополнительных детальных научных проработок и экспериментальных исследований для выбора наиболее оптимальных технологических схем с учетом максимального извлечения полезного ископаемого и обеспечения в интересах потребителей (тепловых электростанций) стабильного, заданного в соответствии с ГОСТом качества поставляемого угля.

§ 8. Технологические схемы разработки угля при применении конвейерного транспорта

Конвейеризация добычных работ позволяет полнее использовать конструктивные особенности роторных экскаваторов и повысить их производительность, избежать необходимости подачи железнодорож-

ных вагонов на угольные уступы, автоматизировать работу добычного комплекса, снизить амплитуду колебаний зольности товарного угля, улучшить качество за счёт усреднения его из различных забоев непосредственно в процессе транспортирования.

Ремонт конвейеров менее сложен и трудоемок, обслуживание их значительно проще по сравнению с железнодорожным транспортом.

В мировой практике открытых горных работ известно применение ленточных конвейеров в различных горно-геологических и климатических условиях. В Канаде, например, конвейерная линия производительностью 3000 т/ч эксплуатируется в зимнее время при температуре минус 55°C.

Многолетний опыт работы конвейеров на угольных разрезах в суровых климатических условиях Северного Урала также свидетельствует о высокой надежности этих машин. Наиболее объективным показателем, доказывающим работоспособность и эффективность конвейеров в открытом исполнении для перемещения угля, является стабильность производительности независимо от времени года.

Как было описано выше, Экибастузский бассейн имеет разнообразные условия залегания угольных пластов, относится к району с суровым климатом. В зависимости от условий залегания пластов могут быть применены различные схемы работы конвейерного транспорта.

Конвейерные подъемники возможно располагать в наклонных стволах, галереях, открытых траншеях. Вскрывающие выработки могут располагаться по простиранию, вкрест простирания, по падению залежи. Фронт добычных работ может быть одноуступный и многоуступный.

Особенностями применения конвейерного транспорта для транспортирования угля на разрезе при разработке наклонных пластов являются необходимость демонтажа и переноски конвейеров на каждый новый горизонт и постоянная углубка открытых траншей для конвейерных подъемников.

Наиболее детальные проектные проработки по применению конвейерного транспорта содержались в проекте угольного разреза «Восточный», расположенного на разведочных полях 7 и частично 8 мощностью 30 млн. тонн угля в год. Проектными проработками, выполненными институтом «Карагандагипрошахт» совместно с институтами «УкрНИИпроект» и ИГД АН Казахстана, впервые в Экибас-

тузском бассейне для условий разреза «Восточный» обосновано применение конвейеров для транспортировки угля.

В связи с тем, что лежащий борт залежи является стационарным и имеет угол наклона $10-20^\circ$, вскрытие угольных горизонтов произведено наклонными траншеями, в которых размещены угольные подъёмники. Схема вскрытия обеспечивает независимую транспортную связь каждого добычного экскаватора с поверхностью. Добычные работы осуществляются роторными экскаваторами.

Исследованы две технологические схемы разработки угля роторными экскаваторами в комплексе с конвейерным транспортом, отличающиеся количеством добычных уступов: одноуступная и двухуступная технологические схемы разработки угольных пластов.

Проектом рекомендована двухуступная конструкция фронта работ, при которой вскрытие добычных горизонтов осуществляется тремя наклонными подъёмниками, расположенными на восточном стационарном борту разреза: северным, центральным и южным (рис.15). В северном и южном подъёмниках укладывается по одному наклонному конвейеру, в центральном – два наклонных конвейера.

Наклонные траншеи для угольных подъёмников имеют уклон 15° . В зоне пересечения траншей с нижними бровками уступов стационарного борта дно их заглублено на 3-5 м относительно отметок рабочих горизонтов. По условиям технологии горных работ дно наклонных траншей не выводится на рабочие площадки добычных горизонтов, а заглубляется под углом 15° настолько, чтобы подходящие соединительные конвейеры оказались вне торцевой части наклонной траншеи.

Транспортирование угля на поверхность от экскаваторов СРс (к)-2000М производится по трем конвейерным линиям системой забойных, телескопических, соединительных и подъёмных конвейеров.

Передвижка забойных конвейеров производится после отработки двух экскаваторных заходок шириной по 35 м. Отработка заходок осуществляется с использованием перегружателя ЦГ-2500/35. Нарращивание соединительных конвейеров производится на длину телескопического конвейера - 80 м.

Переукладка забойных, телескопических и соединительных конвейеров производится после отработки запасов пластов 3, 2 и 1 по горизонту через 2 года при одноуступной схеме и через 4 года при двухуступной.

Направление отработки угля принято от почвы пласта 3 к кровле пласта 1 с подвиганием фронта добычных работ вкрест простирания угольных пластов горизонтальными слоями при высоте уступа 20 м.

По одноуступной технологической схеме разработка пластов принята с разделением фронта добычных работ на два крыла с отработкой по крыльям пластов 1,2 и пласта 3 четырьмя экскаваторными блоками по 700 м. По каждому экскаваторному блоку обрабатываются поочередно все пласты - 3,2 и 1.

По двухуступной технологической схеме обрабатываются по верхнему горизонту пласты 1,2, по нижнему - пласт 3 четырьмя экскаваторными блоками длиной по 1400 м.

Выдача угольной горной массы пласта 3 на поверхность осуществляется через северный и южный подъемники, пластов 1,2 - через центральный. Подача угля к нему осуществляется по соединительным конвейерам (две линии), расположенным на временном целике. Оработка этого целика предусматривается на соединительный конвейер, укладываемый для транспортировки пластов 1,2 с правого крыла разреза.

При отработке пласта 3 забойные конвейеры каждого комплекса работают навстречу друг другу к соединительным конвейерам северного и южного подъемников. При переходе добычных работ на пласты 1,2 необходима смена направлений средних забойных конвейерных составов для работы забойных конвейеров каждого из двух комплексов в одном направлении к соединительным конвейерам центрального подъёмника.

Для обеспечения принятой двухуступной схемы следует иметь минимальное опережение по глубине левого крыла разреза на один горизонт.

Анализ указанных технологических схем отработки угля показал следующее.

Одноуступная технология обеспечивает относительно простую схему конвейерных линий при минимальной протяженности забойных конвейеров (2800 м), наименьшее расстояние транспортировки угля, большую концентрацию добычных работ, расположение всех четырех экскаваторных блоков на одном горизонте; подвигание добычного фронта составляет 340 м/год. Однако малая длина экскаваторных блоков ведет к стесненным условиям при подготовке новых горизонтов и более высокому коэффициенту вскрыши.

При двухступенной технологии схема конвейерных линий усложняется при увеличении длин забойных конвейеров до 5600, размещение четырех экскаваторных блоков на двух горизонтах усложняет подъезд автотранспорта. К недостаткам также следует отнести смену направлений транспортирования угольной горной массы при переходе отработки пласта 3 на пласты 1, 2, необходимость отработки целиков под соединительные конвейеры к центральному подъёмнику.

В то же время отработка двумя уступами позволяет снизить текущий коэффициент вскрыши; сокращаются темпы подвигания добычного фронта до 170 м/год, повышается срок службы горизонта, возрастают вдвое готовые к выемке запасы.

Принятие двухступенной технологической схемы обусловлено отсутствием опыта применения конвейерного транспорта на экибастузских разрезах, а также возможностью перехода в процессе эксплуатации на любую схему разработки пластов без изменения стационарных подъёмников и поверхностного комплекса. Это позволяет иметь в первые годы резерв фронта добычных работ, а также смягчить жесткую зависимость процессов добычи и подготовки новых горизонтов (с учетом монтажа и демонтажа конвейеров).

Технология ведения горных работ с применением конвейерного транспорта по принятой технологической схеме требует четкой взаимосвязки работ по подготовке и отработке новых горизонтов, отработке межблочных целиков, углубке траншей под угольные подъемники, монтажа - демонтажа конвейерных линий.

Нарезка новых горизонтов принята в почве пласта 3 по угольной массе экскаваторами СРс (к)-2000М. Роторный экскаватор после отработки части запасов на основном горизонте переводится на нарезку нового горизонта и в комплексе с межступенным перегружателем производит погрузку угля на то же положение забойных конвейеров вышележащего основного горизонта. Это позволяет совместить погрузку угля одним роторным экскаватором на одно положение забойных конвейерных линий, сократить работы по монтажу и демонтажу последних, а также создать запас времени (более года) для проведения углубки траншей под угольные подъемники и монтажа новых конвейерных линий на новом горизонте. Начало нарезки нового добычного горизонта определяется при подвигании фронта работ от стационарного борта на расстояние, обеспечивающее ее нарезку, и определяется в зависимости от углов падения почвы пласта 3.

При нарезке новых горизонтов роторными экскаваторами в комплексе с перегружателями происходит заметное снижение производительности экскаваторов - до 30%.

Углубку наклонных траншей для подъёмников предусмотрено осуществлять экскаваторами ЭКГ-6,3у с использованием автомобильного транспорта.

Аналогичные технологические схемы разработки угля при применении конвейерного транспорта могут быть рекомендованы и для разреза «Богатырь».

Для условий разреза «Северный», где добычные работы ведутся на двух бортах, а длина поля составляет 8 км, возможны другие варианты рационального применения конвейерного транспорта. Здесь угольные подъёмники целесообразно расположить в наклонных шахтных стволах за пределами контура разреза. Поле разреза следует разделить на несколько блоков. Добычные уступы более рационально разрабатывать роторными экскаваторами ЭРП-1250.

Сделаны только первые шаги по изысканию наиболее простых и надежных технологических схем применения конвейерного транспорта по доставке угля из разреза при разработке пластов с наклонным залеганием, созданию конвейеров для этих условий. Исследования в этом направлении необходимо продолжить.

§ 9. Возможности шнекобуровой и струговой выемки угля

Каждый из разрабатываемых угольных пластов Экибастузского бассейна состоит из нескольких десятков угольных пачек. В верхней части пласта I выделяется пачка I-а, где находится наиболее качественный уголь. Пачка I-а имеет, как уже отмечалось ранее, относительно выдержанную мощность - $1,4 \div 2,1$ м. Зольность угля пачки I-а составляет в среднем 20,8%, выход летучих веществ - 34%, содержание фосфора 0,19 - 0,21%, толщина пластического слоя - 8 - 13 мм.

Угли пачки I-а могут быть использованы в коксовом производстве цветной металлургии. Запасы рядового угля пачки I-а по бассейну по оперативным подсчетам оцениваются в 100 млн.т.

В настоящее время при работе мощных роторных экскаваторов на добыче угля основная часть пачки I-а совместно с углями других пачек отгружается для энергетических целей.

В связи с непосредственным контактом пачки 1-а со вскрышными породами она частично отгружается в отвал в виде потерь при зачистке кровли пласта 1, которая выполняется одноковшовыми экскаваторами.

Вопрос о раздельной выемке этой пачки может быть решен путем разработки специальной технологии и оборудования.

Одной из возможных технологических схем может быть шнекобуровая выемка с использованием шнекобуровой машины ШБ-2 конструкции Карагандинского института «Гипроуглегормаш» с производительностью 1000 т в смену, позволяющая бурить скважины с углом наклона 20° диаметром до 1200 мм и глубиной до 70 м. Машина предназначена для эксплуатации в суровых климатических условиях с температурой до - 40°С.

При выемке тонкого угольного пласта шнекобуровой машиной эксплуатационные потери угля обычно составляют 40-50%.

Уменьшение потерь угля до 20-25% и повышение производительности машин на 20-30% при шнекобуровом способе добычи угля дает применение исполнительного органа, позволяющего производить бурение как прямым, так и обратным ходом. Такой исполнительный орган проверен на стенде в ИГД им.А.А.Скочинского, и Гипроуглегормашем разработаны чертежи для возможности применения на двухшпиндельной шнекобуровой машине ШБ-2.

Ниже описана возможная технологическая схема опережающей выемки пачки 1-а при пологом залегании шнекобуровой машиной в условиях Экибастузского бассейна.

При отработке добычного горизонта период, в течение которого возможна выемка пачки 1-а шнекобуровой машиной, может быть определен из выражения:

$$t = t_g \left[1 - \frac{Шрп}{h(ctg \alpha - ctg \beta)} \right], \text{ лет,}$$

где t_g - длительность отработки одного добычного горизонта, лет;
Шрп - минимальная ширина рабочей площадки, обеспечивающая возможность начала отработки пачки 1-а шнекобуровой машиной, м;
 h - высота уступа, м;
 α и β - соответственно угол падения пласта и угол заоткоски борта, град.

Необходимая глубина бурения по пачке 1-а (на один уступ) равна:

$$\ell = \frac{h}{\sin \alpha}, \text{ м.}$$

Запасы угля пачки 1-а на один горизонт составляют:

$$Q = M_n L_p \ell \gamma, \text{ т,}$$

где: M_n - мощность пласта, м;

L_p - длина поля разреза, м;

γ - объёмный вес угля, т/м³.

При эксплуатационном коэффициенте извлечения угля шнекобуровой машиной ($K_{изв}$), годовой объём выемки угля пачки 1-а составит:

$$q = \frac{Q K_{изв}}{t_g}, \text{ т.}$$

При коэффициенте извлечения угля из пачки при работе шнекобуровой машины, равным 0,5 в условиях разреза «Богатырь», ориентировочный годовой объём добычи может составить 300 тыс. т.

Разработка угольных месторождений открытым способом со сложным строением пластов осложняется отсутствием специального агрегата, приспособленного для раздельной выемки крепких угольных пачек и породных прослоек. Одноковшовые экскаваторы различных типов, получившие наибольшее распространение на угольных разрезах, как известно, не отвечают требованиям селективной разработки. Однако и роторные экскаваторы не обеспечивают полную селекцию сложноструктурных угольных пластов при различных углах падения, характерных для Экибастузского бассейна.

Использование роторных экскаваторов на селективной выемке пластов экибастузского угля сопровождается потерями их производительности, потерями угля на контактах с породными прослойками или его засорением.

Учитывая эти обстоятельства, институтом «Карагандагипрошахт» разработан эскизный проект экскаватора - струга, представляющего собой агрегат, в который входят: цепи с укрепленными на них двумя каскадами стругов, привод режущего органа, два боковых конвейера для транспортировки материала из забоя, платформы на четырех гусеницах, рамы для цепей и конвейеров, лебедки для подъёма и опускания рабочего органа, контргрузы.

Экскаватор, настроенный на угол падения, разрабатывает уступ путем внедрения стругов по поверхностям напластования снизу-вверх. Струг выполняется такой конструкции, что отделяемая режущей кромкой струга горная масса разносится его задней частью на два конвейера, расположенных с двух сторон от цепей, несущих струги. Далее горная масса поступает на сборочный конвейер, откуда перегружается на забойный конвейер, расположенный вдоль забоя.

Толщина стружки, снимаемой одним стругом, равна 0,15 м, каскадом из трех стругов - 0,45 м. Это позволяет производить раздельную выемку угольных пачек и породных прослоек при их мощности от 0,45 м и выше. При необходимости селективной разработки можно извлекать угольные пачки мощностью меньше 0,45 м за счет установки экскаватора на соответствующем расстоянии от забоя и снижения его производительности.

Ориентировочная техническая характеристика экскаватора-струга:

расчетная производительность, м ³ /ч	1160
глубина стружки, мм	150
ширина стружки, мм	1200
скорость движения цепи, м/с	0,6
длина стрелы, м	15
поворот стрелы в вертикальной плоскости, град	0-90
скорость перемещения экскаватора вдоль забоя, м/с	0,048
установленная мощность, кВт	350

При разработке угля роторными экскаваторами минимальная мощность породных прослоек, извлекаемых селективно, равна 2 - 1 м и зависит от типов применяемых машин. Все породные прослойки мощностью менее 2-1 м входят в породы засорения.

Порода селекции из всей добываемой горной массы при разработке роторными экскаваторами составляет примерно 20%, в случае применения экскаватора - струга процент селекции породных прослоек увеличится до 30%. Соответственно снизится объем засорения и, как следствие, зольность товарного угля.

В условиях непрерывно изменяющихся углов падения пласта лимитировать высоту уступа будет минимальный угол, в то же время достаточно характерный для данного карьерного поля.

При постоянной высоте уступа длина работающей части стрелы будет изменяться в зависимости от угла падения пластов. Так при высоте уступа 5 м и угле падения пласта 20° - длина работающей части стрелы составит 14,6 м, а при угле падения - 10° - 28,8 м.

Производительность экскаватора-струга на добыче угля зависит от наклона стрелы. При угле наклона стрелы (стало быть и напластований), например, 10 градусов производительность его по горной массе составит 4400 тыс. $\text{м}^3/\text{год}$, при 20° она снизится до 2350 тыс. $\text{м}^3/\text{год}$.

Следует, однако, признать, что данная технологическая схема действительно еще не проработана, поскольку экскаватор-струг недостаточно конструктивно просчитан и это лишь эскизный образец возможной добычной машины. Но в будущем, мы надеемся, такая машина будет востребована в горном производстве.

§ 10. Концентрация горных работ и интенсификация использования мощного добычного оборудования

Решающим направлением в улучшении экономики открытых разработок является повышение концентрации горных работ, которая сопровождается сосредоточением добычи угля в меньшем числе производственных единиц, а следовательно, увеличением нагрузки на один разрез. В условиях Экибастузского бассейна необходимо учитывать, что всякое увеличение нагрузки целесообразно до определенных пределов.

Экономически целесообразная концентрация достигается при оптимальном количестве экскаваторов на разрезе. Для установления оптимальной концентрации добычных работ по разрезу в условиях разработки мощных сложноструктурных пластов необходимо сначала определить оптимальные параметры единичного забоя. При этом значения максимальных параметров концентрации ограничиваются оптимальными показателями селективной выемки угля, уровнем его потерь и разубоживания, долевым соотношением отдельных пластов в общем объеме добычи, количеством роторных экскаваторов, приходящимся на один транспортный выход, условиями залегания пластов, шириной рабочих площадок, скоростью нарезки новых горизонтов. В начале настоящей главы были исследованы вышеуказанные взаимосвязи и предложена методика выбора оптимальных

технологических схем разработок, а следовательно, и оптимальной концентрации горных работ по условиям залегания пластов.

Комплексная технико-экономическая оценка технологических схем разработки с применением роторных экскаваторов ЭРП-1250, ЭРП-2500, ЭРП-5000 произведена на примере разреза «Богатырь».

Результаты сравнения сведены в табл. 18.

Таблица 18

Показатели	Экскаваторы		
	ЭРП-1250	ЭРП-2500	ЭРП-5000
Возможное (по условиям залегания пластов) количество одновременно обрабатываемых добычных уступов	4	2	1
Число экскаваторов, шт.	16	8	4
Годовая производительность экскаватора, млн.т	2,3 - 3,3	4,8 - 6,8	7,5 - 10,7
Мощность разреза, млн.т угля в год	49	50	39
Высота уступа, м	12	20	24
Ширина заходки, м	30	50	70
Годовое подвигание фронта добычных работ, м	161	198	280
Удельная протяженность фронта добычных работ, м/млн.т годовой добычи	474	218	163
Коэффициент потерь на прослоек	0,212	0,344	0,408
Коэффициент разубоживания на прослоек	0,132	0,192	0,248
Зольность угля при селективной выемке, %	36,7	37,9	38,4
Суммарные затраты на 20 лет в расчете на условное топливо, приведенные к одному объему добычи, млн. руб.	485	398	836

На разрезах Экибастузского бассейна достигнуты высокие показатели концентрации добычных работ. Так, в 1980 году среднесуточная нагрузка на один разрез составила 90,9 тыс.т угля; средняя нагрузка на добычной забой - 3,0, на разрезе «Богатырь» - 3,5, в отдельных забоях - 7,0 млн.т угля в год; выход угля с 1 п.м. забоя составил - 1570 т, по разрезу «Богатырь» - 3900 т; удельная протяженность фронта добычных работ составила 800, по разрезу «Богатырь» - 340 м на млн.т добычи в год.

В дальнейшем указанные показатели улучшались за счет ввода новых мощностей на действующих разрезах и строительства новых мощных разрезов, замены на добыче угля одноковшовых экскаваторов на роторные, увеличения уровня использования добычного оборудования, широкой конвейеризации доставки угля, внедрения средств АСУ технологическими процессами.

Одним из факторов, обеспечивающих увеличение концентрации горных работ в единичном забое, а следовательно, и в целом по разрезу, является интенсификация использования добычного оборудования. Интенсификация горных работ имеет некоторые отрицательные явления (рост темпов углубления горных работ, увеличение расстояния транспортировки угля, усложнения трасс движения), которые необходимо нейтрализовать новыми, более эффективными решениями.

Добычные работы на разрезе «Северный» ведутся уже на глубине 200 м, на разрезе «Богатырь» - на глубине 150 м, а углубление горных работ возросло до 8-12 м в год. Наибольшая трудоемкость работ по добыче угля приходится на его транспортирование - 50-55%.

В конкретных условиях Экибастузского бассейна основными направлениями интенсификации использования мощного добычного оборудования следует считать:

- повышение темпов нарезки новых добычных горизонтов с применением роторных экскаваторов и перегружателей;
- строительство обменных железнодорожных станций и постов внутри разреза из расчета удаления экскаватора от обменного пункта на расстояние не более 1,5 км;
- строительство двух погрузочных путей в каждом добычном забое роторного экскаватора;
- внедрение непрерывного конвейерного транспорта угля от забоя до поверхности;

- равномерную подачу порожних железнодорожных составов и доведение неравномерности подачи их до предусмотренных нормативов;

- сокращение времени ремонтов мощных роторных экскаваторов.

По мере углубления горных работ сокращается протяженность добычной рабочей зоны. Так, если на глубине 200 м она составит - 16 км, на глубине 300 м - 15 км, то на глубине 500 м всего 11 км. Для обеспечения предусмотренных объемов добычи в изменяющихся горных условиях необходимо заменить роторные экскаваторы по мере их износа на более мощные. На разрезе «Северный» - на ЭРП-2500, на разрезах «Богатырь» и «Восточный» - на ЭРШРД-5250. Замену необходимо приурочивать к переходу горных работ с глубиной на участки с более пологим залеганием угольных пластов, горизонтальная мощность которых обеспечивает размещение крупных роторных экскаваторов. Одновременно с этим необходимо увеличить количество добычных уступов до трех, принять ступенчатую форму дна разреза (по простиранию пластов). За счет указанных рекомендаций сохранится на уровне достигнутой средняя длина экскаваторного блока на добычных работах и количество экскаваторов на один транспортный выход (не более двух).

Глава VI. Качество угля

§ I. Характеристика угольных пластов по качеству

Угли Экибастузского бассейна каменные, гумусовые, представленные блестящими (1-7%), полублестящими (26 - 39%), полуматовыми (43-45%) и матовыми (10-25%) их разностями. Угли почти всех пластов являются сильно минерализованными. Минерализация углей увеличивается вниз по разрезу, достигая максимума в пластах Ашлярикской и нижней части Карагандинской свиты. После обогащения угли по-прежнему содержат значительное количество минеральных примесей.

По степени метаморфизма угли относятся к газовым, жирным и коксовым.

Угли Экибастузского бассейна существенно различаются как по плотности, так и по зольности. Углистые породы с зольностью более 50% располагаются в интервале значений плотности 1,65-2,20 т/м³. Последнее объясняется большим и меньшим обогащением их углистым веществом, что в свою очередь дает значительные колебания в выходе золы (50-75%). Среднее значение плотности для этих пород 1,89 т/м³ соответствует зольности 60,6%. Плотность и зольность горной массы пластов 1,2,3 приведены в табл. 19

Таблица 19

Состав горной массы	Средние значения		Кoeffициент пористости
	Плотность, т/м ³	Зольность, %	
1	2	3	4
Угли с зольностью:			
0 - 20%	1,29	16,4	11,7
20 - 30%	1,37	25,5	12,2
30 - 40%	1,47	35,0	10,4
40 - 45%	1,55	42,3	9,9
45 - 50%	1,64	46,8	9,4
Углистая горная масса с зольностью более 50%	1,89	60,6	6,9
Аргиллиты, алевролиты, песчаники	2,26	78,2	0,9

Характерной особенностью экибастузских углей является высокая насыщенность органической массы тонкодисперсными минеральными примесями, представленными каолинитом (54%), кварцем (28%), сидеритом (10%), кальцитом (5%), гипсом (2%) и магнезитом (1%).

Угольная масса всех пластов имеет высокую зольность, обусловленную дисперсным распределением в ней минеральных примесей. Общей закономерностью для бассейна является некоторое увеличение зольности вниз по разрезу и по мере погружения пластов, а также в зонах разрывных нарушений, главным образом, за счет замещения угольных пачек породными прослойками и наложенной минерализации. Ниже приведены данные распределения углей по интервалам зольности в процентном выражении.

Пласты	Интервалы зольности, %							
	до 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50
1	1	6	12	26	32	11	8	4 100
2	2	41	23	30	17	9	7	1 100
3	3	3	12	18	15	22	14	13 100

Содержание аналитической влаги в угле в большинстве случаев колеблется от 1 до 3%, редко превышает последнюю цифру. Содержание рабочей влаги изменяется в пределах 5-11%. Среднее значение рабочей влаги уменьшается с глубиной, что указывает на возрастающую плотность углей.

Содержание фосфора в рядовых углях пластов 1,2,3 (до глубины 200 м) колеблется от 0,02 до 0,08%, ниже глубины 200 м в пласте 1 - составляет 0,108%, в пластах 2 и 3 - 0,062%.

Выход летучих веществ для углей пластов 1,3 составляет в среднем 28%, пласта 2 - 25%.

Угли бассейна малосернистые, содержание серы колеблется в пределах (0,50-0,80%).

Теплота сгорания рядового угля, пересчитанная на горючую массу, в среднем изменяется от 30,6 до 33,2 МДж/кг. Использованию углей для целей коксования препятствует как слабая их спекающая способность, так и высокое содержание в них золы, не поддающейся отделению путем обогащения. При сухой перегонке угли пластов 1, 2 и 3 дают невысокий выход смол (до 5% на горючую массу). Поэтому

они не могут быть рекомендованы для технологической переработки методом полукоксования. Первичный газ экибастузских углей обладает высокой теплотой сгорания - $20,2 + 26,0$ МДж/кг.

Зола экибастузских углей обладает тугоплавкостью, что является фактором положительным. Однако вследствие высокого содержания кремнезема она обладает повышенной абразивностью, а это ведет к усиленному износу хвостовых поверхностей котлов при пылевидном сжигании на тепловых электростанциях.

Зона газового выветривания достигает глубины 200 м. Глубже нижней границы в интервале первых 100 м происходит наиболее интенсивное нарастание газоносности от 0 до 8-10 м³ на 1 т горючей массы угля. В интервале последующих 200 м она увеличивается не более чем на 2-5 м³/т, а на участках максимального погружения пластов газоносность составит не более 20 м³/т горючей массы. Газоносность вмещающих пород и внутрипластовых породных прослоек на этих же глубинах не превысит 3 м³/т породы. Основными компонентами газов являются метан и азот. Исследованиями установлено, что угольная пыль пластов I, 2 и 3 по степени безопасности работ в горной промышленности является взрывоопасной.

Исходя из качественной характеристики и трудной обогатимости, угли для использования в коксохимической промышленности не пригодны, а могут быть рекомендованы в рядовом виде как энергетическое топливо для пылевидного сжигания. Более чем 45-летняя практика использования экибастузских углей в качестве энергетического топлива показала высокую эффективность их сжигания на крупных тепловых электростанциях.

§ 2. Прогнозирование зольности угля в зависимости от технологии разработки

Анализ производственных условий добычных работ показывает, что качество добываемого ископаемого зависит от многих факторов, которые можно объединить в две группы: материально-технические (объективные) факторы, определяемые производственной базой разреза, и организационно-технические (субъективные), зависящие от обслуживающего персонала.

К объективным факторам, наряду с горно-геологическими, следует отнести технические условия работы, т.е. систему разработки

и состав горного оборудования, его параметры и конструкцию и др. Материально-технические факторы определяют исходное качество добываемого угля, для дальнейшего улучшения которого при необходимости и соответствующем технико-экономическом обосновании применяют различные организационно-технические мероприятия - управление производством в режиме усреднения, использование системы оперативной информации о качестве угля, экономическое стимулирование персонала, мероприятия по повышению его квалификации.

Совершенствование организационно-технических мероприятий не связано с изменением материальной базы действующего предприятия и поэтому осуществляется сравнительно легко, без значительных капиталовложений. При внедрении таких мероприятий широко применяется производственный эксперимент, имеется возможность постоянного его совершенствования в процессе эксплуатации разреза.

Комплекс материально-технических факторов формируется еще при проектировании разреза. Эти факторы стабильны в течение длительного периода и с трудом поддаются изменению. Например, замена экскаваторов или вида внутрикарьерного транспорта потребует полной реконструкции предприятия и значительных капиталовложений. Поэтому улучшение качества добываемого полезного ископаемого путем направленного выбора элементов технологического процесса (элементов системы разработки и структуры комплексной механизации) наиболее эффективно может быть осуществлено только при проектировании разреза. Это возможно в том случае, если при проектировании известен характер связи элементов системы разработки и структуры комплексной механизации с качеством добываемого угля применительно к конкретным горно-геологическим условиям проектируемого разреза.

Характер связи качества добываемого угля с технологией выемки может быть установлен различными методами прогнозирования. Одним из них является метод имитационного математического моделирования технологического процесса с применением ЭВМ, разработанный применительно к выемке угля роторными экскаваторами. Для условий Экибастузского бассейна указанный метод был разработан впервые в институте «Карагандагипрошахт».

Основываясь на геологическом строении пласта и принятых элементах технологии выемки, математическая модель имитирует отработку экскаватором сложных добычных забоев, загрузку добываемого угля в вагоны и формирование железнодорожных маршрутов, отправляемых потребителям, из вагонов с разных забоев.

Основные положения данного метода прогнозирования являются общими для мощных пластов с различными углами залегания. Однако для наклонных и горизонтальных пластов имеются различия в приемах формирования геологических структур экскаваторных забоев и стружек.

При наклонном залегании пластов геологическая структура добычного забоя может быть описана геологической структурой первой экскаваторной стружки - «основной стружки» Π_0 и так называемой «дополнительной стружки» $\Pi_{доп}$ (рис. 41).

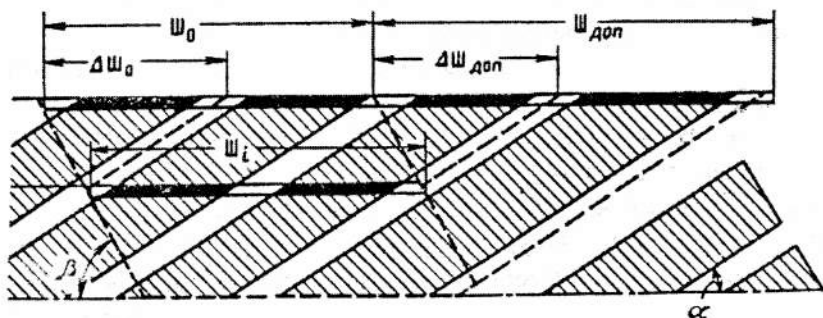


Рис.41. Схема определения геологической структуры *i*-й экскаваторной стружки при отработке наклонных пластов

Зная горизонтальные мощности угольных пропластков и породных прослоек, слагающих эти вспомогательные стружки, можно получить информацию о геологической структуре любой *i*-той экскаваторной стружки

$$\Pi_i = \Pi_0 - \Delta\Pi_0 + \Delta\Pi_{доп}, \text{ см.}$$

Численное значение величин Π_0 , и $\Pi_{доп}$ можно определить из выражения

$$\Pi_0 = \Pi_{доп} = S'_i(ctg\alpha \pm ctg\beta), \text{ см,}$$

где: S'_i - толщина экскаваторной стружки, см;

i - порядковый номер стружки;

α - угол падения пласта, градус;

β - угол откоса уступа, градус.

Полученные в этом случае значения Π_0 и $\Pi_{\text{дон}}$ берутся со знаком плюс при отработке пласта в направлении от почвы к кровле, и со знаком минус при обратном направлении отработки.

Геологическая структура i -той экскаваторной стружки приравнивается к стружке f -того выемочного слоя.

Отработанная i -той стружкой часть каждого пропластка загружается в железнодорожные вагоны. Средняя зольность угля в каждом вагоне определяется из выражения

$$A_{\text{ваз}}^c = \frac{\sum_{i=1}^r \ell S A_f^c}{P}; \%,$$

где: ℓ - горизонтальная мощность пропластков, м;

S - площадь сечения экскаваторной стружки в вертикальной плоскости, параллельной оси движения экскаватора, м^2 ;

r - количество прослоек, которое необходимо отработать экскаваторной стружкой для загрузки одного вагона;

A_f^c - зольность угля f -того выемочного слоя;

P - грузоподъемность вагона, т.

Из вагонов с углем известной зольности группируются выдаваемые из разреза на поверхность партии вагонов и отправляемые потребителям маршруты угля. Метод прогнозирования позволяет моделировать как валовую, так и селективную отработку пластов. Глубина селекции при этом задается минимальной мощностью отдельно отработываемых породных прослоек и кондиционной (предельной) зольностью угля в недрах. В данном случае метод позволяет выдавать информацию о качестве и количестве как добытого угля, так и отработанной внутренней вскрыши в различные периоды эксплуатации разреза.

Разработанная применительно к условиям селективной выемки мощных сложноструктурных пластов наклонного залегания математическая модель процесса добычи угля состоит из следующих восьми блоков: формирование геологической структуры экскаваторных заходов (определение параметров Π_0 и $\Pi_{\text{дон}}$); формирование геологической структуры экскаваторных стружек (определение парамет-

ров Ш₁); укрупнение смежных угольных пропластков и смежных породных прослоек; формирование угольных и породных комплексов; учет эксплуатационных потерь и засорения угля; вычисление повагонной зольности добытого угля; подсчет внутренней вскрыши; вычисление зольности добытого угля - маршрутной, суточной и др.

Путем реализации на ЭВМ математической модели в заданном интервале описания (один горизонт, год, пятилетие и т.п.) накапливается статистический материал о распределении качества добываемого угля для различных объемов измерения (вагоны, маршруты и т.д.).

На основе полученных выше данных производится расчет средней зольности угля для каждого варианта степени селекции пласта.

Метод прогнозирования качества добытого угля при разработке мощных угольных пластов роторными экскаваторами позволяет получить объективные характеристики ожидаемого качества угля и динамики его колебаний.

Осуществляемая на разрезах селективная выемка связана с довольно значительными потерями природных ресурсов угля, при этом снижается производительность добычных экскаваторов.

Так называемая «внутренняя вскрыша», сбрасываемая в отвал, имеет зольность $A_{cp}^c = 55-57\%$ и удельную теплоту сгорания порядка 12,6 МДж/кг. В 1978 году при добыче на разрезах Экибастузского бассейна 56,5 млн.т угля со средней зольностью 38,5% и удельной теплотой сгорания 18,9 МДж/кг в отвалы было вывезено угольной массы внутренней вскрыши около 12 млн.т или 4,7 млн.т у.т.

В перспективе объем «внутренней вскрыши» будет значительно возрастать, что приведет к ежегодным потерям порядка 19 млн. т условного топлива в год. Эти потери эквивалентны добыче 10 крупных шахт мощностью 2 млн.т у.т. каждая, для строительства которых потребуется привлечь значительные капитальные вложения.

В связи с этим в 1977-1978 гг. институт «Карагандагипрошахт» совместно с Центрально-Казахстанским геологическим управлением выполнил технико-экономические обоснования новых кондиций на энергетические угли бассейна, разрабатываемые крупными роторными экскаваторами, которые утверждены в 1979 г.

Варианты кондиций устанавливались в результате варьирования основных параметров кондиций: минимальная мощность раздельно отрабатываемой части пласта (угольного комплекса), минимальная

мощность раздельно обрабатываемых породных прослоек (породный комплекс), предельная зольность угля с учетом засорения внутрипластовыми породными прослойками, предельный (граничный) коэффициент вскрыши.

Угольный комплекс - это совместно обрабатываемая группа элементарных пачек и прослоек, суммарная нормальная мощность которых больше или равна кондиционной (минимальной) мощности угля, а средняя зольность с учетом всех породных прослоек меньше или равна кондиционной (предельной) зольности угля.

Соответственно под породным комплексом понимается совместно обрабатываемая группа элементарных пачек и прослоек, суммарная нормальная мощность которых больше или равна кондиционной (минимальной) мощности породы и общая зольность больше кондиционной.

С целью наибольшего использования недр минимальную мощность раздельно обрабатываемого угольного комплекса рекомендуется принимать равной технически возможной минимальной мощности обрабатываемого комплекса.

Теоретическими и экспериментальными работами института «УкрНИИпроект» установлены применительно к условиям залегания угольных пластов бассейна технически возможные нормальные мощности раздельно обрабатываемых комплексов, приведенные в табл. 20.

Таблица 20

Разрезы	Экскаваторы	Угол залегания пластов (числитель-миним., знаменатель-максим.), град	Технически возможная нормальная мощность, м			
			По условиям управления экскаватором	По динамике нагрузок на экскаватор	По использованию производительности экскаватора	Рекомендуемые значения
"Северный"	ЭРП-1250 и СРс(к)-470	<u>20</u>	<u>1,4</u>	<u>2,3</u>	<u>1,5</u>	4
		80	3,9	0,4	4,2	
	ЭРП-2500	<u>20</u>	<u>1,7</u>	<u>2,6</u>	<u>1,5</u>	4
		80	4,9	0,5	4,4	
"Бога-тырь"	ЭРП-2500 и СРс(к)-2000	<u>5</u>	<u>0,4</u>	<u>4,1</u>	<u>0,6</u>	4
		25	2,1	3,7	2,8	
"Восточ-ный"	ЭРШРД-5000	<u>5</u>	<u>0,5</u>	<u>4,9</u>	<u>0,8</u>	4
		25	2,5	4,4	3,8	

Как видно из табл. 20 мощность отдельно обрабатываемого комплекса определилась: для крутого залегания пластов - из условия управления экскаватором и его использования по производительности; для пологого залегания пластов - из динамики нагрузок на экскаватор, а также его использования по производительности (ЭРШРД-5000).

В зависимости от количества отдельно обрабатываемой породы меняется качество добываемого угля и его количество.

Варьирование величиной минимальной мощности отдельно обрабатываемого прослойка (4, 6, 8 и 10 м) позволяет оценивать степень засорения добытого угля.

Переход от глубокой селекции к валовой выемке пластов, обеспечивающей наиболее полное использование недр, целесообразен тогда, когда величина кондиционной зольности угля по селективно обрабатываемым угольным комплексам с учетом засорения внутрипластовыми породными прослойками практически исключает возможность выделения породных комплексов.

При разработке новых кондиций максимальная зольность угля по отдельно обрабатываемым частям пласта с учетом засорения внутрипластовыми породными прослойками рассматривалась в интервалах от 40 до 70% через каждые 5%.

Оценка 14 разработанных основных вариантов кондиций по коэффициенту кондиционности запасов и затратам на 1 кВт. ч отпущенной электроэнергии позволила рекомендовать как более эффективный вариант, параметры кондиции которого практически обеспечивают валовую обработку пластов. Ниже приведены основные технико-экономические показатели по этому варианту кондиций:

Минимальная мощность угольного комплекса, м	4
Минимальная мощность породного комплекса, м	4
Максимальная кондиционная зольность угля, %	60
Предельный коэффициент вскрыши, м ³ /т	6
Запасы рядового угля, млрд.т	13,3
Зольность добываемого угля, %	43,5
Производительность труда рабочего, т/мес.	1700
Себестоимость 1 т товарного угля, коп	82
Показатель кондиционности запасов по затратам на 1 т у.т.	0,491
Показатель кондиционности запасов по затратам на 1МДж отпущенной электроэнергии	2,99

§ 3. Геолого-технологические карты отработки забоев

В целях обеспечения более качественной селективной разработки сложноструктурных угольных забоев и стабильной, заданной ГОС-Том, зольности отгружаемого потребителям товарного угля на экзистуэских угольных разрезах впервые в отечественной практике открытых горных работ внедрены геолого-технологические карты. Они составляются для отдельного угольного забоя (экскаватора) на каждые рабочие сутки и выдаются экскаваторной бригаде на рабочем наряде. Геолого-технологические карты выдаются также начальнику горнодобычного участка и начальнику смены или диспетчеру разреза.

В геолого-технологической карте указываются параметры заходки, расположение экскаватора относительно железнодорожного пути, последовательность отработки забоя, способ выемки угля и породных прослоек, структура забоя, низшая удельная теплота сгорания, зольность, мощность и угол залегания угольных пачек и породных прослоек, объем угля и пород внутренней вскрыши (селекции), подлежащих выемке, на смену и сутки, иногда и на определенное продвижение забоя, например, 30 м (рис.42).

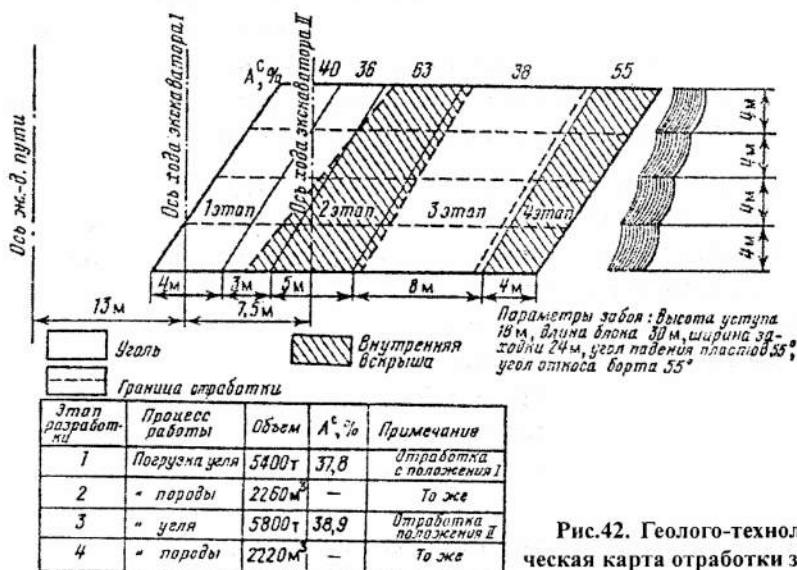


Рис.42. Геолого-технологическая карта отработки забоя

Геологическая часть карты разрабатывается участковым геологом на основе материалов бороздового опробования и ежесуточной геологической зарисовки забоя.

Бороздовые пробы отбираются с помощью специального сконструированного Карагандинским институтом «Гипрогормаш» совместно с работниками объединения «Экибастузуголь» уступного пробоотборника УП-2М (рис.43) или механизированного комплекса, со-

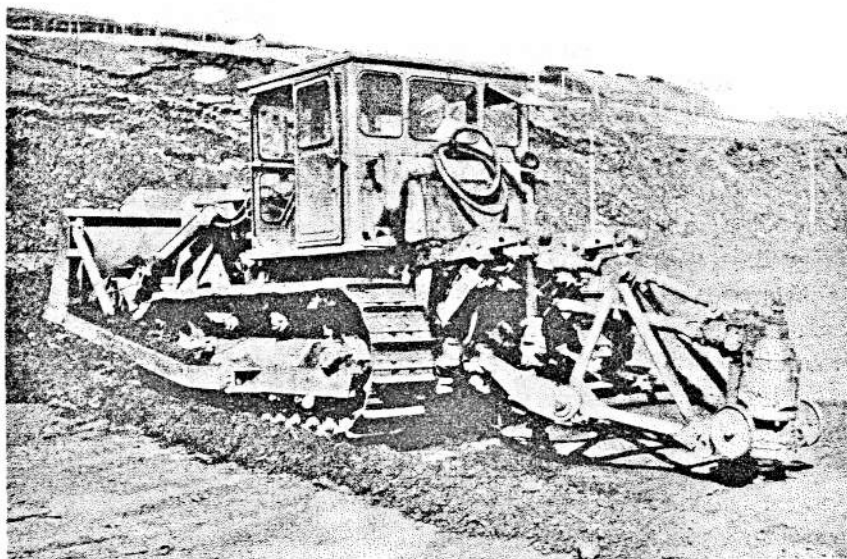


Рис.43. Уступный пробоотборник УП-2М

стоящего из отбойного молотка МОМ-10 (пика лопатчатая шириной 10 см), передвижного компрессора ЗИФ-55 и трактора «Беларусь». Сечение борозды - прямоугольное с размерами сторон не менее 10 см по ширине и глубине. Расстояние между бороздами обычно колеблется в пределах 50-100, а при сложном строении пластов оно иногда сокращается до 20-30 м. Порядок отбора бороздовых проб в зависимости от сложности строения пласта или наличия тектонических нарушений устанавливается участковым геологом.

В процессе отбора угольные и породные прослойки малой мощности группируются в пластовые пробы, составляющие угольные или породные комплексы мощностью не $< 0,5$ м. Пробы отправляются в химлабораторию для определения их зольности, низшей теплоты сго-

рания и плотности. По отобранным пробам производится зарисовка забоя и заполняется геологическая часть карты.

Предварительная зачистка площадки на угольном уступе для бороздового опробования осуществляется с помощью бульдозера. Применение уступных пробоотборников УП-2М заметно сократило трудоемкость работ и повысило представительность проб.

Технологическая часть карты разрабатывается технологом на основе накопленного опыта и принятой для конкретного забоя технологической схемой его отработки. Мощность угольных и породных комплексов в геолого-технологической карте принимается равной (или более) минимальной величине по условиям раздельной (селективной) выемки в соответствии с утвержденными кондициями по зольности и принятой для данного типа роторного экскаватора степенью селекции. В зависимости от качественных показателей (теплота сгорания, зольность) в карте указывается назначение комплекса: включение его в добычу угля или отгрузка в отвал (породы).

На рис. 42 представлена геолого-технологическая карта отработки забоя третьего пласта, которая осуществляется следующим образом. Для отработки угольного комплекса (этап 1) экскаватор устанавливается на минимальном расстоянии от железнодорожных путей (ось хода экскаватора I). С этого положения отрабатываются этапы 1 и 2, после чего экскаватор переходит в новое положение (ось хода экскаватора II) и отрабатывает этапы 3 и 4. Порядок отработки забоя с двух положений оси передвижения экскаватора дает возможность более качественно отрабатывать угольный пласт с минимальными потерями и разубоживанием угля.

Сопоставление фактических объемов добытого угля и отгруженной породы из забоя с указанными в геолого-технологической карте позволяет производить оценку работы машинистов экскаваторов по обеспечению качества угля.

§ 4. Контроль зольности товарного угля

Применявшийся ранее метод определения зольности экибастузского угля на основе отбора товарных проб из железнодорожных вагонов (ГОСТ 10742-71) не обеспечивал должного оперативного контроля качества товарного угля и приводил к значительному (до 3-х часов) простоем груженных вагонов под опробовательскими операциями

ми при подготовке и формировании угольных маршрутов для отправки потребителям.

В целях совершенствования метода определения зольности угля институтами КНИУИ и УралВТИ совместно с производственным объединением «Экибастузуголь» были проведены в 1975-1978 гг. исследования, экспериментальные и промышленные поставки тепловым электростанциям экибастузского угля с определением зольности товарного угля по оперативным геологическим данным на основе пластовых проб и ежесуточно составляемых геолого-технологических карт.

На каждом угольном массиве (блоке), подготавливаемом к разработке, отбирались пластовые пробы бороздовым способом, затем в химлаборатории для каждой угольной пачки и породного прослойка определяли зольность A^c в %, плотность γ т/м³ и мощность в м. По показателям пластовых проб и на основе геолого-технологической карты с учетом принятой технологии разработки рассчитывалась зольность в массиве (блоке) по формуле

$$A_{\text{бл}}^c = \frac{\sum A_i^c S_i \gamma_i}{\sum S_i \gamma_i}, \%,$$

где A_i^c - зольность угольной пачки или породного прослойка, %;

S_i - площадь сечения угольной пачки или породного прослойка, м²;

γ_i - плотность угольной пачки или породного прослойка, т/м³;

Зольность $A_{\text{бл}}^c$ распространялась на все загруженные углем при отработке данного блока подачи из 11-17 железнодорожных вагонов.

Зольность товарного угля в маршруте (партии) определялась как средневзвешенная по долевым участию груженых подач и их зольности:

$$A_{\text{нар}}^c = \frac{\sum A_{\text{нод}}^c m_{\text{нод}}}{\sum m_{\text{нод}}}, \%,$$

где $A_{\text{нод}}^c$ - зольность угля в подаче, определенная по приведенной выше формуле, %;

$m_{\text{нод}}$ - масса угля в подаче, т.

Исследования, экспериментальные и промышленные поставки на тепловые электростанции экибастузского угля с определением качества топлива по оперативным геологическим данным на основе пластовых проб позволили установить следующее: сходимость показателей зольности товарного угля, определяемых по оперативным

геологическим данным на основе пластовых проб в массиве, удовлетворительная; точность опробования товарного топлива соответствовала требованиям Госстандарта; расхождение показателей зольности между данными поставщика и потребителя сократилось в 1,4-2,0 раза; простой железнодорожных вагонов под опробованием сократился примерно на 2 часа.

Исходя из результатов проведенных исследований и накопленного положительного опыта по согласованию с потребителями был принят метод определения зольности экибастузского угля, отгружаемого тепловым электростанциям, основанный на оперативных геологических данных по регулярно отбираемым пластовым пробам и ежедневно составляемым геолого-технологическим картам.

Опыт показал, что этот метод является наиболее объективным и прогрессивным, способствует быстрейшему развитию добычи угля в Экибастузском бассейне.

Контроль за качеством товарного угля в производственном объединении «Экибастууголь» возлагался на Управление технического контроля качества угля и стандартов, являвшееся самостоятельной производственной единицей в составе объединения. Приемке по качеству подлежала каждая вывозимая из разреза подача из груженых углем железнодорожных вагонов путем наружного осмотра как на углесборочных станциях, так и непосредственно в забое. Осуществлялся также контроль за отработкой забоев в соответствии с геолого-технологическими картами. При обнаружении несоответствия карты фактической структуре забоя уголь этого забоя подвергался опробованию из железнодорожных вагонов (по ГОСТ 10742-71) до приведения геолого-технологической карты в соответствие с забоем. В случаях, когда при наружном осмотре подачи возникало сомнение в соответствии качества угля требованиям ГОСТа, подача ставилась под контроль и от нее отбиралась контрольная проба (по ГОСТу 10742-71). Отбор проб из железнодорожных вагонов осуществлялся с помощью специально созданного в Экибастузе самоходного рейферного пробоотборника на железнодорожном ходу.

Многолетний опыт поставки экибастузского угля с определением зольности по описанному выше методу показал, что качество товарного угля соответствовало ГОСТу.

С учетом требований потребителей к экибастузским углям, проведенных научных и проектных исследований, опыта эксплуатации

роторных экскаваторов на разрезах в 1979 году был утвержден ГОСТ 8779-79 «Угли Экибастузского бассейна для пылевидного сжигания. Технические требования».

Требования к качеству угля по этому ГОСТу приведены в табл. 21.

Таблица 21

№№ п/п	Показатели	Нормы для углей	
		I группы	II группы
1.	Нормы ГОСТа для партий (маршрутов)		
1.1.	Низшая удельная теплота сгорания Q_n^P : средняя, МДж/кг (ккал/кг) предельная, МДж/кг	17,156 (4150) 16,119	14,444 (3450) 12,560
1.2.	Зольность (A^c , предельная), %	43	53
1.3.	Максимальный размер кусков, мм, не более	300	300
2.	Нормы ГОСТа для вагонов		
2.1.	Низшая удельная теплота сгорания Q_n^P : МДж/кг (ккал/кг)	14654 (3500)	11,923 (2850)
2.2.	Зольность A^c , %	47	55

При этом разрешается поставка углей I группы в объеме 5% от общей поставки с низшей удельной теплотой сгорания Q_n^P , равной 15,491 МДж/кг (3750 ккал/кг) с зольностью A^c - 44%.

Каждая партия (маршрут) в составе 50-60 ж.-д. полувагонов формируется на углесборочных станциях из так называемых угольных подач (11-17 полувагонов). Низшая теплота сгорания такой подачи рассчитывается исходя из геолого-технологической карты отработки забоя по формуле

$$Q_n^P \text{ заб} = \frac{\sum Q_{ni}^P S_i \gamma_i}{\sum S_i \gamma_i}, \text{ ккал / кг,}$$

где Q_{ni}^p - теплота сгорания угольных или породных пачек, ккал/кг;

S_i - площадь сечения угольных или породных пачек, м²;

γ_i - плотность угольных или породных пачек, т/м³.

Полученная величина распространяется на все подачи, загруженные из этого забоя согласно геолого-технологической карте.

Теплота сгорания товарного угля в партии (маршруте) $Q_n^p \text{ пар}$ определяется расчетным путем как средневзвешенная по долевого участию различных подач, загруженных углем в отдельных забоях, я теплотой сгорания угля в этих подачах $Q_n^p \text{ под}$ полученной по изложенной выше формуле. Таким образом,

$$Q_n^p \text{ пар} = \frac{\sum Q_n^p \text{ под } m_{\text{под}}}{\sum m_{\text{под}}}, \text{ ккал / кг},$$

где $m_{\text{под}}$ - масса угля в подаче, т.

Таким образом, теплота сгорания товарного угля в маршруте принимается как средневзвешенная соответствующих экскаваторных забоев на основании «Справки о качестве угольных забоев для определения расчетной теплоты сгорания маршрутов угля». Такая справка, составляемая главными технологом и геологом и утверждаемая главным инженером разреза, выдается на сутки опробовательному пункту. В случае неожиданного изменения в течение этих суток структуры забоев и качества угля указанная «Справка» корректируется.

Подачи, из которых производится отбор проб товарного угля, включаются в маршрут с показателем Q_n^p , полученным по результатам химанализа в лаборатории.

Расчетная теплота сгорания каждой подачи угля, загружаемой на складе, определяется как средневзвешенный показатель калорийности поступившего на склад угля.

Формирование маршрутов по теплоте сгорания осуществляется мастером опробовательного пункта разреза, который расчетным путем в специальном журнале («Карта формирования маршрута») устанавливает порядок распределения порожних вагонов (подач) в экскаваторные забои и накопления груженых вагонов на маршруты методом набора вариантов подач.

Аналогичным способом рассчитывается зольность товарного угля.

Для улучшения качества отгружаемого угля специалистами производственного объединения впервые в отрасли разработана и внедрена комплексная система управления качеством угля (КСУКП-уголь). Эта работа проведена в соответствии с методическими ма-

териалами Госстандарта б. СССР и отраслевыми руководящими и методическими указаниями. КСУКПуголь базируется на стандартах предприятий (СТП), основу которых составляют государственные и отраслевые стандарты. Работа началась с создания в объединении координационно-рабочей группы (КРГ), обязанность которой - подготовка и выдача методических рекомендаций для разработки СТП в конкретных условиях. Особенности этих условий при разработке КСУКПуголь состоят в том, что производственное объединение не охватывает полного жизненного цикла угольной продукции (только добыча и поставка), многие процессы не охвачены государственными и отраслевыми стандартами, предмет труда (сырье) не является продуктом человеческого труда (создано природой), налицо некоторые социально-психологические особенности горняков, динамичность системы во времени и пространстве.

Сама система, как известно, состоит из субъекта, объекта и средств управления производством. Последние для каждого субъекта формируются в трех подсистемах - параметрической, функциональной и организационно-трудовой, основу которых составляют четыре группы мероприятий: технические, организационные, экономические и социальные. При разработке СТП потребовалась локализация производственного объединения из народнохозяйственной системы. В связи с различной степенью влияния субъектов и объектов на качество угольной продукции пришлось внутри системы выделить по функциональному признаку пять подсистем: добычные, вскрышные, ремонтные и вспомогательные работы, железнодорожный транспорт.

Общее руководство по разработке КСУКПуголь осуществлялось техническим директором, который возглавил КРГ, по подсистемам - директорами объединения по принадлежности. В отдельных случаях при определении руководителя по подсистеме целесообразен принцип компетентности. Руководители подсистем должны входить в состав КРГ.

Для решения отдельных вопросов в производственных единицах были созданы творческие группы из числа ведущих специалистов, мастеров, наиболее опытных рабочих, которые вносили предложения по СТП, используя в своей работе разработанные КРГ методические рекомендации. Это позволило еще на ранней стадии исключить мелкие малозначащие факторы и сосредоточить внимание на главном. Эффективность работы творческих групп во многом зависела

от того, насколько точно они представляли себе задачи, цели и пути их достижения, от психологического климата в группе, их заинтересованности в конечном результате, общего и специального уровня подготовки.

С целью надлежащей координации работ по разработке СТП был составлен сетевой график. Методом экспертных оценок установлены сроки выполнения отдельных работ, а также некоторые показатели качества.

Опыт разработки СТП указал на необходимость привлечения как можно большего числа рабочих, что не приводило к отчуждению стандарта, а являлось условием для возникновения рабочей гарантии. При разработке СТП по подсистеме «Добычные работы» рабочие группы объединения и производственных единиц совершили более 100 посещений рабочих мест. При встречах рабочие вносили конкретные предложения по улучшению организации производства и выполнению отдельных операций.

Установлено, что тесная взаимосвязь материальных и моральных принципов поощрений создает наилучшие предпосылки для повышения качества продукции.

Окончательно отредактированные координационно-рабочей группой СТП были утверждены генеральным директором производственного объединения.

После утверждения СТП для каждой профессии были составлены специальные выписки из стандарта и выданы всем рабочим данной профессии. Кроме того, рабочие подробно ознакомлены со стандартом и системой стандартов в целом, для чего была налажена специальная учеба.

Следует особо подчеркнуть, что путь к внедрению СТП проходил, прежде всего, через культуру работника, эффективный контроль и учет качества его труда.

Было разработано и внедрено 17 СТП по подсистеме «Добычные работы», регламентирующие проведение всех технологических процессов добычи и поставки экибастузского угля. Несмотря на некоторые трудности, в основном, психологического характера, разработка СТП и первый опыт внедрения свидетельствовал о высокой их эффективности: значительно снижено колебание зольности товарного угля, заметно сокращены расхождения с потребителями по показателю зольности, снижены потери угля, улучшилось качество загрузки

железнодорожных вагонов, повысилась производительность добычных экскаваторов.

В 1979 году указанные СТП с учетом накопленного опыта их применения переработаны, а в 1982 году дополнительно разработан еще один СТП, регламентирующий порядок усреднения угля в вагонах в процессе разработки забоев роторными экскаваторами.

В табл.22 приведена краткая характеристика действовавших 16 стандартов предприятия (СТП), разработанных по подсистеме «Добычные работы».

Таблица 22

Номер стандарта	Наименование стандарта	Назначение стандарта
СТП-28-001-1-79	Общий стандарт. Основные положения.	Устанавливает общесистемные вопросы информационного обеспечения, порядок разработки, оформления, утверждения и внедрения СТП, работы постоянно действующей комиссии по качеству, проведения "Дня качества" и мероприятий по улучшению качества угля.
СТП-28-001-79	Отбор пластовых проб.	Устанавливает порядок отбора пластовых проб механизированным способом и вручную.
СТП-28-002-79	Подготовка экскаваторного блока к зачистке.	Устанавливает порядок подготовки экскаваторного блока к зачистке.
СТП-28-003-79	Зачистка экскаваторного блока.	Устанавливает порядок зачистки экскаваторного блока для производства буровых работ.
СТП-28-004-79	Бурение скважин для взрывных работ.	Устанавливает порядок производства буровых работ в подлежащих разработке блоках угольного массива.
СТП-28-005-79	Организация производства взрывных работ.	Устанавливает порядок производства взрывных работ.
СТП-28-006-79	Организационно-технологическое обеспечение работы экскаваторов.	Устанавливает порядок организационно-технологического обеспечения работы экскаваторов.

1	2	3
СТП-28-007-79	Схемы и способы выемки угля роторными экскаваторами.	Определяет технологические схемы и способы отработки угольных забоев роторными экскаваторами.
СТП-28-008-79	Схемы и способы выемки угля одноковшовыми экскаваторами.	Определяет технологические схемы и способы отработки угольных забоев мехлопатами.
СТП-28-009-79	Схемы и способы внутризабойного и призабойного усреднения угля по зольности.	Определяет схемы и способы внутризабойного усреднения угля по зольности роторными и одноковшовыми экскаваторами, является руководством при составлении геолого-технологических карт отработки забоев.
СТП-28-010-79	Инструктивно-технологическое обслуживание технологии выемки угля в забоях роторными экскаваторами.	Является руководством технологической службе при составлении геолого-технологических карт отработки забоев, машинисту экскаватора - по изучению и самостоятельному выбору технологии и способов выемки угля из забоев.
СТП-28-011-79	Инструктивно-технологическое обслуживание технологии выемки угля в забоях одноковшовыми экскаваторами.	Является руководством технологической службе при составлении геолого-технологических карт отработки забоев, машинисту экскаватора - по изучению и самостоятельному выбору технологии и способов выемки угля в забоях.
СТП-28-012-79	Геолого-технологическая карта отработки забоев.	Устанавливает порядок разработки геолого-технологических карт отработки забоев.
СТП-28-013-79	Планирование, учет и контроль показателей качества	Устанавливает порядок планирования, учета и контроля показателей качества угля.
СТП-28-014-79	Порядок формирования угольных маршрутов.	Устанавливает порядок формирования маршрутов на углесборочных станциях.
СТП-28-031-82	Способ усреднения угля в вагонах в процессе отработки забоев роторными экскаваторами.	Устанавливает способы управляемого усреднения угля в забое при погрузке его в вагоны роторными экскаваторами.

§ 5. Усреднение зольности товарного угля

Опыт работы экибастузских разрезов свидетельствует о большой неравномерности подачи железнодорожных вагонов под погрузку угля. Анализ поступления порожних составов под погрузку, выполненный УкрНИИпроектом на разрезах «Богатырь» и «Северный», показал, что интервалы времени между подачами колеблются от 0,5 до 10,5 ч, причем наибольшее значение времени ожидания порожних составов (с вероятностью 0,95) достигало 8,5 ч.

В результате неравномерного поступления ж.-д. вагонов на угольных разрезах имеет место значительное недоиспользование роторной техники по производительности.

Коэффициент неравномерности, учитывающий потери производительности экскаваторов из-за неравномерной подачи вагонов под погрузку, достигает по разрезу «Богатырь» 0,8, по разрезу «Северный» - 0,9.

Более эффективное использование мощной добычной техники и ритмичная работа разрезов могут быть обеспечены при строительстве высокомеханизированных погрузочно-складских комплексов.

В связи с очень сложным строением пластов на действующих разрезах Экибастуза при средней зольности отгружаемого угля 38,5% зольность угля в отдельных вагонах, подачах и маршрутах колеблется в значительных пределах. Для выявления этих колебаний КНИУИ было проведено опробование угля в вагонах и подачах, поступающих из разрезов, добытого селективным способом. Колебания зольности угля в отдельных вагонах составили от 30 до 49,3%, в подачах - от 26 до 49,4%, в маршрутах - от 27 до 44%.

Среднеквадратичные отклонения колебаний зольности в отдельных вагонах, подачах и маршрутах составили, соответственно, 4,97; 6,11 и 2,21%.

При валовой выемке колебания зольности угля будут ещё большими, часть добываемого угля будет иметь зольность, превышающую требования ГОСТа 8779-79.

Формирование однородности качества - многостадийный технологический процесс, состоящий из ряда последовательных операций.

В отечественной и зарубежной практике повышение однородности качества угля производится путем: получения достаточной и объективной информации о полезном ископаемом (предварительное про-

гнозирование качества угля на основании геологических данных и осуществлении непрерывного контроля качества непосредственно в процессе работы добычных экскаваторов); определения конструкции фронта добычных работ и связанных с ним запасов полезного ископаемого, готовых к выемке, обеспечивающих добычу в режиме усреднения; усреднения добываемого угля на складах, в бункерах, штабелях, регулированием нагрузки на забой и другими известными способами; контроля качества топлива, отгружаемого потребителям.

Задачи прогнозирования и контроля качества угля, добываемого на экибастузских разрезах, успешно решались специалистами Объединения и институтами «Карагандагипрошахт», ИОТТ и «УкрНИИ-проект».

Конструкция фронта добычных работ определялась в зависимости от конкретных горно-геологических условий с таким расчетом, чтобы в разработке принимали необходимое доленое участие различные по качеству угольные структуры, обеспечивавшие требуемое среднее значение зольности добываемого угля по участкам или по разрезу в целом.

Вопросы усреднения добываемого угля решались в следующем порядке. На основе анализа горно-геологических условий конкретного месторождения и технико-экономических показателей схемы разработки производился выбор рационального варианта усреднения из известных способов с оптимизацией его параметров.

Строительство и эксплуатация усреднительных складов требует значительных производственных затрат. Поэтому достижение максимальной степени однородности (выравнивание) качества с минимальными затратами при заданном объеме добычи являлось основной и первоочередной задачей при разработке сложноструктурных месторождений.

Для успешного решения проблемы выравнивания качества угольного потока необходимо установить закономерности формирования и свойства его текущей зольности.

На зольность выдаваемого с разреза топлива влияют горно-геологические условия залегания угольных пластов, техника, технология и организация горных работ, а также объем и объективность имеющейся информации о свойствах угля, на основе которой принимаются решения по выравниванию качества.

Горно-геологические факторы проявляются в изменении зольности угольных структур, в наличии прослоев породы, что вызывает колебание качества и влияет на однородность угольного потока. От мощности, формы и угла падения залежи зависят параметры качества единичных участков потока. Крепость полезного ископаемого влияет на способ рыхления, в зависимости от которого происходит локальное или общее перемешивание геологических структур в процессе подготовки горной массы к выемке.

Исходная информация о качестве угольных пачек и породных прослоев, горно-геологических условиях залегания их является основой для выполнения всех операций по повышению однородности топлива. Она отражает приближенную картину действительного характера изменения параметров зольности. В связи с этим на различных этапах формирования однородности качества использовались соответствующие данные о качестве полезного ископаемого. Так проектные решения выполнялись по данным детальной разведки. Перспективное планирование основывалось на данных детальной разведки и эксплуатационного опробования. Для оперативного планирования и управления процессом выравнивания качества использовались данные непрерывного технологического опробования угля, т.е. текущая информация о зольности угольного потока.

К техническим факторам относятся типоразмеры выемочного оборудования и транспорта, которые выбираются в соответствии с климатическими и горно-геологическими условиями конкретного месторождения.

Установлено также, что увеличение количества добычных экскаваторов способствует интенсификации внутрикарьерного усреднения зольности угля в технологическом потоке при формировании железнодорожных маршрутов. Например, увеличение количества экскаваторов с одного до четырех снижало коэффициент вариации помаршрутной зольности угля на 25% (не изменяя колебаний повагонной зольности).

Мощность добычного экскаватора в значительной степени влияет на интенсивность внутрикарьерного усреднения зольности угля. С ростом мощности экскаваторов, например, при замене экскаваторов ЭРП-1250 экскаваторами ЭРШРД-5000, колебания повагонной зольности угля снижались, коэффициент вариации уменьшался на 25-30%.

Применение более мощных экскаваторов обычно ведет к уменьшению количества добычных забоев, поэтому интенсивность дальнейшего усреднения качества угля в технологическом потоке падает, и колебания помаршрутной зольности угля в описанном выше случае увеличиваются на 20-25%.

Сравнительный анализ результатов прогнозирования качества угля, вывозимого на поверхность железнодорожным, автомобильным и конвейерным транспортом, показал, что существует связь между динамикой колебания качества добытого угля и видом внутрикарьерного транспорта. Наибольшие колебания повагонной зольности угля, отгруженного потребителям, наблюдаются при железнодорожном транспорте, при загрузке его в вагоны непосредственно в забое, наименьшие - при конвейерном транспорте (ниже на 20-25%). Динамика колебаний помаршрутной зольности угля практически не зависит от вида внутрикарьерного транспорта угля.

При поточной технологии добычи угля, как правило, используют роторные экскаваторы в комплексе с конвейерным транспортом. От параметров рабочего органа и способа копания зависят показатели качества угольного потока, создаваемого роторным экскаватором, а также выемочная мощность угольных, породных и углепородных участков.

Технологические факторы, к которым относятся способ рыхления, расположение вскрывающих выработок, схема работы добычного оборудования и количество добычных забоев, оказывают существенное влияние на изменение показателей качества добываемого угля.

Поэтому первой задачей в общей системе формирования однородности качества угля является определение оптимального положения и качества забоев (конструкции фронта добычных работ). Число действующих и резервных забоев определяет возможность получения средней (или плановой) зольности по участкам или по разрезу в целом. С увеличением их числа задача достижения средней зольности упрощается, вместе с тем затраты увеличиваются.

Уровень организации работ влияет на качество добываемого угля через производительность оборудования. В частности, при достижении средней зольности регулированием нагрузки на забой, снижение уровня организационных факторов может привести к нарушению долевого участия в разработке различных геологических структур.

Затраты на формирование однородности качества угля целесообразно только в том случае, когда они оправдываются при дальнейшем использовании топлива.

Ожидаемая средняя зольность добываемого угля при валовой выемке по Экибастузскому бассейну, разрезам и пластам приведена в табл.23.

Таблица 23

Разрезы и пласты	Объем добываемого угля, %	Средняя зольность, %
Разрез "Северный", всего	33,3	45,4
в том числе:		
пласты 1 и 2	10,6	37,6
пласт 3	22,7	49,0
Разрез "Богатырь", всего	46,7	42,7
в том числе:		
пласты 1 и 2	16,7	34,8
пласт 3	30,0	47,1
Разрез "Восточный", всего	20,0	41,4
в том числе:		
пласты 1 и 2	9,3	34,8
пласт 3	10,7	47,1
Всего по бассейну	100,0	43,3
в том числе:		
пласты 1 и 2	36,7	35,6
пласт 3	63,3	47,8

По ГОСТу 8779-79 уголь с разрезов должен разделяться по качеству (зольности) на две группы.

При распределении по группам учитывалась возможность отгрузки со всех разрезов бассейна угля одинакового качества, усреднение только части объёма угля (усреднению подлежит уголь второй группы с зольностью более 53,0%), а также возможность с помощью средств АСУТП формировать железнодорожные маршруты, в режиме усреднения угля по всем группам одновременно из всех пластов.

Распределение возможных объёмов и средней зольности по группам качества приведены в табл.24.

Таблица 24

Разрезы	Кол-во угля по группам, %		Зольность угля по группам, %	
	первая	вторая	первая	вторая
«Северный»	9,6	23,7	39,0	48,0
«Богатырь»	27,7	19,0	39,0	48,0
«Восточный»	14,7	5,3	39,0	48,0
По бассейну	52,0	48,0	39,0	48,0

На примере разреза «Восточный», на котором применен конвейерный транспорт для доставки угля от забоя на поверхность, выполнен расчет максимальной зольности угля по прогнозным данным с использованием характеристик статистического распределения угля по зольности. Он выполнен по методике, разработанной в институте «Карагандагипрошахт».

По среднеквадратичному отклонению зольности угля устанавливается коэффициент механического усреднения в технологическом потоке $K_{\text{уср}}$, который показывает степень снижения колебания зольности угля после введения в технологическую схему процесса совмещения угольных потоков и продольного сдвига части угольного потока.

В табл.25 приведены расчетные коэффициенты механического усреднения.

Таблица 25

Исходные условия	Значения по пластам №№	
	1,2	3
С учетом объединения угольных потоков	1,27	1,18
С учетом продольного сдвига части угольного потока	1,22	1,25
С учетом объединения угольных потоков и продольного сдвига части угольного потока	1,34	1,27

Ожидаемая максимальная зольность добытого угля в отдельных вагонах применительно к большим объемам добычи рассчитывается по формуле

$$A_{\max}^c = A_{cp}^c + 3\sigma_{\varepsilon}, \%,$$

где A_{cp}^c - средняя зольность угля, %;

σ_{ε} - среднеквадратичное отклонение зольности добытого угля, %.

Значения максимальной зольности угля $A_{\max}^c$ в отдельных вагонах приведены в табл.26.

Таблица 26

Исходные условия	Значения по пластам, %	
	1,2	3
Добываемый уголь в забое	55,8	68,4
То же с учетом объединения угольных потоков	51,3	65,1
То же с учетом объединения угольных потоков и продольного сдвига части угольного потока	50,4	63,9

В результате прогнозирования установлено, что средняя зольность угля по бассейну с переходом на валовую выемку возрастет на 5,1%, среднеквадратичные отклонения зольности угля в отдельных вагонах за длительный период для разреза «Восточный» составят 7,0% для пластов 1,2 и 7,1% для пласта 3, максимальная зольность угля в отдельных вагонах может достигать значений: для пластов 1,2 - до 56%, для пласта 3 - до 68%.

Для снижения зольности угля до требований ГОСТа необходимо его усреднение.

С учетом принятой технологической схемы разработки на разрезе «Восточный», предусматривающей отделение в начале технологического процесса угля внутренней вскрыши, совмещение угольных потоков различных забоев и продольный сдвиг части угольного потока, максимальная зольность угля в отдельных вагонах уменьшится и составит для пластов 1,2 и пласта 3, соответственно, 50,4 и 63,9%.

Количество добытого угля, не удовлетворяющего требованию стандарта, определяется по формуле

$$P_{nc} = 100 [I - \Phi(x)], \%,$$

где $\Phi(x)$ - функция нормального распределения. Параметр X устанавливается по формуле

$$X = \frac{A_{нс}^c - A_{ср}^c}{\sigma_6}$$

Принимая предельно допустимую зольность для углей второй группы 53%, определяем количество высокозольного нестандартного угля, подлежащего усреднению на специальных складах совместно с менее зольным углем.

Общее количество усредняемого угля (с учетом низкозольного) определяется по формуле

$$P_{ус} = K_{\delta} P_{нс}, \%,$$

где K_{δ} - коэффициент, показывающий увеличение объема усреднения за счет вовлечения низкозольного угля.

Результаты расчетов по приведенным выше формулам с учетом коэффициента погрешности исходных данных (1,25) для условий пласта 3 разреза «Восточный» приведены в табл.27.

Таблица 27

Исходные условия	Количество				
	$P_{нс}$		K_{δ}	$P_{ус}$	
	%	млн.т		%	млн.т
Добываемый уголь в забое	20,0	3,2	2,27	45,4	7,2
То же с учетом объединения угольных потоков	13,0	2,08	2,07	35,1	5,62
То же с учетом объединения и продольного сдвига части угольного потока	12,0	1,92	1,98	23,8	3,80

Из приведенной таблицы видно, что количество добываемого угля по пласту 3, не удовлетворяющее требованиям ГОСТа 8779-79, без учета мероприятий по технологической схеме, составляет 20,0%, а с учетом мероприятий (совмещение потоков и продольный сдвиг) снижается до 12,0%. Общее количество усредняемого (с учетом низкозольного) угля благодаря принятым мероприятиям по технологической схеме сокращается почти в два раза (с 45,4 до 23,8%).

Уголь пластов 1 и 2 с зольностью более 43% с учетом мероприятий составит 5,0%.

Проведенные расчеты показали, что склады должны выполнять функции как аккумуляирования, так и усреднения части угля. Для складирования и усреднения полезных ископаемых в мировой практике применяются как открытые склады штабельного типа, так и бункера большой вместимости.

ОТКРЫТЫЕ СКЛАДЫ ШТАБЕЛЬНОГО ТИПА оборудуются штабелеукладчиками и специальными усреднительными машинами барабанного типа, одно- и двухроторного типа, многоковшовыми машинами мостового типа, порталными скребковыми агрегатами, роторными погрузчиками обычной конструкции.

Специальные усреднительные машины в б. Советском Союзе не получили большого распространения.

Усреднение угля в отечественной практике применяется в основном на обогатительных фабриках шахт, разрезов, коксохимических заводов. В качестве усреднительных сооружений используются, как правило, дозирочно-аккумулирующие бункеры, характеризующиеся небольшой вместимостью (до 70000 т - Западно-Сибирский металлургический завод).

На предприятиях с большими объемами переработки и высокими требованиями к качеству усреднения, как правило, применяются открытые штабельные склады со специализированным усреднительным оборудованием единичной мощностью 3000-5000 т/ч. К такому оборудованию относятся барабанные и роторные машины с обрушающей «бороной» фирм «Везерхютте» и «Делаттр-Лививьер» (ФРГ) и мостовые машины с многочерпаковым цепным органом (б.ЧССР).

При менее жестких требованиях к качеству усреднения применяются роторные экскаваторы-погрузчики облегченного типа (реклаймеры) производительностью до 2500-5500 м³/ч («Ман Такраф», ФРГ, «Фамак», Польша), работающие на штабелях высотой 11-18 м.

Отсыпка штабелей производится ленточными штабелеукладчиками. Каждому типу усреднительной машины соответствует свой способ отсыпки штабеля, дающий наилучшие показатели.

Наряду со штабельными складами для усреднения легких материалов и углей используются длинные бункеры большой вместимости со щелевыми выпускными отверстиями. Разгрузка бункеров осуществляется лопастными выгрузателями производительностью до 1000 т/ч («Букау-Вольф» и «Целюг», ФРГ). При малых объемах усреднения и небольшой производительности применяются специаль-

ные малогабаритные машины с цепным рабочим органом, оснащенным скребками (кратцеры).

В странах СНГ открытые склады горнорудного сырья, как правило, не имеют специального усреднительного оборудования, и операции по усреднению его качества выполняются на ряде предприятий попутно с погрузкой одноковшовыми экскаваторами или грейферами.

На основании изучения зарубежного и отечественного опыта усреднения полезных ископаемых институтом «УкрНИИпроект» проанализированы следующие возможные технические решения по созданию складов для Экибастузского бассейна: открытый склад с многочерпаковыми экскаваторами; открытый и закрытый склады с усреднительными машинами фирмы «Везерхютте»; открытый склад с оборудованием (стаккерами и реклаймерами) объединения «Фамак»; закрытый эстакадный полубункерный склад со щелевыми разгрузочными отверстиями и скребковыми выгрузателями.

С помощью усреднительного оборудования возможны различные схемы отсыпки штабелей на усреднительные складах: «шеvron», слоями под откос, горизонтальными слоями, ячейковые схемы. Из анализа схем отсыпки штабелей при различном усреднительном оборудовании вытекает следующее:

- усреднительные машины «Везерхютте» обеспечивают высокую степень усреднения и постоянную производительность при всех вариантах отсыпки штабеля;

- качество усреднения и производительность при применении роторных погрузчиков (реклаймеров) ниже, чем у машин «Везерхютте», так как на качество влияет сегрегация материала при отсыпке и ограниченное количество слоев, пересекаемых роторным колесом. Кроме того, производительность реклаймеров уменьшается при перемещении роторного колеса от центра поперечного сечения штабеля к периферии;

- многочерпаковые экскаваторы не могут обеспечить качественное усреднение при «шеvronном» методе отсыпки, ибо в начале отработки штабеля материал отгружается практически без усреднения, поскольку заборный орган не пересекает слоев. При отсыпке горизонтальными слоями многочерпаковые экскаваторы также не могут обеспечить качественное усреднение, так как по мере отработки штабеля заборный орган ложится на горизонтальные слои. При отсыпке наклонными слоями «под откос» на качество усреднения влия-

яет сегрегация материала. Наиболее приемлемой схемой отсыпки для многочерпакового экскаватора является ячеиковая, устраняющая влияние сегрегации. Но из-за ограниченного количества одновременно обрабатываемых слоев в каждой заходке стабильность усреднения практически обеспечить невозможно.

На основании проведенных технико-экономических расчетов и анализа технологических показателей по укладке, разгрузке складов и усреднению угля предпочтение отдано складам с усреднительными машинами фирмы «Везерхютте», требующим простой отсыпки штабелей и обеспечивающим наилучшие показатели по усреднению.

Ниже рассматривается вариант ПОЛУБУНКЕРНОГО СКЛАДА С ЦЕЛЕВЫМИ ОТВЕРСТИЯМИ.

Основным отличием этого отечественного склада от известных конструкций щелевых бункеров, применяемых за рубежом, является увеличение числа выпускных щелевых отверстий и применение схемы загрузки склада, значительно уменьшающей влияние сегрегации на качество угля при его выгрузке. Выгрузка угля из щелевого усреднительного склада осуществляется двумя скребковыми выгрузчиками.

При конвейерном транспорте угля из разреза, кроме усреднительных складов, могут применяться и другие способы усреднения, в частности, способ продольного сдвига потока, а также способ управления зольностью товарного угля путем послойной выгрузки разнокачественных потоков на сборный конвейер. Усреднение зольности товарного угля при этом способе достигается следующим образом: при транспортировании угля одного и того же пласта по двум забойным конвейерам с различной зольностью потоки делятся таким образом, что с каждого конвейера половина угля попадает на один магистральный конвейер, а другая - на второй. При этом получается наложение потоков с различной зольностью и при последующих перегрузках происходит усреднение зольности товарного угля. Этот способ может также снизить количество угля, проходящего усреднение на складе.

Для условий разреза «Восточный» приняты следующие способы усреднения угля: продольный сдвиг части потока; смещение угля путем послойной выгрузки разнокачественных потоков на сборный конвейер; усреднение некондиционной части угля на складах.

Технико-экономическое сравнение аккумулирующе-усреднительных складов полубункерного типа (вариант 1) со щелевыми выпускными отверстиями штабельных складов с усреднительно-погрузочными машинами фирмы «Везерхютте» (вариант 2) (рис.43) штабельных складов с роторными погрузчиками (реклаймерами) объединения «Фамак» (вариант 3) показало следующее.

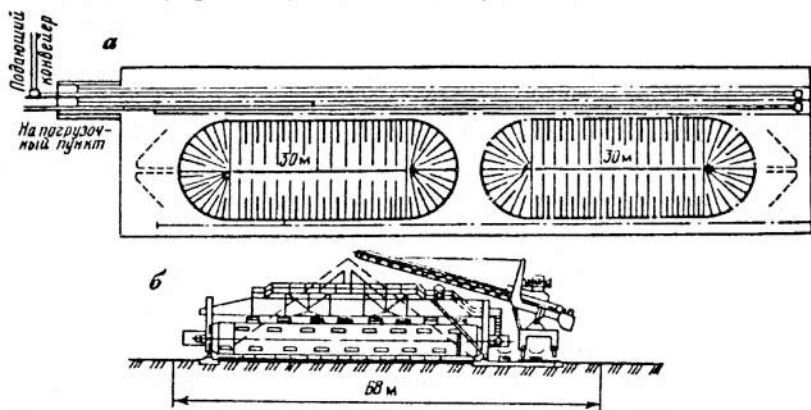


Рис. 43. Схема штабельного склада (а) с усреднительными машинами барабанного типа (б) фирмы “Везерхютте” (Германия)

«Буферная» вместимость аккумулирующе-усреднительных складов зависит от неравномерности работы железнодорожного транспорта, осуществляющего вывоз угля с угольного предприятия (колебания суточной грузоподъемности железнодорожных составов и интервалов времени между очередными подачами составов), колебания суточной добычи на разрезе, режим работы разреза и железнодорожного транспорта, длительности процесса изменения запасов угля на складе.

Общая вместимость складов определяется из условий сглаживания неравномерности добычи угля на разрезе и его отгрузки потребителям железнодорожным транспортом, а количество складов - в зависимости от приемной способности одного склада и производительности погрузки угля в железнодорожные вагоны. В результате расчета принята общая вместимость складов на разрезе «Восточный» 240 тыс.т, в том числе для угля первой группы - 180 тыс.т, для угля второй группы - 60 тыс.т. Количество складов - 4 шт. - определено с учетом приемной способности и производительности по отгрузке каждого склада. Вместимость каждого склада 60 тыс.т.

Основные технико-экономические показатели по вариантам складов приведены в табл. 28.

Таблица 28

Показатели	Варианты		
	1	2	3
Численность рабочих, чел.	100	100	100
Капитальные вложения, млн.руб.	38,98	20,62	20,12
Годовые эксплуатационные расходы, млн.руб.	2,59	2,68	2,65
Приведенные затраты, млн. руб.	6,48	4,77	4,66

Данные приведенной таблицы показывают, что вариант 1 экономически нецелесообразен, варианты 2 и 3 практически равноценны.

Расчеты показывают, что при отгрузке угля со складов роторными погрузчиками объединения «Фамак» коэффициент усреднения (характеризующий, во сколько раз уменьшается разброс значений зольности угля после усреднения) равен 1,43; для складов, оборудованных усреднительно-погрузочными машинами фирмы «Везерхютте» - 3,4.

Следовательно, штабельные склады, оборудованные усреднительно-погрузочными машинами фирмы «Везерхютте», имеют лучшие технико-экономические показатели, и уголь, усредненный на этих складах, соответствует требованиям ГОСТа к максимальной зольности в отдельных вагонах.

Аккумулирующие штабели угля первой группы, не требующего усреднения, отсыпаются наклонными слоями, что позволяет вести отгрузку угля из штабеля до окончания полной его отсыпки. Штабели угля второй группы из условий усреднения отсыпаются горизонтальными слоями по методу «шеvrona», отгрузка штабеля может производиться только после окончания отсыпки его до полной вместимости. На каждом складе формирование штабелей производится последовательно одними и теми же машинами - автостелой и штабелеукладчиком.

Разгрузка угля с конвейера по всей длине склада производится автостелой на передвижной штабелеукладчик. При отсыпке угля в аккумулирующий штабель штабелеукладчик отсыпает первичный ко-

нус штабеля на полную высоту и далее, передвигаясь вдоль склада, отсыпает штабель на полную длину. Для уменьшения пылеобразования отсыпка первичного конуса производится с постепенным ступенчатым подъемом разгрузочной стрелы с интервалами в 500 мм до полной высоты.

При отсыпке усредняющего штабеля штабелеукладчик постоянно передвигается на всю длину штабеля. Количество угля, разгружаемого на каждый метр длины штабеля, при этом должно быть постоянным, что достигается плавным регулированием скорости передвижения при помощи конвейерных весов, вмонтированных в автостелу.

Агрегат полностью автоматизирован, он может работать в автоматическом режиме и на ручном дистанционном управлении из кабины машиниста. Производительность штабелеукладчика до 4000 т/ч, высота отсыпаемого штабеля 16,2 м.

Для усреднения и отгрузки угля со складов на разрезе «Восточный» принята усреднительно-погрузочная машина фирмы «Везерхютте» (ФРГ) (рис. 44).

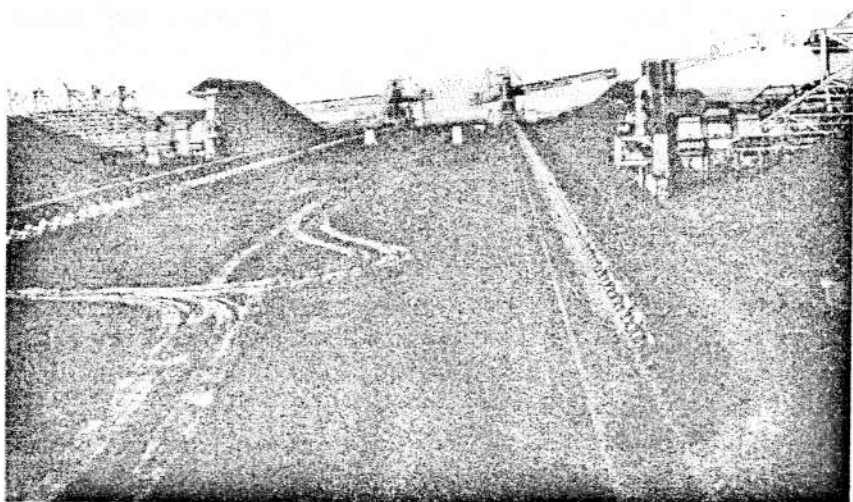


Рис. 44. Усреднение угля на разрезе «Восточный» с использованием машины «Везерхютте»

Путем переключения направления вращения барабана она может забирать уголь в том или ином направлении. Для этого ковши, расположенные на поверхности барабана, оснащаются регулируемыми кла-

панями, которые за счет давления материала устанавливаются в том или ином положении.

Барабанное разгрузочное устройство с двух сторон оснащено решеткой - граблями, перекрывающей всю поверхность штабеля. Пальцы решетки внедряются в штабель на небольшую глубину и при возвратно-поступательном движении обеспечивают регулируемое стекание угля по всей площади штабеля к барабану. Этим достигается усредненный отбор материала по всей поверхности штабеля.

Для разгрузки угля из ковшей на выдающий конвейер имеется кольцевой желоб, и материал разгружается с небольшой высоты с минимальным пылеобразованием. От барабанной машины уголь с помощью ленточного конвейера подается на погрузочный конвейер.

§ 6. Управление зольностью товарного угля при конвейерном транспорте

До последнего времени управление качеством товарного угля осуществлялось путем отработки забоев выборочным способом и усреднением на поверхности при формировании маршрута вагонами, загруженными углем различной зольности.

При значительной трудоемкости этот способ управления качеством малоэффективен: имеют место отклонения зольности товарного угля от стандартов.

Дальнейшее совершенствование добычных работ на экибастузских разрезах осуществлялось за счет создания поточной технологии с применением роторных экскаваторов и ленточных конвейеров (разрез «Восточный»). В этих условиях управление зольностью отгружаемого угля усреднением его только на поверхностных усреднительных складах не обеспечивает при больших капитальных затратах поточности производства. Одновременная загрузка и разгрузка бункеров ведет к прямоточной погрузке угля в вагоны, нарушая режим усреднения. При разновременной загрузке и разгрузке бункеров возрастают технологические простои роторных экскаваторов и конвейерных линий, нарушается поточность и снижается общая эффективность добычных работ.

В объединении «Экибастузуголь» с участием ИГД АН Казахстана были проведены исследования процесса валовой отработки сложного забоя рабочим органом роторного экскаватора, в результате ко-

торых выявлены свойства потока дифференцироваться и повторять свое структурное строение в интервалах каждого реза обрабатываемого горизонтального слоя. Свойство потока дифференцироваться проявляется в распределении на конвейере разнокачественных структур забоя участками, длина которых пропорциональна забойной мощности зон выемки слоя, скорости поворота ротора и скорости движения ленты конвейера.

Свойство потока дифференцироваться и повторять свое структурное строение в пределах смежных резов предопределяет создание поточных способов обработки забоев, отделение угля от породы и выравнивание текущей зольности угольных потоков, совокупное использование которых создает технологические предпосылки для управления зольностью потока непосредственно на конвейере.

В основе этого метода управления зольностью товарного угля лежит валовая обработка забоев роторными экскаваторами и поэтапное формирование зольности угольного потока непосредственно на конвейерных линиях.

Принцип поэтапного формирования зольности реализуется выполнением в местах перегрузки потоков определенных производственных операций: сброса с забойного конвейера породы (породных участков потока), наложения потоков из различных забоев (межабойное усреднение), разделения сводного потока на две части и продольным относительным их сдвигом (выравнивание текущей зольности угля). Для последовательного производства указанных операций с движущимися потоками угля используется система технических средств, схематично изображенная на рис. 45. Она состоит из забойных кон-

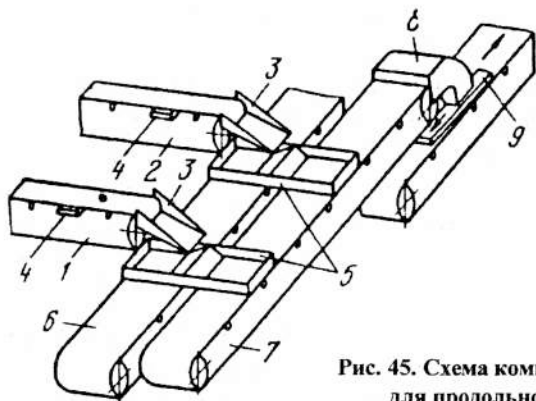


Рис. 45. Схема комплекса технических средств для продольного сдвига угольного потока

вейеров 1, 2, оголовки которых снабжены разгрузочными устройствами лоткового типа 3, управляемыми дистанционно с пульта управления или автоматически от электрических импульсов золомеров рядового угля 4, двухячейковых приемных воронок 5, сборочного породного конвейера 6, сборочного угольного конвейера 7, рассекателя потока 8, питателя с обратным движением материала 9. Питатели под приемными воронками 5 на рисунке условно не показаны. Управление приводами технических средств осуществляется оператором с пульта управления зольностью, на котором кроме пускорегулирующей аппаратуры размещаются индикаторы весовой производительности экскаваторов и текущей зольности угольных потоков, устройство ввода в ЭВМ исходных данных для расчета управляющих параметров сброса, наложения и смещения, устройство выдачи расчетных значений управляющих параметров. В качестве исходных данных для расчета управляющих параметров используются значения мощности, зольности и углов залегания структур забоя, высоты обрабатываемого слоя, линейной скорости поворота роторного колеса, скорости движения конвейерных лент и заданной зольности товарного угля.

Применительно к рис. 45 объектом управления является сводный поток, образующийся на сборочном угольном конвейере 7 от выгрузки на него двух забойных потоков с конвейеров 1,2. Забой со средневзвешенной зольностью угля в зоне выемки меньше заданной назначается основным. Забой со средневзвешенной зольностью угля в зоне выемки выше заданной назначается регулирующим. Производительность экскаватора в регулирующем забое определяется из выражения

$$Q_p = \frac{Q_o(A_z^c - A_o^c)}{A_p^c - A_z^c}, \text{ т/ч},$$

где A_z^c - заданная зольность товарного угля, %;
 A_o^c, A_p^c - средневзвешенная зольность угольного потока соответственно основного и регулирующего забоев, %;
 Q_o - производительность экскаватора в основном забое, т/ч.

Производственная операция сброса породы с забойных конвейеров осуществляется реверсированием разгрузочных лотков 3 в момент подхода к ним границ намеченных к сбросу породных участков потока. Команда на реверсирование разгрузочных лотков 3 поступа-

ет от датчиков золомеров 4, а при их отсутствии реверсирование лотков производит дистанционно оператор пульта управления качеством по информации машинистов ротора о начале и конце отработки зон забоев с различной зольностью. По технологической сущности операция сброса породных участков соответствует процессу обогащения угля в объемах реза. Она выполняется в тех случаях, когда это необходимо для обеспечения зольности сводного потока при отработке породных комплексов в забое.

Производственная операция наложения потоков осуществляется одновременной выгрузкой их на сборочный угольный конвейер. По технологической сущности она идентична процессу межзабойного усреднения и при варьировании производительностью экскаватора в регулирующем забое позволяет вовлекать в разработку высокозольные угольные пачки. Операциями сброса породных участков и наложения забойных потоков достигается получение заданного средневзвешенного значения зольности сводного потока. Внутри этого потока отдельные участки имеют отклонения зольности от средней. Выравнивание текущей зольности сводного потока достигается производством операции смещения участков с различными качественными параметрами. Эффективность процесса регулируется длиной сдвига и количеством самих сдвигов. Смещение разнокачественных участков равнозначно перемешиванию (усреднению) угля и является завершающей операцией в формировании качественных параметров сводного угольного потока.

Этот способ управления зольностью угольного потока имеет ряд преимуществ. Появляется возможность одновременного производства всех технологических процессов по добыче угля: выемки, транспортирования, обогащения, усреднения, выравнивания и погрузки угля в вагоны, что ведет к росту производительности горно-транспортного оборудования. Процесс формирования заданной зольности сводного потока осуществляется малым количеством производственных операций, каждая из которых регулируется и контролируется с пульта управления качеством. Производственные операции выполняются простыми по конструкции и малогабаритными техническими средствами (реверсируемые разгрузочные лотки, приемные воронки, рассекатели, питатели), что позволяет установить их на перегрузочных пунктах и формировать качественные параметры потока непосредственно на конвейерных линиях без строительства специаль-

ных зданий и сооружений, для управления зольностью добываемого угля. При использовании одного и того же оборудования имеется возможность валовой и селективной отработки пластов.

§ 7. Обогащаемость экибастузского угля

Лабораторные исследования обогащаемости экибастузского угля проводились с 1948 года различными научно-исследовательскими и геологическими организациями Караганды (ЦКГУ, КНИУИ, ХМИ, филиал ИГИ), а также ВУГИ и др. Они показали, что экибастузский уголь пластов 1,2 и 3 имеет очень трудную обогащаемость.

Для определения обогащаемости экибастузского угля в промышленных условиях был проведен ряд опытных процессов обогащения.

В 1952 году осуществлено опытно-промышленное обогащение экибастузского угля в моечных желобах на обогатительной фабрике им. Костенко (Караганда). Но так как уголь перед этим пролежал больше года в отвале фабрики, полученные результаты обогащения не могли объективно характеризовать его обогащаемость.

В 1958 году было проведено опытно-промышленное обогащение угля пласта 3 на моечных желобах Коркинской углемойки (Челябинская область). Обогащению подвергнута партия угля общей массой 1000 т. Однако 200 т угля осталось на площадке, ибо струя гидромонитора оказалась недостаточно сильной для смыва крупных кусков угля и породы, и в процессе непосредственного обогащения оказалось всего 800 т угля. Анализ результатов этого опытно-промышленного эксперимента показал, что моечные желоба непригодны для обогащения экибастузского угля: зольность угля снизилась всего на 0,76%.

В 1959 году на обогатительной фабрике им. Костенко (Караганда) проведены промышленные испытания по обогащению экибастузского угля на пневматическом сепараторе СПК-40. При этом достигнуто снижение зольности угля пласта 1 всего на 2,2%, пласта 2 - на 4,1% и пласта 3 - на 3,6%.

В этом же году силами КНИУИ были осуществлены промышленные испытания по обогащению экибастузского угля на пневматическом сепараторе СПБ-100 на Волчанской обогатительной фабрике комбината «Свердловскуголь». Но и здесь получены очень низкие показатели обогащаемости.

Таким образом, результаты опытно-промышленного обогащения экибастузского угля в моечных желобах и пневматических сепараторах показали неудовлетворительные результаты обогащения, а стало быть и непригодность этих методов обогащения для экибастузского угля, подтвердив его репутацию как весьма труднообогащаемого.

Но исследования обогатимости экибастузского угля продолжались: уж очень хотелось эксплуатационникам поставлять тепловым электростанциям уголь лучшего качества, чем создала его природа, да и потребители требовали этого.

В 1962 году силами ХМИ АН Казахстана впервые были проведены эксплуатационные исследования обогащения экибастузского угля на полупромышленной установке (в Экибастузе) с минеральной суспензией. При этом получено обнадеживающее снижение зольности товарной продукции на 7,1-15,3% по сравнению с зольностью исходного угля.

В 1965 году ИГИ провел полупромышленное обогащение экибастузского угля (смеси пластов 1, 2 и пласта 3) в магнетитовой и водно-песчаной суспензиях на Жилевской опытно-промышленной обогатительной фабрике. Результаты опытного обогащения здесь показали следующее. При обогащении угля в магнетитовой суспензии плотностью $2,0 \text{ г/см}^3$ класса более +13 мм в сепараторе СК-1,5 и класса +13-1 мм в гидроциклонах получены показатели, близкие к расчетным; при обогащении угля класса более +13 мм в водно-песчаной суспензии результаты были значительно хуже по сравнению с магнетитовой суспензией.

Следует отметить, что все полупромышленные и промышленные испытания обогащения экибастузского угля проводились по различным методикам, а опытные партии имели относительно малую массу (до 1000 т). Отсюда вывод о возможности и эффективности обогащения экибастузского угля в минеральных суспензиях (тяжелой среде) имел весьма проблематичный характер.

Поэтому для исследования эффективности обогащения экибастузского угля в минеральных суспензиях в 1967 году проведено опытное обогащение на Сабурханской ЦОФ бывшего треста «Карагандауглеобогащение» угля валовой выемки пласта 3, смеси пластов 1,2 и пород внутренней вскрыши (от селективной разработки). Общая масса исходного материала составила уже 10 тыс.т. Методика опытного обогащения была разработана Карагандинским филиалом ИГИ и

согласована с бывшим трестом «Иртышуголь» и проектными институтами. Суть ее заключалась в следующем.

При исследовании исходного сырья на фабрике отбирались пробы для ситовых и фракционных анализов; в период обогащения отбирались пробы продуктов обогащения с производством фракционного анализа; по результатам испытаний строились кривые дисперсии, определялись фактическая плотность разделения и эффективность обогащения; для исследования системы регенерации отбирались пробы рабочей суспензии, измерялись ее плотность и вязкость.

Сабурханская ЦОФ по принятой технологии осуществляла обогащение угля класса более +13 мм в колесных сепараторах СК-32 в магнетитовой суспензии только одной плотности с получением концентрата и породы.

Практический баланс продуктов обогащения класса +13 мм приведен в табл. 29,30,31 (пород внутренней вскрыши, угля пласта 3 и смеси пластов 1,2, соответственно).

Таблица 29

Продукт	Плотность суспензии, г/см ³			
	2,0		1,8	
	выход, %	зольность, %	выход, %	зольность, %
Концентрат	52,06	42,26	43,49	38,51
Порода	47,94	77,53	56,51	75,26
Исходное сырье	100	59,28	100	59,28

Таблица 30

Продукт	Плотность суспензии, г/см ³			
	1,8		1,9	
	выход, %	зольность, %	выход, %	зольность, %
Концентрат	57,29	39,20	66,30	41,88
Порода	42,71	67,68	33,70	70,01
Исходный уголь	100	51,36	100	51,36

Таблица 31

Продукт	Плотность суспензии, г/см ³							
	1,8		1,7		1,6		1,5	
	выход, %	золь- ность, %	выход, %	золь- ность, %	выход, %	золь- ность, %	выход, %	золь- ность, %
Концен- трат	82,70	31,67	70,59	29,53	67,18	30,25	24,88	24,38
Порода	17,30	71,51	29,41	60,25	32,82	55,56	75,12	43,25
Исходный уголь	100	38,56	100	38,56	100	38,56	100	38,56

В августе 1969 года на Сабурханской ЦОФ проведено еще одно опытно-промышленное обогащение экибастузского угля (смеси пластов 1 и 2 и отдельно пласта 3) в объеме 21 тыс.т.

Основные результаты опытно-промышленного обогащения на Сабурханской ЦОФ: подтверждена техническая возможность получения кондиционного угля для пылевидного сжигания при обогащении угля валовой выемки пласта 3 и пород внутренней вскрыши и для слоевого сжигания при обогащении угля смеси пластов 1 и 2; установлена приемлемость метода обогащения в минеральных суспензиях (тяжелой среде); на основе данных ситовых и фракционных анализов и рассчитанных балансов продуктов обогащения подтвержден наилучший результат для обогащения класса +13 (6) мм.

Были выполнены технико-экономические обоснования развития обогащения экибастузского угля, строительства мощных обогатительных фабрик как непосредственно на месте добычи угля, так и на месте его потребления на тепловых электростанциях (институт «Центргипрошахт»).

Однако в последующем видные ученые доказали нецелесообразность обогащения экибастузского угля, как дешевого энергетического топлива, подтвердили высокую экономическую эффективность для народного хозяйства сжигания на тепловых электростанциях угля высокой зольности. Эти выводы нашли свое отражение в постановлении Совета Министров СССР (1967г.), в котором определен постепенный переход на валовую разработку экибастузского угля.

Глава VII. Техника и технология разработки вскрышных пород

§ 1. Технологические схемы вскрышных работ

Для вскрышных работ экибастузских разрезов характерны большая протяженность фронта работ и непрерывный рост объемов. Протяженность фронта вскрышных работ обусловлена принятой раскройкой полей Экибастузского бассейна, схемами вскрытия, интенсивностью отработки, и при 20-километровой длине действующих разрезов она превышает 120 км.

Рост объемов вскрыши связан с непрерывным увеличением объемов добычи угля и углублением горных работ.

Вскрышные работы на северном крыле бассейна (разрез «Северный») ведутся как на восточном (висячем) борту разрезов (основной объем), так и на западном (лежащем). Пустые породы с восточного и западного бортов поля 1 транспортируются на внешние отвалы через выездную породную траншею, расположенную в северном торце разреза. Породы полей 2,3 вывозятся: с восточного борта - через породную траншею, расположенную в южном торце поля 3, с западного борта - через угольную траншею полей 2, 3.

Вывозка вскрышных пород на внешние отвалы осуществляется тяговыми агрегатами ПЭ-2М, при напряжении контактной сети - 165 кВ (рис. 46).

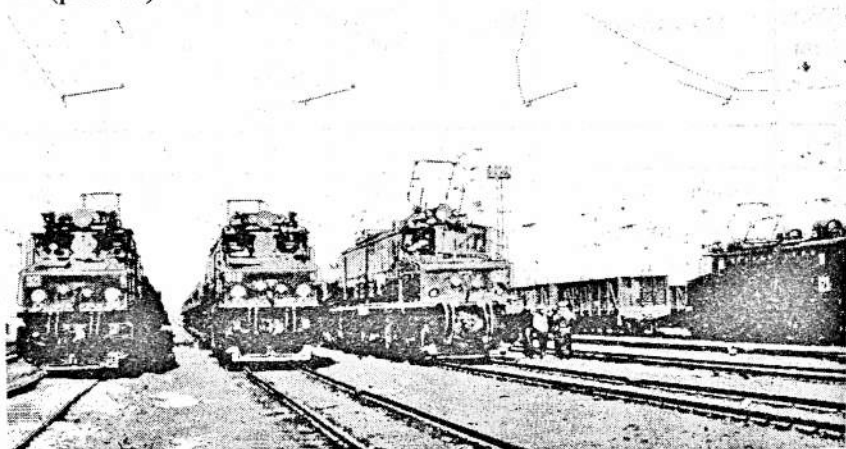


Рис.46. Тяговые агрегаты ПЭ-2М

Вскрышные работы в поле разрезов «Богатырь» и «Восточный» (южное крыло бассейна) производились специализированным вскрышным разрезом «Степной», имевшим в своем составе три вскрышных, два отвальных и буровзрывной участки, породные станции Степная, Ковыльная и Восточная. Вскрытие угольных пластов велось по падению на одном рабочем борту. Вскрышные породы здесь вывозились локомотивосостовами (тяговый агрегат ОПЭ-1 и думпкары ВС-145 и ВС-180) вместимостью 420-560 м³ через фланговые породные траншеи и станции на внешние отвалы.

На разработке вскрышных пород применяются механические лопаты типа ЭКГ-8И и ЭКГ-6,3ус на разрезе «Северный» и ЭКГ-12,5 (вскрышной разрез «Степной») с ковшами вместимостью соответственно 8; 6,3 и 12,5 м³. По состоянию на 1.01.2001 года на разрезах ТОО «БАК» («Богатырь» и «Северный») на вскрышных работах используется около 30 одноковшовых экскаваторов, в т. ч. ЭКГ-8И - 15, ЭКГ-10ус - 4, ЭКГ-12ус - 3, ЭКГ-12,5 - 7.

Основные показатели, характеризующие работу разрезов, в т. ч. на вскрыше, и параметры горных работ приведены в табл. 32.

Таблица 32

**Основные показатели работы разрезов
ПО «Экибастузуголь» за 1985 год**

№№ п/п	Показатели	Всего	в том числе по разрезам			
			“Бога- тырь”	“Степ- ной” (вскры- шной)	“Север- ный”	“Вос- точ- ный”
1	2	3	4	5	6	7
1.	Добыча угля, млн.т	80,46	56,82	-	21,35	2,29
2.	Среднесуточная до- быча угля, тыс.т	220,4	155,7	-	58,5	6,2
3.	Калорийность товар- ного угля, ккал/ кг	4092	4159	-	3957	3690
4.	Удельный вес добычи угля роторными экс- каваторами, %	93,5	95	-	88,8	100

1	2	3	4	5	6	7
5.	Вскрыша общая, млн. м ³ в т.ч. внешняя	68,45 61,16	1,07 -	27,2 27,2	38,5 37,65	1,67 1,67
6.	Коэффициент вскры- ши, м ³ /т	0,84	0,51	-	1,79	0,57
7.	Длина добычного фронта работ, км	58,35	18,8	-	39,55	0,090
8.	То же, вскрышного, км	125,2	-	34,0	91,16	-
9.	Высота уступа, м добычного вскрышного	13,1 12,5	14,8 -	- 14,6	9,5 11,4	15,7 -
10.	Количество уступов: добычных вскрышных	7 10	3 -	- 6	7 10	1 -
11.	Среднемесячное под- вигание, м по углю по вскрыше	5,6 3,5	11,3 -	- 4,9	2,8 3,0	21,2 -
12.	Глубина разработки, м	-	122,0	89,0	174	30,5
13.	Высота отвалов (сред- невзвешенная), м в т.ч. 1 яруса 2 яруса	37,9 38,3 35,3	- - -	34,9 35,2 30,0	38,9 41,0 38,4	- - -
14.	Приемная способ- ность тупика, м ³ /м	1230	-	1140	1320	-
15.	Протяженность ж.-д. путей всего, км в т.ч. передвижных	1065,7 441,8	136,4 46,4	165,9 102,6	344,7 292,8	- -
16.	Годовая производи- тельность списочного экскаватора: на угле, тыс.т в т.ч. роторного одноковшового - на вскрыше, тыс.м ³ - на отвалах, тыс.м ³	3877 1478 1549 1923	4284 1499 - -	- - 1682 2431	2975 1488 1413 1655	5318,4 - - -
17.	Годовая производи- тельность списочного бурового станка, м - на угле - на вскрыше	36432 33168	37356 -	- 33048	46176 32700	88128 -

1	2	3	4	5	6	7
18.	Среднесуточная производительность локомотивосоставов на вскрыше, тыс.м ³ в т.ч. ОПЭ-1	3805	-	4268	-	-
	ПЭ-2М	4268	-	-	3509	-
19.	Среднемесячная производительность труда:					
	по углю, т	872,9	3942,8	-	969,4	1323,4
	в т.ч. на выход, т	45,1	231,2	-	47,9	64,3
	по вскрыше, м ³	2118,1	-	2302	-	-
20.	Себестоимость, коп.					
	1 тонны угля	1,72	0,577	-	1,566	2,423
	1 м ³ вскрыши	0,89	-	0,639	0,531	-

Экономичность открытой разработки, как известно, во многом зависит от технологии производства вскрышных работ. Правильно выбранная технологическая схема способствует повышению производительности вскрышных экскаваторов и снижению текущего коэффициента вскрыши. При этом эффективность работ вскрышного экскаватора зависит от правильной установки его в забое, рациональных параметров рабочей площадки и забоя, схемы путевого развития на уступе и ее линейных параметров, квалификации обслуживающего персонала.

Вскрышные работы ведутся в основном по типовым технологическим схемам, разработанным институтом НИИОГР на основе обобщения накопленного опыта на угольных разрезах страны.

В зависимости от условий разработки, конструкции, протяженности и скорости подвигания фронта горных работ, технической производительности экскаватора и некоторых других факторов для каждого этапа горных работ подбирается надлежащая схема путевого развития на рабочих уступах и место устройства обменных пунктов. Известны однотупиковые, двухтупиковые и трехтупиковые схемы путевого развития на рабочих уступах при: технологии разработки уступа без предварительного рыхления или рыхления без развала массива при одном пути; то же при двух путях; технологии разработки уступа с применением БВР за один проход при одном пути, то же при двух путях; то же за два прохода при одном пути; то же при двух путях.

На рис. 47 показана схема отработки и параметры вскрышного уступа высотой 20 м экскаватором ЭКГ-10ус.

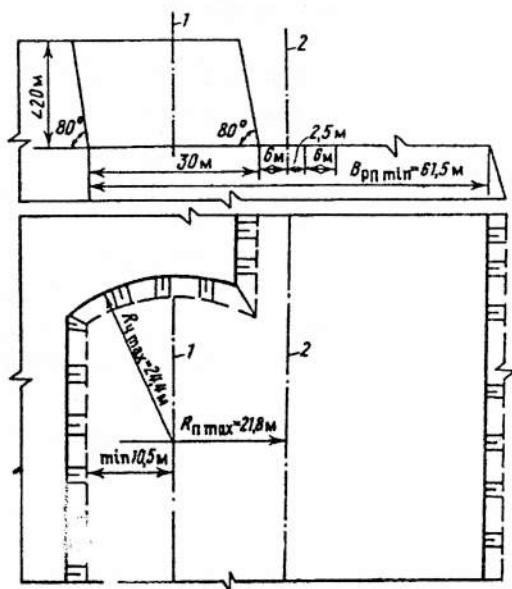


Рис.47. Параметры вскрышного уступа при применении экскаватора ЭКГ-10Ус: 1 - ось хода экскаватора; 2 - ось ж.-д. пути; $R_{ч}$ - радиус черпания; $R_{п}$ - радиус погрузки; $B_{рп}$ - ширина рабочей площадки.

На экибастузских вскрышных разрезах находят применение несколько технологических схем.

Схема отработки уступов одним блоком является наиболее распространенной. Оработка блоком, как правило, ведется от начала рабочего фронта к границе разреза. После отработки всего блока забойный путь (и контактная сеть) передвигаются за новую трассу, а экскаватор перегоняется в исходное положение. Реже, в основном, при длине блока 1,5-2,0 км, экскаватор не перегоняют. После укладки пути по всей длине блока отработку его ведут от границы разреза к выездной траншее. Схема обеспечивает независимость в работе погрузочных экскаваторов, относительно быстрый ввод уступа в эксплуатацию (для пуска экскаватора достаточно подготовить вытяжку железнодорожного пути длиной 300-350 м) и наиболее полное использование рабочих параметров экскаватора. Недостатки схемы

заклучены в трудности текущего содержания забойного пути в весенне-осенний период, особенно при большой протяженности блока, и снижении производительности экскаватора при удалении его к границе разреза.

В связи с интенсификацией вскрышных работ наибольшее применение находит схема отработки уступов двумя блоками. По этой схеме отработка блоков ведется как в сторону границы разреза, так и в обратном направлении. После отработки первого блока забойный путь его подключается к забойному пути второго блока, а обгонный путь переукладывается на новую трассу первого блока. Шаг переукладки обгонного пути равен двойной ширине заходки экскаватора. В момент переукладки обгонного пути простаивают оба экскаватора. Передвижка забойного пути второго блока не отражается на работе экскаватора в первом блоке. Достоинство схемы заключается в возможности более интенсивной отработки уступа, недостаток - некоторая зависимость в работе экскаваторов.

Работы на вскрышном уступе выполняются в соответствии с паспортом управления уступом, которым определены основные элементы уступа и условия безопасного производства работ.

Высота вскрышных уступов при применении экскаваторов ЭКГ-8И колеблется в пределах 10-14 м, при использовании экскаваторов ЭКГ-12,5 составляет 15 м. По условиям устойчивости откосов возможно дальнейшее повышение уступов. Увеличение их высоты позволяет снизить текущий коэффициент вскрыши, уменьшить количество рабочих горизонтов и значительно упростить организацию работ. Фактором, препятствовавшим до последнего времени дальнейшему увеличению высоты уступа, являлась трудность оборки навесей и «козырьков» в верхней части откоса.

Ширина рабочей площадки на вскрышных уступах определяется шириной заходки экскаватора, необходимостью размещения на ней одного - двух железнодорожных путей, автодороги, линий электропередач, и составляет 42-71 м. Ширина заходки в целом зависит от типа вскрышного экскаватора и ширины развала, создаваемого при производстве буровзрывных работ, и достигает при применении экскаваторов ЭКГ-8И - 16-20 м, экскаваторов ЭКГ-12,5 - 22-24 м.

Известно, что с увеличением ширины рабочей площадки уменьшается угол рабочего борта разреза и увеличивается текущий коэф-

фициент вскрыши. С целью снижения текущих коэффициентов вскрыши на разрезах осуществляется ряд технических мероприятий по уменьшению ширины рабочих площадок. Основными из них являются: одновременная отработка всех уступов рабочего борта разреза, сокращение ширины развала пород при производстве взрывных работ, своевременное погашение уступов нерабочего борта и др.

Для обеспечения устойчивой и производительной работы вскрышных экскаваторов вскрышные породы рыхлятся буровзрывным способом. Взрывание уступов ведется как с развалом, так и без развала взорванной массы.

Большие параметры поля разреза «Северный», интенсивное ежегодное углубление горных работ при сохранении постоянной сравнительно низкой высоты вскрышных уступов увеличивают их количество и общую протяженность фронта вскрышных работ. Количество вскрышных уступов достигало одиннадцати при протяженности фронта каждого уступа 8,5 км. На каждом рабочем уступе имеются свои транспортные коммуникации.

Общее состояние вскрышных работ на разрезе «Северный» характеризовалось отставанием, особенно на нижних горизонтах. В течение последних лет горные работы велись с интенсивным наращиванием по сравнению с проектом добычи угля и снижением объемов вывозки вскрышных пород.

Ширина рабочих площадок на нижних горизонтах значительно сократилась, из-за чего ухудшились условия работы при подготовке горной массы к выемке, погрузка и др. процессы.

В связи с необходимостью вывозки большого объема внешней вскрыши (до 87,0 млн.м³ в год) проектом реконструкции разреза «Северный» предусматривалось использование на вскрышных работах мощных карьерных экскаваторов типа ЭКГ-12,5 и ЭКГ-10 ус.

Отработку вскрышных уступов высотой 20 м намечено производить по всему фронту с погрузкой на электрифицированный железнодорожный транспорт с вывозом вскрыши на внешние экскаваторные отвалы. В качестве локомотивов приняты тяговые агрегаты постоянного тока с тиристорной системой управления серии ПЭ-3Т напряжением 3,3 кВ сцепной массой 372 т в составе электровоза управления, тепловозной секции с дизелем мощностью 2000 л. с. и моторного думпкара.

Погрузка вскрыши производится в думпкары ВС-145. Ниже приведены объемы вскрыши (млн.м³) по ПО «Экибастууголь» по годам с пятилетним интервалом (1970-1990 гг.).

	1970	1975	1980	1985	1990
Разрез "Северный"	41,9	41,6	30,8	38,5	40,0
Разрез "Степной" (вскрышной)	0,2	22,7	21,6	30,2	53,0
в том числе поле разреза "Восточный"	-	-	-	1,8	14,4
Объединение	42,1	64,3	56,0	68,7	93,0

§ 2. Контроль качества вскрышных работ

В целях улучшения качества проведения всех операций на вскрышных работах и постоянного поддержания его на должном уровне в ПО «Экибастууголь» разработаны и введены 15 Стандартов предприятия (СТП) по подсистеме «Вскрышные работы» (табл.33).

Таблица 33

Стандарт	Наименование	Назначение
СТП-28-016-82	Основные положения.	Устанавливает основные положения по построению СТП подсистемы "Вскрышные работы".
СТП-28-017-82	Подготовка экскаваторного блока к отработке.	Устанавливает порядок подготовки экскаваторных блоков к отработке.
СТП-28-018-82	Организация буровых работ.	Устанавливает порядок обустройства вскрышных блоков
СТП-28-019-82	Технология, механизация и организация взрывных работ.	Устанавливает порядок производства взрывных работ.
СТП-28-02-82	Эксплуатация и текущее содержание передвижных железнодорожных путей.	Устанавливает порядок эксплуатации и текущего содержания передвижных железнодорожных путей.

1	2	3
СТП-28-021-82	Технология подготовки земляного полотна и технологические схемы подготовки железнодорожного пути к эксплуатации.	Устанавливает технологию подготовки земляного полотна и технологические схемы механизированной подготовки железнодорожных путей к эксплуатации.
СТП-28-022-82	Организационно-технологическое обеспечение работы экскаваторов.	Устанавливает порядок организационно-технологического обеспечения работы экскаваторов.
СТП-28-023-82	Технология, механизация и организация отработки уступа.	Устанавливает порядок отработки вскрышных уступов.
СТП-28-024-82	Технология, механизация и организация отвалообразования.	Устанавливает порядок ведения горных работ на отвалообразовании вскрышных пород.
СТП-28-025-82	Технологические схемы нарезки новых горизонтов на вскрыше.	Устанавливает порядок ведения вскрышных работ при нарезке новых горизонтов.
СТП-28-026-82	Зачистка кровли угольных пластов.	Устанавливает порядок зачистки кровли угольных пластов.
СТП-28-027-82	Организация работ по перегону экскаваторов.	Устанавливает порядок производства работ по перегону экскаваторов.
СТП-28-028-82	Месячный график организации работы экскаваторов на разрезе.	Устанавливает порядок разработки месячных графиков и организации работ экскаваторов на разрезе по этим графикам.
СТП-28-029-82	Недельно-суточный график работ экскаваторов на разрезе.	Устанавливает порядок разработки недельно-суточных графиков и организации работ экскаваторов на разрезе по этим графикам.
СТП-28-030-82	Моральное и материальное стимулирование выполнения стандартов	Устанавливает порядок морального и материального стимулирования выполнения рабочими и ИТР требований СТП подсистемы "Вскрышные работы."

Ниже излагаются основные положения по построению и функционированию СТП подсистемы "Вскрышные работы"

1. Общие положения

Подсистема «Вскрышные работы», являясь частью Комплексной системы управления качеством продукции предприятия, регламентирует нормативными документами совокупность взаимосвязанных организационных, технических, экономических, социальных мероприятий, методов и средств, направленных на обеспечение необходимого уровня качества ведения вскрышных и отвальных работ.

2. Цель и задачи подсистемы

Подсистема «Вскрышные работы» предназначена обеспечивать необходимый уровень качества вскрышных и отвальных работ в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Основными задачами подсистемы «Вскрышные работы» являются: обеспечение необходимого уровня качества вскрышных работ; совершенствование установленных объединением методов оценки качества работы исполнителей, совершенствование системы материального и морального стимулирования.

3. Организационная структура подсистемы «Вскрышные работы»

3.1. Для организации работ по разработке стандартов предприятия (СТП) подсистемы «Вскрышные работы» в объединении приказом генерального директора создается координационно-рабочая группа (КРГ).

3.2. Структура КРГ и состав исполнителей определяется техническим директором объединения.

3.3. Работа КРГ планируется на основе планов работы объединения и осуществляется под методическим руководством технической дирекции.

3.4. КРГ осуществляет методическое руководство всеми службами объединения по вопросам разработки и внедрения комплексной системы управления качеством продукции.

3.5. В своей деятельности КРГ определяет цели и задачи комплексной системы управления качеством продукции; организует и проводит анализ состояния дел на вскрышных и отвальных работах объединения; подготавливает календарный план разработки и внедрения СТП подсистемы «Вскрышные работы»; разрабатывает техническое задание и проект основного стандарта предприятия «Комплексная система управления качеством продукции. Подсистема «Вскрышные работы». Основные положения»: согласовывает технические за-

дания на остальные СТП комплексной системы; осуществляет координацию и контроль разработки и внедрения СТП; проводит экспертизу СТП на соответствие общим принципам нормативно-технической документации.

4. Порядок организации работы подразделений со стандартами предприятия и контроль за их соблюдением:

Наименование функций	Цели функций	Ответственное подразделение
Прогнозирование объемов и качества вскрышных и отвальных работ.	Установление перспективного объема и уровня качества вскрышных работ с учетом плановых заданий и выполнения мероприятий по техническому перевооружению разрезов.	Дирекции: техническая, по производству, по экономике.
Планирование объема и качества вскрышных работ.	Перспективное и текущее планирование. Установление экономически обоснованных показателей деятельности разрезов в области повышения или стабилизации качества вскрышных работ, а также на разработку планов, обеспечивающих достижение этих показателей. Разработка и осуществление проектов организационно-технических мероприятий по улучшению качества вскрышных работ.	Дирекции: техническая, по производству, по экономике. Управление технического контроля.
Нормирование качества вскрышных работ	Установление норм показателей качества вскрышных и отвальных работ.	Дирекции: техническая, по экономике. Управление технического контроля.
Технологическая подготовка производства.	Подготовка производства, служб и средств предприятия к обеспечению запланированных объемов и уровня качества вскрышных работ; обеспеченность разреза материальными и трудовыми ресурсами.	Дирекции: техническая, по производству, по экономике.

1	2	3
Материально-техническое обеспечение производства.	Планирование потребностей разрезов в технологическом оборудовании и фондах на материалы и запасные части, номенклатура, объем и показатели которых соответствуют требованиям НТД. Реализация этой функции в объединении заключается, в основном, в правильности и своевременной подаче заявок согласно выделенным фондам.	Дирекция по производству, энергомеханическая служба, управление материально-технического снабжения.
Метрологическое обеспечение качества.	Осуществление контроля за состоянием, своевременным обеспечением поверки измерительной аппаратуры, ее планово-предупредительного ремонта и своевременное оформление заявок на замену приборов.	Техническая служба
Подбор, расстановка, воспитание и обучение кадров.	Обеспечение разрезов необходимыми кадрами, повышение их квалификации, воспитание в духе сознательного, творческого отношения к труду, повышение качества вскрышных и отвальных работ.	Дирекция по кадрам и быту, руководство разрезов.
Обеспечение заданного уровня качества вскрышных работ.	Контроль за качеством вскрышных и отвальных работ, обеспечение ритмичной и эффективной работы технологических процессов, выявление, анализ и устранение причин отклонений от плана.	Дирекции: техническая и по производству.
Технический контроль качества	Контроль за соблюдением технологических процессов, учет выемки вскрышных пород по показателям качества, установление причин снижения качества вскрышных работ. Выявление отклонений в производственных процессах, где уровень качества не соответствует требованиям нормативно-технической и технологической документации, установление причин этих отклонений. Участие в составлении мероприятий по улучшению качества и контроль за их выполнением. Механизация и автоматизация вспомогательных процессов на вскрышных работах.	Дирекции: техническая, по производству. Управление техническим контролем.

1	2	3
Оценка качества работы	Количественная оценка качества работы коллективов и отдельных исполнителей. Установление порядка сбора, обработка и использование информации по качеству работы.	Руководство, техническая и производственная служба.
Стимулирование улучшения качества вскрышных работ.	Установление порядка и условий стимулирования за повышение качества вскрышных и отвальных работ. Устройство смотров-конкурсов по качеству работы. Присвоение отдельным сменам званий "Коллектива отличного качества", а рабочим и ИТР - "Победитель соцсоревнования в повышении качества вскрышных работ". Индивидуальное и коллективное премирование за обеспечение и улучшение качества вскрышных и отвальных работ.	

5. Контроль функционирования комплексной системы управления качеством вскрышных работ.

5.1. Построение, содержание и изложение стандартов предприятия должно соответствовать требованиям ГОСТа 1.4-68, ГОСТа 1,5-68 и требованиям отраслевой нормативно-технической документации.

5.2. При завершении разработки СТП издается приказ о внедрении системы.

5.3. Организуется техническая учеба разработчиков стандартов и работников производственных единиц по вопросам стандартизации и управления качеством.

5.4. Создается по указанию технического директора объединения постоянно действующая комиссия по качеству в составе: начальника управления технического контроля (председателя), главного технолога объединения по вскрышным работам, главного технолога объединения по буровзрывным работам, главного маркшейдера объединения, старшего инженера по стандартам УТК.

5.5. Комиссия по утвержденному графику проверяет на разрезах соблюдение технологического процесса вскрышных и отвальных работ в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

5.6. Результаты проверки Управлением технического контроля оформляются в течение суток актом, который утверждается техническим директором объединения. Один экземпляр акта проверки хранится в Управлении технического контроля, один - передается в объединение главному технологу по вскрышным работам.

5.7. Комиссия ежегодно участвует в проведении на разрезах школы передового опыта работы машинистов экскаваторов по изучению рациональной технологии ведения вскрышных и отвальных работ.

5.8. При обнаружении нарушений стандартов комиссия обязана принять необходимые меры по устранению выявленных отклонений.

5.9. Председатель постоянно действующей комиссии по улучшению качества вскрышных работ ежемесячно докладывает техническому директору о результатах своей работы.

5.10. Постоянно действующая комиссия организует проведение совещаний по качеству ведения вскрышных и отвальных работ, которые проводятся в соответствии с утвержденным графиком: на разрезах - ежемесячно, в объединении - раз в квартал.

§ 3. Опыт использования экскаваторов ЭКГ-12,5 на разработке вскрышных пород

В производственном объединении «Экибастузуголь» впервые в практике открытых горных работ страны начали успешно применяться механические лопаты типа ЭКГ-12,5 производства машиностроительного объединения «Ижорский завод».

Карьерный гусеничный экскаватор ЭКГ-12,5 (рис.48) предназначен для разработки и погрузки в транспортные сосуды вскрышных пород различной крепости. Это полноповоротная механическая лопата на двух сдвоенных гусеничных малоопорных тележках. Поэтому, несмотря на значительную массу (660 т), среднее давление на грунт составляет только 0,2 МПа. Экскаватор имеет однобалочную рукоять с канатным напором. Все механизмы снабжены индивидуальным электроприводом, что упрощает управление. Ходовой механизм экскаватора имеет отдельные приводы, установка опорных катков выполнена на опорных осях в виде коленчатого вала для обеспечения выравнивания нагрузки между опорными катками каждой тележки. В конструкции механизмов напора и подъема ковша применены упругодемпфирующие устройства, снижающие динамические нагрузки

на механизм и металлоконструкции экскаватора и повышающие надежность и долговечность его узлов. В приводах механизмов применены впервые в практике отечественного машиностроения малоинерционные встроенные дисковые тормоза и моторные муфты с упруго-кордными элементами, позволяющие значительно снизить динамические нагрузки.

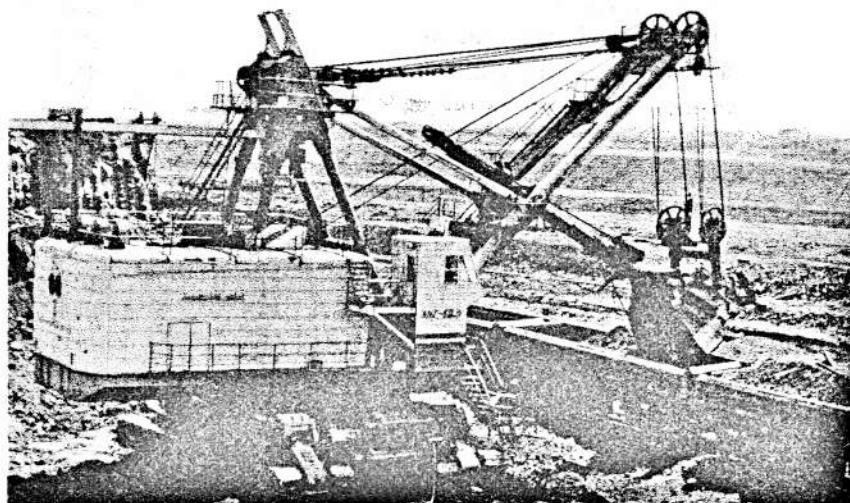


Рис.48. Гусеничный экскаватор ЭКГ-12,5 (ковш - 12,5м³) на разработке вскрышного уступа

Управление электроприводами экскаватора осуществляется из кабины машиниста дистанционно с помощью сельсинных командоаппаратов, позволяющих производить бесступенчатое регулирование скорости электроприводов. Питание обмоток возбуждения генераторов и синхронного электродвигателя осуществляется от тиристорных преобразователей. Схемой управления электроприводами предусматривается стабилизированное питание обмоток возбуждения двигателей от статического преобразователя с частичной температурной компенсацией изменения выходного напряжения. Экскаватор оборудован кабельным барабаном.

По техническим показателям экскаватор ЭКГ-12,5 находится на уровне лучших отечественных и зарубежных машин. Ниже приведена его краткая техническая характеристика:

Вместимость ковша:	
для тяжелых грунтов, м ³	12,5
для легких и средних грунтов, м ³	16
Длина стрелы, м	28,0
Угол наклона стрелы, град.	45
Длина рукояти, м	13,5
Наибольший радиус копания	
на уровне стояния, м	14,8
Наибольший радиус копания, м	22,5
Высота копания на наибольшем радиусе, м	10,1
Наибольший радиус выгрузки, м	19,9
Наибольшая высота копания, м	15,08
Наибольшая высота выгрузки, м	10
Радиус выгрузки при наибольшей высоте, м	19,5
Наименьший радиус копания	
на уровне стояния, м	10,1
Рабочая скорость передвижения, м/с	0,15
Преодолеваемый подъем пути	
при твердом грунте, град.	12
Мощность сетевого двигателя, кВт	1250
Напряжение подводимого тока, кВ	6
Продолжительность цикла при работе в отвал	
с поворотом 90° и высоте забоя, равной высоте	
напорного вала на грунтах IV категории, сек.	28
Общая масса экскаватора, т	658,2

Первый опытный образец экскаватора ЭКГ-12,5 в 1969-1970 годах проходил промышленные испытания на вскрышном разрезе «Южный». Коэффициент крепости пород пятого уступа восточного борта, где проходили испытания, составлял 4-6 по шкале проф. Протодяконова. За время испытаний экскаватором было отгружено 391,8 тыс.м³ вскрышных пород со следующим балансом времени в ч: время работы - 2037, простой - всего 1035, в том числе плановые - 372, аварийные - 624, прочие - 39.

После завершения испытаний машину перевели на вскрышные работы разреза «Степной».

По результатам испытаний и опытной эксплуатации междуведомственная комиссия приняла в октябре 1970г. опытный образец в эксплуатацию и рекомендовала к изготовлению первой промышленной

партии карьерных экскаваторов ЭКГ-12,5. Комиссия отметила ряд конструктивных и эксплуатационных недостатков опытного образца и предложила мероприятия по изменению конструкции узлов, механизмов, схемы управления электроприводами, направленные на повышение эксплуатационных характеристик и надежности, которые необходимо было осуществить на последующих машинах.

В 1971 г. были поставлены еще два экскаватора (заводские № 2 и 3) без выполнения рекомендаций межуведомственной комиссии. После монтажа и наладки в марте 1972 г. они были введены в эксплуатацию на вскрышном разрезе «Степной».

Коэффициент крепости пород (песчаники, алевролиты, аргиллиты) на вскрышных уступах разреза «Степной» колеблется от 4 до 8, плотность - от 1,8 до 2,2 т/м³. Вскрышные уступы (кроме верхнего) рыхлятся буровзрывным способом без развала массива.

В 1985 году на разрезе использовалось 22 мехлопаты ЭКГ-12,5, в том числе на вскрыше 15, из них 9 с ковшом вместимостью 12,5 м³, три с ковшом 10 м³ (ЭКГ-10ус) и три экскаватора ЭКГ-6,3у с ковшом вместимостью 6,3 м³ (на нарезке уступов), и 7 машин - на отвалах, из них три с ковшом вместимостью 16 м³.

Экскаваторы на вскрыше работают по схеме, изображенной на рис. 49.

Конструктивные недостатки, выявленные в ходе эксплуатации первых машин, а также многие предложения специалистов производственного объединения были, в основном, учтены заводом, и в конструкции последующих экскаваторов внесены значительные изменения. Некоторая работа по повышению надежности работы экскаваторов ЭКГ-12,5 была проделана работниками объединения. Все это позволило заметно сократить аварийные простои экскаваторов

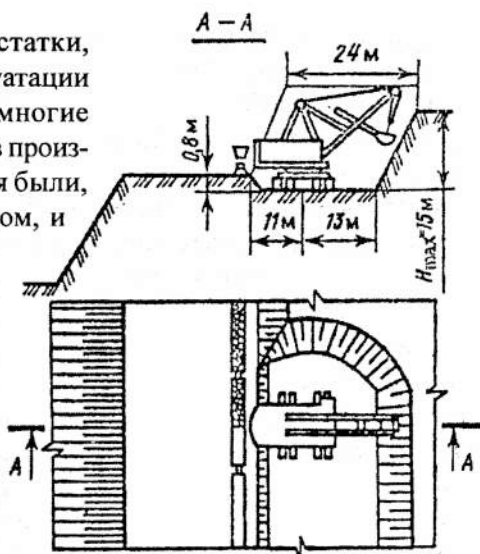


Рис.49. Схема работы экскаватора ЭКГ-12,5 на вскрышном уступе

ров и улучшить условия их эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

В то же время последующая эксплуатация экскаваторов ЭКГ-12,5 выявила еще ряд дополнительных конструктивных недостатков, являющихся следствием низкой усталостной прочности деталей и узлов. Это относится, прежде всего, к венцовой шестерне, шестерне поворотного редуктора, вертикально-поворотному валу, последней паре ходового редуктора, металлоконструкциям рабочего оборудования, массовый выход из строя которых наметился уже в 1975 году и происходил последовательно на всех экскаваторах, проработавших 4-5 лет (при наработке порядка 10-13 млн.м³).

Детальные исследования, проведенные заводом-изготовителем, подтвердили эти недостатки. Но поскольку больших изменений в короткие сроки провести не представлялось возможным, завод выдал в 1976 году временное решение - уменьшить максимальные стопорные моменты по всем главным периодам. Это автоматически привело не только к ограничению пиковых нагрузок на механизмы и металлоконструкции, но и к увеличению времени нахождения двигателей главных приводов под эффективным током и, соответственно, увеличению их нагрева, изменению в худшую сторону характеристики экскаватора.

Продолжали выходить из строя синхронные двигатели СДЭУ-15-39 производства Свердловского завода «Уралэлектротяжмаш» и генераторов подъема ГПЭ-85/36 Карпинского электромашиностроительного завода. Последние были заменены на генераторы ПЭ-170-5К2, но и их надежность тоже низка.

Все это тормозило достижение высокой производительности экскаваторов ЭКГ-12,5 на вскрышных и отвальных работах (табл.34.)

Из анализа приведенной таблицы видно, что среднегодовая производительность экскаваторов на вскрыше колеблется в пределах 2350-2780 тыс.м³, достигая в отдельные годы по отдельным машинам 3034-3328 тыс.м³, на отвалах - интервале 2900-3650 тыс.м³ при максимальной для отдельных экскаваторов 3800-4100 тыс.м³.

Относительно низкая производительность мехлопат ЭКГ-12,5 объясняется как конструктивными недостатками, так и простоями, связанными с производственными неполадками. Использование календарного фонда времени вскрышных экскаваторов ЭКГ-12,5 за 1984 год приведено в табл. 35

Производительность экскаваторов ЭКГ-12,5 за 1970 - 1985 гг.
на разрезе "Степной", тыс. м³

Экскаваторы (заводские номера)	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Вскрыша:																
ЭКГ-12,5 №1	666	2365	2664	2544	2248	Кап. рем.	2593	2633	2429	2542	1348	855	1194	2102	2613	2376
ЭКГ-12,5 №2	-	-	1859	2766	2899	3182	2786	2133	1656	1302	1608	706	1964	1666	2241	987
ЭКГ-12,5 №3	-	-	2118	2614	2452	2913	937	1620	2570	1974	1292	2236	1569	1137	1964	2067 ^x
ЭКГ-12,5 №4	-	-	-	2779	2364	2435	3034	1547	2842	2729	2224	2222	1990	3547	3411	1675
ЭКГ-12,5 №5	-	-	-	2575	2272	2646	2901	1708	1595	2373	1811	2800	1693	2575	1441	1252 ^{xx}
ЭКГ-12,5 №7	-	-	-	2472	2612	3328	2734	2613	1730	2727	1291	1459	1291	2148	1892	2170
ЭКГ-12,5 №10	-	-	-	-	686	2837	3112	2162	337	3170 ^{xxx}	-	-	-	-	-	-
ЭКГ-12,5 №22	-	-	-	-	-	-	-	Монтаж	2191	2176	1823	1622	1487	1879	791	2087
ЭКГ-12,5 №27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	418	2348	1351	1281	1789	1393	1719
ЭКГ-12,5 №28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2326	1817	1659	1870	2498	2865
ЭКГ-12,5 №45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	875	2237
ЭКГ-12,5 №58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	331
ЭКГ-10 ус №15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3025	2695
ЭКГ-10 ус №9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	911	1500
Отвалы:																
ЭКГ-12,5 №6	-	-	-	2955	789	3749	3881	3184	3817	3414	2983	3315	3231	1935	3606	3480
ЭКГ-12,5 (16м ³) №8	-	-	-	-	2346	3175	3356	3048	3234	3620	3017	2577	2003	1788	2710	2776
ЭКГ-12,5 №9	-	-	-	-	1507	3505	3406	3068	4109	3642	2915	1927	2343	2302	xxx	-
ЭКГ-12,5 №15	-	-	-	-	-	-	2859	2009	3264	2945	3050	3137	2074	2710	xxx	-
ЭКГ-12,5 №12	-	-	-	-	-	-	3896	2514	2828	2392	2749	2581	2386	1212	2966	2854
ЭКГ-12,5(16м ³) №18	-	-	-	-	-	-	-	312	2505	2695	2594	2553	3140	3177	2511	2879
ЭКГ-12,5 №10(16м ³)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2280	2503	1545	3038	3849
ЭКГ-12,5 №3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	972

x Переведен на отвал

xx Переоборудован на ЭКГ-10ус

xxx Переоборудован на ЭКГ-10ус и переведен на вскрывку

xxxx Навешен ковш 16м³ и переведен на отвал

Таблица 35

Участок работы	Кален- дарный фонд време- ни, ч/%	в том числе:				из общего количества простоев					
		в рабо- те	простои, всего	в ре- монте	аварии	не подго- товл. раб. места	плохое состоя- ние пу- тей	ожида- ние вер- тушек	отсут- ствие эл.энер- гии	прочие	плано- вые простои (резер- вы)
Вскрыша	<u>133692</u> 100	<u>87720</u> 65,6	<u>16204</u> 12,1	<u>27169</u> 20,3	<u>1559</u> 1,2	<u>232</u> 0,2	<u>6786</u> 5,1	<u>2308</u> 1,7	<u>1235</u> 0,9	<u>4084</u> 3,0	<u>2599</u> 2,0
Отвал	<u>104617</u> 100	<u>78383</u> 74,9	<u>12856</u> 12,3	<u>9236</u> 8,8	<u>537</u> 0,5	<u>12</u> -	<u>7932</u> 6,7	<u>1556</u> 1,5	<u>715</u> 0,7	<u>3004</u> 2,9	<u>4142</u> 4,0

Как видно из этой таблицы, из общего количества непроезжих простоев наибольшие простои экскаваторов вызваны плохим состоянием железнодорожных путей и ожиданием породных локомотивосоставов. Последнее связано с недостаточным количеством их в работе (трудности с запчастями к ОПЭ-1), малой вместимостью составов, а также отсутствием по существу обменных пунктов на уступах и отвалах.

Исследования, проведенные институтом НИИОГР, показывают, что по техническим и технологическим факторам величина отношения вместимости думпкара к вместимости ковша должна быть не ниже 5. Вместимость думпкара для работы экскаватора ЭКГ-12,5 должна быть в пределах 62,5 - 100 м³.

Применение экскаватора ЭКГ-12,5 на разработке вскрышных пород по данным НИИОГРа экономически целесообразно при времени обмена составов, не превышающем 13-14 мин., т.е. расстояния обменных пунктов до экскаватора должны быть 1400-1500 м.

Средние расстояния от вскрышных экскаваторов до обменных пунктов - станций на разрезе «Степной» составляли 3,4-3,9 км, а наиболее удаленных экскаваторов - 4,1-5,2 км. Были исследованы в этих условиях зависимости вскрышных экскаваторов от расстояний до обменных пунктов при вместимости составов 400 и 560 м³. Выявлено, что при сокращении расстояния до обменных пунктов (приближение обмена) на 2 км производительность вскрышных экскаваторов возрастает на 25-30% при вместимости составов 400 м³, а при повышении вместимости составов до 560 м³ увеличивается еще на 15-20%. Таким образом, за счет этих мероприятий производительность вскрышных экскаваторов может вырасти почти в 1,5 раза и достичь 3,5-3,8 млн.м³ в год.

Одним из серьезных недостатков конструкции экскаватора ЭКГ-12,5 является затрудненность разгрузки ковша из-за высокого расположения седлового подшипника напорного механизма. При разгрузке ковша в думпкар (грузоподъемностью как 105, так и 180 т) машинист опускает ковш по возможности ближе к днищу думпкара. При этом передняя стенка ковша отклоняется от вертикали и на зубьях ковша остается грунт. С целью полной выгрузки грунта из ковша машинист поднимает ковш над думпкаром с тем, чтобы передняя стенка ковша приняла по возможности вертикальное положение. Это приводит к просыпанию грунта через зубья и заваливанию габарита

железнодорожных путей. Просыпание грунта имеет место и при поднятом над думпкаром ковше, до начала его разработки при стоянии экскаватора на уровне или выше погрузочного пути.

Расположение машины ниже уровня пути на 0,6-0,8 м несколько снижает объем просыпающегося грунта, однако полностью не устраняет недостатка. Очевидно, наилучшим решением этого вопроса является применение поворотного ковша.

Устранение отмеченных недостатков и реализация рекомендаций позволит создать высокопроизводительную и надежную машину, отвечающую требованиям современных карьерных экскаваторов. Сокращение организационных помех, приближение обмена и увеличение вместимости локомотивосоставов приведет к значительному росту производительности мехлопат ЭКГ-12,5.

Выпуск карьерных экскаваторов ЭКГ-12,5 освоил Красноярский завод тяжелых экскаваторов. Однако изготовленные им машины не избежали недостатков Ижорского завода, к которым следует добавить большое количество изъянов в технологическом исполнении.

§ 4. Применение экскаваторов ЭКГ-12,5 с ковшом 16 м³ на отвалах

Отвальное хозяйство разрезов Экибастузского бассейна включает шесть внешних породных отвалов, выделенных в самостоятельные участки в составе угольных либо вскрышных разрезов. Отвалы экибастузских разрезов - в основном одноярусные и характеризуются криволинейным перемещением отвального фронта при двухстороннем его развитии. Это позволяет создавать на достигнутом фронте работ необходимое количество тупиков и иметь независимый железнодорожный путь для каждого тупика, что обеспечивает возможность постоянного прироста длины фронта работ и независимость работы отвальных экскаваторов.

Для механизации отвальных работ применяются механические лопаты ЭКГ-8И с ковшом вместимостью 8 и 10 м³ и ЭКГ-12,5 с ковшом вместимостью 12,5 и 16 м³.

Наибольшее распространение на отвалах бассейна нашла схема отвалообразования механической лопатой с укладкой породы ниже горизонта пути. Отсыпка отвального яруса ведется двумя подступами. Ширина заходки при использовании экскаваторов ЭКГ-8И составляет 31-32 м, при ЭКГ-12,5 - 35-36 м.

Параметры отвальных тупиков оказывают существенное влияние на экономичность экскаваторных отвалов. При криволинейном перемещении фронта работ параметры отвальных тупиков в связи с развитием отвалов в плане и по высоте непрерывно меняются. Наибольшим изменениям подвержена общая длина тупиков, а в условиях экибастузских разрезов - также и высота отвалов. Ширина заходки при принятом типе отвального экскаватора является величиной постоянной.

Длина отвальных тупиков является основным, определяющим параметром экскаваторных отвалов и оказывает наибольшее влияние на себестоимость отвалообразования. От длины тупиков зависят их пропускная способность, трудоемкость работ по передвижке железнодорожного пути и контактной сети, а также величина затрат на перевозку вскрыши по отвалам. При криволинейном перемещении отвального фронта общая длина тупиков систематически возрастает. Прирост длины происходит при каждой переукладке железнодорожного пути. Величина этой составляющей прироста пропорциональна ширине экскаваторной заходки и числу заходов, отсыпаемых на тупике.

Увеличение общей длины тупиков происходит при развитии отвалов по высоте. Величина этой составляющей прироста пропорциональна руководящему уклону железнодорожного пути и величине прироста высоты отвала. Длина рабочей части тупиков при принятой схеме развития зависит от количества экскаваторов, работающих на достигнутом фронте.

Практикой отвалообразования установлено, что рабочую часть тупиков целесообразно иметь более короткой. При этом сокращаются сроки передвижки отвальных коммуникаций, снижаются затраты по текущему содержанию пути и упрощается организация подготовительных работ. Оптимальная длина рабочей части тупика в условиях экибастузских разрезов определена опытным путем и составляет 800-1200 м.

Высота отвалов оказывает значительное влияние на трудоемкость работ и производительность горно-транспортного оборудования. При малой высоте яруса низка удельная вместимость отвального тупика. Это влечет за собой частые передвижки отвальных коммуникаций, перегоны экскаваторов и сходы подвижного состава. С увеличением

высоты отвалов повышается стабильность транспортных схем, схем электроснабжения, а трудоемкость отвалообразования уменьшается. С этой точки зрения необходимо интенсивное развитие отвалов по высоте. Между тем процесс наращивания высоты на экскаваторных отвалах довольно сложен и требует длительного времени. Высота отвалов находится в прямой зависимости от физико-механических свойств, складываемых пород и пород основания отвала. Практикой установлено, что при складировании пород на экибастузских разрезах откосы отвалов при высоте 30-35 м вполне устойчивы. Деформаций откосов в течение всего периода эксплуатации не наблюдалось.

На вскрышных работах бассейна накоплен опыт использования экскаваторов ЭКГ-12,5 с ковшом вместимостью 16 м³ на приемке грунта в отвалы, который представляет несомненный интерес для многих разрезов ближнего и дальнего зарубежья.

На отвальных тупиках вскрышного разреза «Степной» длительное время (с 1974 года) использовались экскаваторы ЭКГ-12,5 с ковшом вместимостью 16 м³ (рис. 50), изготовленные по заказу производственного объединения специально для отвальных работ.

Технологические параметры экскаватора, кинематика и схемы управления основными приводами аналогичны показателям базовой модели ЭКГ-12,5. Главное отличие заключается в увеличенной вместимости ковша, достигнутой удлинением боковой стенки на 0,34 м по сравнению с ковшом вместимостью 12,5 м³, при этом масса шестнадцатикубового ковша на 3,1 т меньше за счет уменьшения толщины стенок.

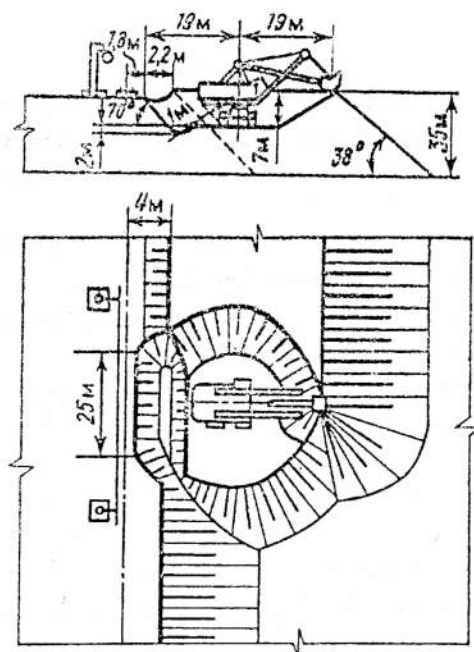


Рис.50. Схема работы экскаватора ЭКГ-12,5 (16 м³) на отвале

Отвалы разреза «Степной» отягчались, как отмечалось ранее, относительно большой высотой (35 м) при одном ярусе, криволинейном перемещении фронта при двухстороннем его развитии, высокой приемной способностью 1 м тупика (до 940 м³).

Анализ накопленного опыта работы экскаваторов ЭКГ-12,5 с ковшом вместимостью 16 м³ свидетельствует о наличии относительно небольшого дополнительного числа отказов, причем наибольшее количество их приходится на электрическое оборудование. В целом по числу отказов, аварийных ситуаций и надежности экскаваторы ЭКГ-12,5 с ковшом вместимостью 16 м³ не отличаются от базовой модели.

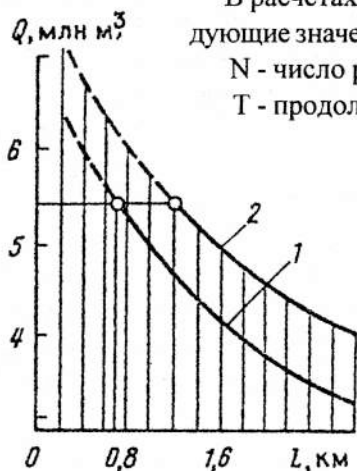
В то же время годовая производительность экскаватора (3,2-3,5 млн.м³) не только не достигла номинальной, но и ниже производительности некоторых отвальных экскаваторов ЭКГ-12,5 с ковшом вместимостью 12,5 м³ (3,6-3,8 млн.м³). Это объясняется как организационными помехами (простои при переукладках пути, отсутствие вертушек и др.), которые, к сожалению, все еще велики, так и главным образом, удаленностью от обменного пункта и недостаточной вместимостью локомотивосоставов.

На рис.51 представлен график зависимости годовой производительности отвального экскаватора ЭКГ-12,5 с ковшом вместимостью 16 м³ от расстояний до обменного пункта. При этом производительность экскаватора определялась из выражения

В расчетах для конкретных условий приняты следующие значения:

N - число рабочих смен экскаватора в году (500);

T - продолжительность смены, с - (12х3600);



$$Q = N \frac{TEK_u}{t_m + 2\frac{L}{V} + t_v}, \text{ м}^3 / \text{год}$$

Рис.51. График зависимости годовой производительности отвального экскаватора от расстояний до обменного пункта при вместимости состава 400 (1) и 560 м³ (2)

E - вместимость локомотивосостава, м^3 (400 и 560);

t_m - время, затрачиваемое на приготовление маршрута с учетом снижения скорости при подходе к тупику, с (180);

V - средняя скорость локомотивосостава, м/с (5,56);

L - расстояние до обменного пункта, м (200-2800);

t_s - среднегодовое время выгрузки одного состава с одновременной перегрузкой, с (0,2 и 0,27, соответственно, для $E = 400$ и 560 м^3);

$t = t - t_n$, где t - время перегрузки породы от одного состава (0,09 и 0,13 с при $E = 400$ и 560 м^3 , соответственно), с;

t_n - время перегрузки остатка выгруженной породы после ухода состава, с;

K_n - коэффициент использования экскаватора во времени - 0,72.

При достижении $t_{\Pi} = t_M + 2\frac{L}{V}$ дальнейшее приближение обмена (уменьшение L) не приводит к росту производительности экскаватора, ибо он не успевает завершить перегрузку породы до прихода очередного состава. Поэтому выражение для определения производительности экскаватора имеет смысл при $t_{\Pi} \leq t_M + 2\frac{L}{V}$.

Из анализа графика следует, что наибольшая производительность экскаватора ЭКГ-12,5 с ковшом вместимостью 16 м^3 достигается при расположении его на расстоянии 700 и 1200 м от обменного пункта при вместимости состава 400 и 560 м^3 , соответственно.

Длина рабочего (передвижного) участка пути отвалных тупиков на разрезе «Степной» составляла 900-1200 м. Поэтому задача приближения обмена составов до 700 м практически невыполнима, так как обменный пункт должен находиться в рабочей части тупика. Следовательно, при вместимости состава 400 м^3 невозможно достичь максимальной загрузки экскаватора с ковшом вместимостью 16 м^3 . Максимальная производительность его обеспечивается при увеличении вместимости состава до 560 м^3 при тяговом агрегате ОПЭ-1 с моторным думпкаром (рис. 52).

На разрезах систематически осуществляются необходимые меры по приближению обмена локомотивосоставов на отвалах. Однако увеличение их вместимости до $560\text{-}600 \text{ м}^3$ сдерживается из-за недостатка моторных думпкаров, серийный выпуск которых промышленностью все еще не налажен.

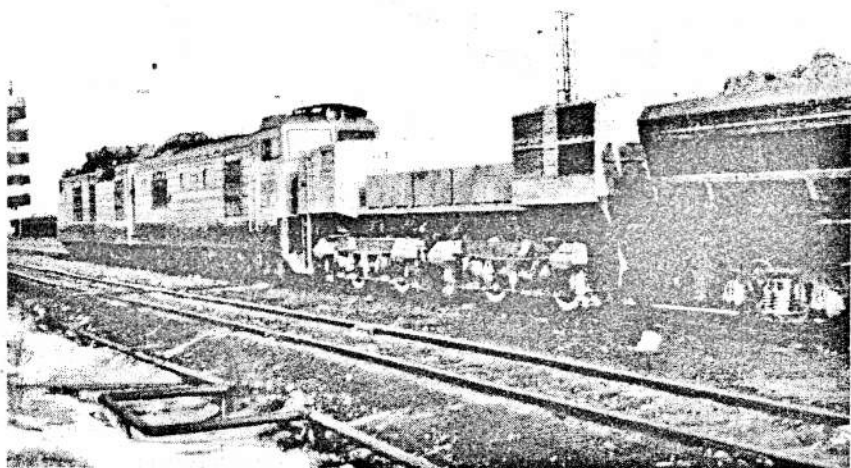


Рис.52. Тяговый агрегат ОПЭ-1 с моторным думпкаром

§ 5. Шагающие драглайны на отвалах

С целью сокращения расстояния транспортировки вскрышных пород (от уступа до отвала) и протяженности транспортных коммуникаций, уменьшения за счет высоты площади, занимаемой под отвалы, и снижения трудоемкости отвалообразования в ПО «Экибастуз-уголь» в последние годы стали создаваться вторые ярусы отвалов с помощью экскаваторов-драглайнов. В шестидесятые годы успешно применялся драглайн типа ЭШ-10/60 на Южном отвале, в последнее время широкое применение находят экскаваторы типа ЭШ-10/70-А (рис. 53) и ЭШ-13/50.

Они ведут укладку породы по однотупиковой схеме выше горизонта железнодорожного пути и формируют второй ярус во внутренней части отвала.

Отсыпка первого яруса высотой 30-40 м производится мехлопатами, второй - высотой 60 м - драглайнами. Отвалообразование на втором ярусе экскаватором ЭШ-13/50, например, осуществляется следующим образом.

Первую заходку второго яруса драглайн отсыпает, находясь на подступе высотой 13 м. Железнодорожный путь находится на спла-

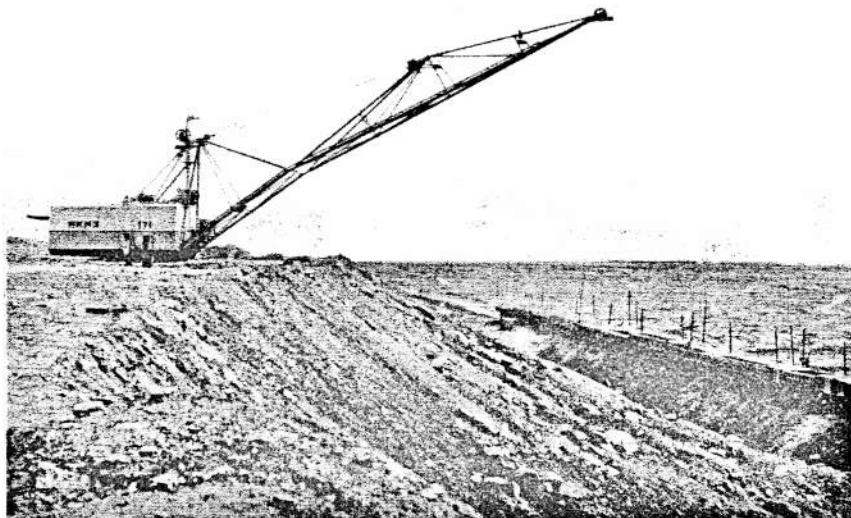


Рис.53. Шагающий драглайн ЭШ-10/70А на отвале

нированной трассе на кровле первого яруса. Отсыпав первую заходку второго яруса, драглайн устанавливается на его кровле. На эту же высотную отметку укладываются железнодорожные пути, и с них производится отсыпка как нижнего, так и верхнего подъярусов высотой по 30 м каждый. Таким образом, с одного пути драглайн отсыпает два яруса общей высотой 60 м. В настоящее время высота первого яруса, отсыпаемого мехлопатами, имеет высоту 30-40 м. Таким образом, использование драглайнов на отвалообразовании второго яруса позволяет поднять общую высоту отвалов до 90-100 м (при угле откоса ярусов 35°).

В 1985 году на вскрышных отвалах ПО «Экибастузуголь» использовалось 9 драглайнов, в том числе типа ЭШ - 10/70 А - два (Южный и Северный отвалы) и 7 типа ЭШ-13/50 (по одному на всех отвалах). Кроме того, один экскаватор ЭШ-10/70-А задалживался на зачистке кровли угольных пластов.

Ниже приводятся данные за 1980 - 1985 гг. производительности драглайнов на отвалах, в тыс. м³/год.

	1980г.	1981г.	1982г.	1983г.	1984г.	1985г.
ЭШ-10/70	1313,0	1916,0	1978,0	2000,0	1954,0	2000,0
ЭШ-13/50	-	-	810	1562	1836	2250

Приведенные данные свидетельствуют о недостаточно эффективном использовании драглайнов на отвалах, ибо проектная производительность ЭШ-10/70 должна составлять 2300 тыс.м³, а ЭШ-13/50 - 2900 тыс.м³. Поэтому надо привести в действие все резервы (увеличить вместимость породных вертушек, улучшить содержание железнодорожных путей, снизить число отказов при работе экскаваторов и др.), чтобы поднять годовую выработку драглайнов. Но, тем не менее, можно со всей определенностью утверждать, что применение драглайнов на отвалообразовании весьма эффективно. Для подтверждения сказанного приведем одну цифру: приемная способность 1 м отвального тупика на втором ярусе в 5-6 раз больше, чем на первом.

В настоящее время на отвалах разрезов ТОО «Богатырь Аксес Комир» работают 14 драглайнов, в т.ч. типа ЭШ-13/50 - 12 шт. и ЭШ-10/70 - 2 шт.

§ 6. Результаты промышленных испытаний и эксплуатации экскаватора ЭКГ-6,3у

На разрезе «Богатырь» проведены промышленные испытания первого опытного образца экскаватора ЭКГ-6,3у объединения «Ижорский завод», который междуведомственной приемочной комиссией принят в эксплуатацию.

Экскаватор ЭКГ-6,3у (карьерная полноповоротная лопата на гусеничном ходу) является модификацией серийной машины ЭКГ-12,5, от которой отличается удлиненным рабочим оборудованием, меньшей вместимостью ковша и передаточными отношениями редукторов подъема и напора. Он спроектирован в соответствии с параметрическим рядом экскаваторов цикличного действия, разработанным институтом «Центрогипрошахт», и изготовлен по плану-заказу Минуглепрома СССР.

Экскаватор ЭКГ-6,3у предназначен для разработки с верхней погрузкой в транспортные сосуды полезных ископаемых и вскрышных пород различной крепости (рис. 54)

Экскаватор ЭКГ-6,3у, так же как и базовая модель, имеет шарнирно-сочлененную стрелу, состоящую из нижней и верхней секций сварной конструкции трубчатого сечения. Однобалочная рукоять

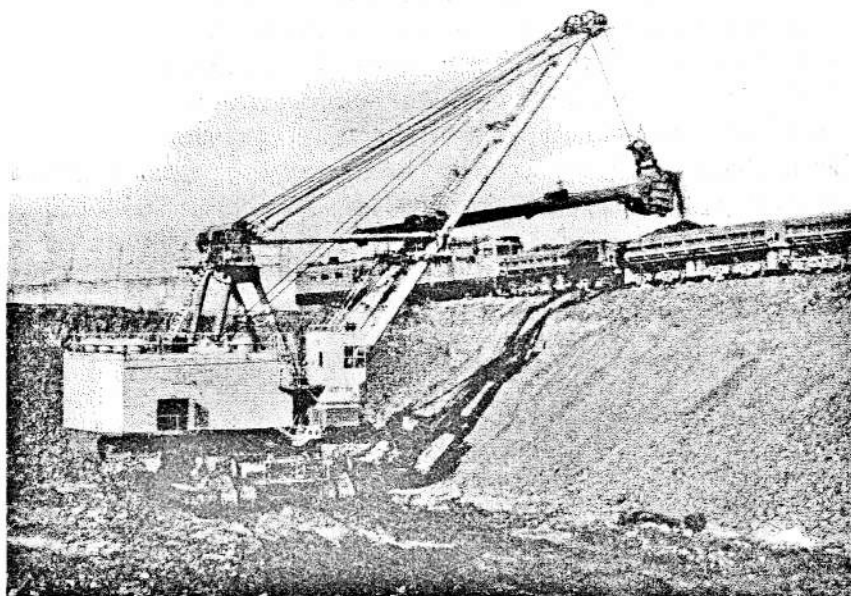


Рис.54. Экскаватор ЭКГ-6,3у на погрузке вскрышной породы

трубчатого сечения соединена со стрелой подвижно качающимся седловым подшипником. Напор - канатный. Ходовая тележка имеет по две спаренные гусеницы с каждой стороны с индивидуальным приводом. Привод подъема, напора, поворота и хода - постоянного тока, питаемый от преобразовательного агрегата. Система управления приводами выполнена на тиристорных преобразователях.

Ниже приведена краткая техническая характеристика экскаватора ЭКГ-6,3у.

Вместимость ковша, м ³	6,3
Максимальное усилие на блоке ковша, т	70
Максимальное усилие напора, т	40
Угол наклона стрелы, град.	50
Рабочая скорость передвижения, м/с	0,15
Уклон, преодолеваемый при передвижении (при твердом грунте), град.	12
Среднее удельное давление на грунт, МПа	0,2

Мощность сетевого двигателя, кВт	1250
Подводимое напряжение, кВ	6
Продолжительность цикла при работе в отвал с поворотом платформы на 90° и высоте забоя, равной высоте напорного вала, на породах IV категории, с	40
Длина стрелы, м	31,0
Длина рукояти, м	23,0
Максимальный радиус черпания, м	35,0
То же на уровне стояния, м	20,0
Высота черпания при максимальном радиусе черпания, м	15,19
Максимальная высота, черпания, м	29,2
Максимальный радиус разгрузки, м	32,9
Радиус разгрузки при максимальной высоте разгрузки, м	26,2
Высота разгрузки при максимальном радиусе разгрузки, м	11,9
Максимальная высота разгрузки, м	24,0
Масса экскаватора с противовесом, т	652,8

Промышленные испытания проведены силами сотрудников производственных объединений «Ижорский завод» и «Экибастузуголь» по совместно разработанной программе, согласованной с ИГД имени А.А.Скочинского.

Испытания проводились при разработке пород вскрыши, предварительно взорванных без развала массива (аргиллиты и алевролиты с коэффициентом крепости 4-6 по шкале М.М.Протоdjяконова) с верхней погрузкой в 105-тонные думпкары при высоте разрабатываемого уступа до 12 м.

В процессе испытания были исследованы: рабочие размеры экскаватора, продолжительность рабочего цикла, уравновешенность поворотной платформы, шумовые характеристики, уровни звука в кабине машиниста, уровни вибрации на кресле машиниста, освещенность, напряжения в различных точках экскаватора, параметры электропри-

водов, надежность, удобство управления, обслуживания и ремонтов экскаватора.

Проведенные испытания показали, что конструкции, размеры, параметры и эргономические показатели качества опытного экскаватора ЭКГ-6,3у соответствуют «Параметрическому ряду на экскаваторы одноковшовые цикличного действия», нормативно-технической и конструкторской документации, действующим санитарным нормам. Нагруженность основных металлоконструкций и приводов экскаватора соответствует расчетным данным. За время испытаний экскаватор показал достаточно производительную, стабильную и надежную работу.

За период испытаний и опытно-промышленной эксплуатации экскаватором погружено более 3,0 млн.м³. Простои из-за аварий за это время составили около 100 экскаваторочасов.

Анализ использования календарного фонда времени за 1978 год свидетельствует о еще неиспользованных возможностях экскаватора ЭКГ-6,3у. В 1978 году он погрузил в сложных забоях 1,62 млн.м³ вскрышных пород. При этом непроизводительные простои составили свыше 10% от календарного фонда времени. Наибольшие простои (до 70%) вызываются плохим состоянием железнодорожных путей и отсутствием порожних вертушек.

Экскаваторы ЭКГ-6,3у успешно используются (на разрезе «Богатырь» их три) на нарезке новых угольных горизонтов и отработке с верхней погрузкой нижних (вскрывающих) породных уступов высотой 15-17 м.

Ниже приводятся данные за 1977 - 1985 гг. производительности двух из них по годам (в тыс. м³).

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
ЭКГ-6,3у № 19	1380	1620	1548	1963	1435	1342	1652	977	1814
ЭКГ-6,3у № 37	-	-	-	-	-	-	-	1015	1439

В перспективе ожидается применение примерно 8 - 10 машин ЭКГ-6,3у. Целесообразно также использование их в широких масштабах и на многих других разрезах и карьерах стран СНГ.

§ 7. Возможность применения роторных экскаваторов на вскрышных работах

Поточность технологического процесса является решающим фактором в деле дальнейшего повышения производительности труда и снижения стоимости открытых горных работ. Об этом свидетельствует опыт использования роторных экскаваторов с повышенным усилием копания на добыче крепкого экибастузского угля. Успешное освоение роторных экскаваторов на добыче угля выдвигает на повестку дня вопрос о возможности и целесообразности применения техники непрерывного действия на разработке пород вскрыши. С ростом мощностей по добыче угля увеличиваются объемы вскрышных работ. Дальнейшее снижение стоимости экскавации вскрыши имеет важное значение, а вопросы внедрения техники непрерывного действия становятся первостепенными.

Вопрос использования роторных экскаваторов для разработки пород вскрыши на экибастузских разрезах должен рассматриваться как с точки зрения технических возможностей рабочего органа разрабатывать породы с коэффициентом крепости 3-6 и более (по шкале М.М.Протодяконова), так и с точки зрения экономической эффективности.

Отечественная практика не имеет опыта применения роторных экскаваторов для разработки вскрышных пород такой крепости. Зарубежный опыт эксплуатации обычных роторных экскаваторов в условиях крепких углей и пород показал, что основным препятствием эффективному применению роторных экскаваторов является: недостаточная жесткость системы «ротор - стрела - подвеска - поворотная платформа» (возникающие в результате этого колебания рабочего оборудования делают процесс недостаточным, а зачастую - невозможным); малая величина удельного усилия копания.

Необходимая жесткость системы «ротор - стрела - подвеска - поворотная платформа» достигается при небольшой длине роторной стрелы, то есть при малых линейных параметрах машин.

В последние годы за рубежом роторные экскаваторы с малыми линейными параметрами широко применяются на открытых горных работах, на строительстве плотин, каналов и дорог. Роторные экскаваторы малых линейных параметров выпускаются промышленностью ФРГ, США, Англии, Польши, Японии и др. Производительность выпускаемых машин - от 500 до 5400 м³/ч, диаметр ротора - 1,8-9,0

м, длина стрелы ротора - 3,8-21,9 м, рабочая масса машины - от 18 до 607 т.

Опыт эксплуатации роторных экскаваторов с малыми линейными параметрами показал их высокую эффективность, например, себестоимость экскавации 1 м³ грунта при их применении на 10-60% ниже, чем при применении любых других видов землеройного оборудования.

Институтом «УкрНИИпроект» еще в 70-е годы разработаны конструктивные схемы роторных экскаваторов с малыми линейными параметрами и высокими усилиями копания производительностью 630, 1250 и 2500 м³/ч.

Наибольший интерес с точки зрения возможностей применения на вскрышных работах Экибастузского бассейна представляет роторный экскаватор с малыми линейными параметрами производительностью 2500 м³/ч.

Машина имеет удельное усилие копания 2,0-2,5 МПа, что должно обеспечить разработку пород средней крепости почти без предварительного буровзрывного рыхления.

По данным института «УкрНИИпроект» применение на вскрышных работах экибастузских разрезов одного роторного экскаватора производительностью 2500 м³/ч с погрузкой в железнодорожный транспорт равнозначно по производительности использованию двух механических лопат типа ЭКГ-8И.

Институтом «УкрНИИпроект» и объединением «Экибастузуголь» проведены экспериментальные исследования по определению удельных сопротивлений копанию и физико-механических свойств углей и наиболее крепких пород вскрыши. Результаты обработки экспериментов показали, что потребные расчетные усилия копания роторных экскаваторов производительностью 2500 м³/ч составляют для основного объема вскрыши около 2,40 МПа. Эти данные свидетельствуют о принципиальной возможности отработки всей толщи пород и углей роторными экскаваторами практически без применения буровзрывных работ.

В конструкторском бюро «Лауххамерверк» (Германия) разработана конструкция безнапорного роторного экскаватора специально для вскрышных работ экибастузских разрезов. Рабочий орган этого экскаватора предназначен для разработки твердых вскрышных пород, а конвейерная установка - для транспортирования крупных кусков. Максимальная высота разрабатываемого уступа 22 м.

Машина имеет двухгусеничный ходовой механизм со статически определяемой опорой в четырех точках. Опоры гусеничной ленты расположены над каждой несущей осью подвижно и опираются на подвижную опору, расположенную в центре нижнего строения. Посредством этой опоры при неровностях почвы все рабочие колеса являются устойчивыми.

На концах каждой гусеницеопоры размещены приводная звездочка и отклоняющий ролик, регулируемый в случае изменения длины гусеничной цепи. Гусеницеопора поддерживается бегунковыми колесами, расположенными в балансирах на гусеничной ленте. Каждая гусеничная лента приводится в движение двумя двигателями через редукционные редукторы. Управление ходовым механизмом осуществляется из кабины машиниста, установленной на портале.

В нижнем строении смонтирован поворотный механизм погрузочной стрелы, который поворачивает ее вокруг центральной опоры, расположенной в нижнем строении и платформе.

На нижнем строении имеются трехрядное шаро-поворотное соединение и один зубчатый венец, а также закреплен консольный кабельный барабан (емкостью 500 м кабеля).

На шароповоротном соединении нижнего строения смонтировано верхнее строение со своей платформой, на которой закреплены роторная стрела и консоль противовеса, где размещено электрооборудование, компрессор, комната отдыха. Верхнее строение приводится в движение с помощью двух механизмов поворота, смонтированных в консоли противовеса, которые предохранены от перегрузок пластинчатыми фрикционными муфтами. Оно может поворачиваться (относительно нижнего строения) на $+270^\circ$ и -90° при таком же повороте роторной стрелы. В неподвижном положении погрузочной стрелы зона действия верхнего строения составляет $\pm 103^\circ$. Погрузочная стрела поворачивается на 103° относительно верхнего строения. Подъем роторной стрелы осуществляется гидравлически.

Роторное колесо (бескамерное) имеет наружный диаметр 12 м с 20 ковшами, укрепленными на кольцевой опоре. Привод ротора осуществляется от двух двигателей через редуктор, позволяющий рабочему органу совершать 104 ссыпки в минуту. От перегрузок привод защищен порошковой магнитной и гидравлической муфтами. Приводной барабан конвейерной ленты, являясь одновременно и натяжным, регулируется ручным гидропрессом и механически фиксируется.

Роторная стрела с разгрузочным концом смонтирована шарнирно на конструкции в двух точках недалеко от центра экскаватора, в одной из них он подпирается гидравлическим цилиндром и может регулироваться на любую высоту (согласно технологии разработки).

Погрузочная стрела с вылетом 30 м смонтирована в центре экскаватора на вращающейся колонне и может регулироваться гидравлически. Поворот стрелы осуществляется с помощью установленного в нижнем строении привода поворота. На стреле, выполненной в виде сплошной балки, размещен ленточный конвейер, который в центре поворота принимает с роторной стрелы разрабатываемую горную массу и разгружает ее через концевой барабан. Привод конвейера, установленный в месте загрузки, аналогичен приводу приемного конвейера роторной стрелы.

Подвод электроэнергии осуществляется через гибкий кабель морозостойкого исполнения (6 кВ), наматываемый на консольный барабан. Все главные приводы экскаватора управляются с места обслуживания.

Во избежание «шапок» в транспортной установке между лотками и роторным колесом предусмотрена электрическая блокировка, которая позволяет с принудительным движением включение в следующей последовательности: погрузочный конвейер, роторный конвейер, роторное колесо. Смонтированное в кабине машиниста световое табло информирует его о соответствующих показаниях рабочего состояния всей машины. Электрически обогреваются все редукторы главных приводов, гидравлика, лотки, помещения распредустройств и обслуживающего персонала. Посредством автоматической регулировки скорости поворота до угла в 60° компенсируются потери серповидного реза.

Экскаватор может быть применен для разработки вскрыши уступами высотой 22 м с верхним черпанием. Транспортировка вскрышных пород в отвал осуществляется железнодорожными составами, сформированными из большегрузных думпкаров.

Машина приспособлена к работе в суровых климатических условиях: при температуре $\pm 40^\circ$ и скорости ветра до 20 м/с.

Ниже приводятся краткие технические данные этой машины:

Теоретическая производительность:

в рыхлой массе - 2250 м³/ч

(высота слоя не менее 3 м); в твердом теле - 1500 м³/ч.

Коэффициент разрыхления -	1,5
Допустимый уклон при работе и передвижении - продольный и поперечный -	3%
Удельное усилие копания -	1300 Н/см (реж. кромка) или 4200 Н/см (реж. длина зубьев шириной 70 мм)
Максимальная высота уступа -	22 м
Длина роторной стрелы -	22 м
Скорость поворота верхнего строения -	6,28 м/мин.
Рабочая масса экскаватора -	1400 т
Удельное давление на грунт -	1,4 МПа
Скорость перемещения экскаватора -	6 м/мин.
Длина, ширина, высота машины, соответственно:	60, 22 и 19 м
Диаметр роторного колеса, м -	12
Емкость ковша роторного колеса -	600 литр
Объем подковшового пространства -	500 литр
Число ковшей, шт. -	20
Скорость вращения ротора -	3,27 м/с
Нормальное окружное усилие -	347 кН
Мощность привода ротора	2х630 кВт
Ширина ленты конвейера -	1,8 м
Скорость ленты -	4,2 м/с

В 1985 году на верхнем вскрышном уступе разреза «Восточный», сложенном в основном слабыми песчанистыми породами, начаты испытания роторного экскаватора СРС(к)-2000М по их разработке. Уже первые итоги этих испытаний дали обнадеживающие результаты.

Таким образом, на наш взгляд, технически возможно и экономически целесообразно применение роторных экскаваторов на вскрышных работах экибастузских разрезов. Внедрение их позволит перейти на поточно-циклическую технологию, упростит общую организацию вскрышных работ за счет сокращения парка машин и значительного сокращения буровзрывных работ, резко уменьшит выход из строя думпкаров. Появится возможность применения на отвалах ленточ-

ных отвалообразователей с роторным рабочим органом, что заметно снизит стоимость отвалообразования и повысит производительность труда.

Поэтому крайне необходимо ускорить разработку проектно-конструкторской документации и изготовление опытных образцов роторных экскаваторов с малыми линейными параметрами и высокими усилиями копания для разработки вскрышных пород средней крепости.

§ 8. Пути повышения концентрации вскрышных работ и интенсификации использования оборудования

Интенсивное развитие горных работ на разрезах сопровождается и некоторыми отрицательными тенденциями, влияние которых на эффективность работы предприятий в дальнейшем будет все больше возрастать. Это наглядно видно на примере вскрышных работ разреза «Северный».

Доля вскрышных работ в общем объеме горной массы разрезов составляет 70-75%, а в эксплуатационных затратах 59-60%. В связи с этим вопросы совершенствования технологических процессов на вскрышных работах, направленных на значительное улучшение технико-экономических показателей, являются весьма важными.

Анализ производственной деятельности разреза «Северный» по выполнению вскрышных работ за 1970-1985 гг. позволил выявить основные качественные и количественные тенденции изменения технологических показателей вскрышных работ и параметров системы разработки (табл.36).

Таблица 36

Динамика изменения технологических показателей и параметров системы разработки по годам.

Показатели	г о д ы						
	1970	1975	1976	1977	1978	1980	1985
1	2	3	4	5	6	7	8
Годовой объем внешней вскрыши, млн.м ³	41,9	41,6	41,0	33,8	32,6	30,8	61,16
Средняя глубина разработки, м	85	100	106	115	120	125	130

1	2	3	4	5	6	7	8
Высота вскрышного уступа, м	10,1	10,3	10,3	10,5	10	11,6	12,5
Средняя ширина рабочей площади, м	61	65	60	72	75	70	71
Угол наклона рабочего борта, град.	9	12	10	9	9,5	9,0	8,5
Протяженность передвижных железнодорожных путей, км	105	127	127	120	140	170	394
Средняя вместимость ковша экскаватора, м ³	6,8	7,2	7,5	7,5	7,8	7,5	8,3
Производительность списочного экскаватора, млн.м ³ /год	1,6	1,2	1,3	1,1	1,1	1,25	1,55

Анализом установлено, что увеличение мощности и улучшение структуры парка горных машин на вскрышных разрезах сопровождается постоянным снижением среднегодовой производительности списочного экскаватора, которое объясняется значительными затратами времени на обмен локомотивосоставов из-за несоответствия схем путевого развития на уступе конкретным условиям; протяженность передвижных железнодорожных путей на разрезах очень значительна, что сопровождается большим объемом трудоемких путепереукладочных работ; тенденция уменьшения угла наклона рабочего борта из-за небольшой высоты вскрышных уступов и значительной ширины рабочих площадок привела к неоправданному и преждевременному выполнению значительных объемов вскрышных работ.

Все это в значительной степени снижает экономичность открытых работ и требует изыскания и обоснования новых технических и технологических решений, обеспечивающих повышение концентрации производства и уменьшение объема путепереукладочных работ, сокращение текущих объемов вскрыши и отнесение их отработки на более поздний срок, что позволит получить определенный экономический эффект в свете современных методов оценки эффективности горных работ с учетом фактора времени.

Известно, что одним из направлений улучшения технико-экономических показателей работы разрезов может служить увеличение

высоты вскрышных уступов. Бесспорным преимуществом такого мероприятия является сокращение общей протяженности фронта горных работ и передвижных железнодорожных путей, уменьшение объема их переукладки, экономическая целесообразность строительства обменных пунктов на транспортном горизонте, а также создание возможности регулирования режима горных работ за счет перераспределения части объемов внешней вскрыши в пространстве и времени. Однако, как показали расчеты, непосредственное увеличение высоты уступа при существующей технологии лимитируется параметрами буровзрывных работ, рабочими размерами выемочно-погрузочного оборудования и не дает существенного экономического эффекта.

В связи с этим эффективность применения таких уступов связана, в первую очередь, с конструктивным изменением технологии их отработки.

Одним из перспективных направлений коренного изменения существующей технологии разработки вскрышных уступов является применение принципиально новых схем с организацией одного транспортного горизонта, обслуживающего несколько подступов. Сущность такой технологии заключается в следующем. Уступ по высоте разделяется на несколько подступов в соответствии с линейными параметрами экскаваторов. По мере отработки нижнего подступа породы верхних подступов в строго определенной последовательности переэкскавируются в выработанное пространство, откуда перегружаются в средства железнодорожного транспорта. Применение таких схем позволяет увеличить общую высоту уступа до 30-35 м.

Изменение условий разработки уступов требует дополнительного расчета элементов системы разработки: параметров забоя, геометрии временного навала, объемов пород в экскаваторных заходках и т.д. Исследовано влияние различных технологических факторов (научные проработки сотрудников Московского горного института, института «Карагандагипрошахт» и объединения «Экибастузуголь»), ограничивающих высоту породной толщи, отрабатываемой на один транспортный горизонт. В результате получены аналитические зависимости учета этих факторов при определении максимального значения высоты уступа.

Расчеты показали, например, что по условию приемной способности выработанного пространства нижнего подступа при плос-

кой форме навала и ширине заходки 15 м, углах откоса уступа 70° и навала породы 40° , коэффициенте разрыхления пород в навале 1,3, применение различных моделей экскаваторов на отработке этого подступа позволит обеспечить следующие максимальные высоты: для экскаватора ЭКГ-20 - 48 м, ЭКГ-12,5 - 35 м, ЭКГ-8И - 28 м.

Рациональная длина фронта вскрышных работ при отработке уступов подступами с подвалкой определялась из условия минимизации удельных приведенных затрат на выемку и погрузку, текущее содержание, ремонт и переукладку передвижных железнодорожных путей. Время отработки заходки на уступе в целом принималось как сумма продолжительности отработки заходов на верхнем и нижнем подступах и навала, продолжительности проведения ППР и перегонов экскаваторов, переукладки железнодорожных путей. Для максимального совмещения отдельных видов работ во времени в каждом конкретном случае строились рациональные графики организации работ на уступе, которые позволили не только увязать работу выемочно-погрузочного оборудования на верхнем и нижнем подступах, но и определить соотношение количества экскаваторов, работающих на верхнем подступе, и числа обслуживаемых ими транспортных горизонтов.

Для проверки результатов теоретических исследований был проведен промышленный эксперимент по отработке уступа подступами с подвалкой (гор. +150 м) на восточном борту вскрышного разреза «Северный» (рис. 55). Породы подступов сложены аргиллитами и алевролитами с примесью углистых пород. Коэффициент крепости пород достигал 3-4.

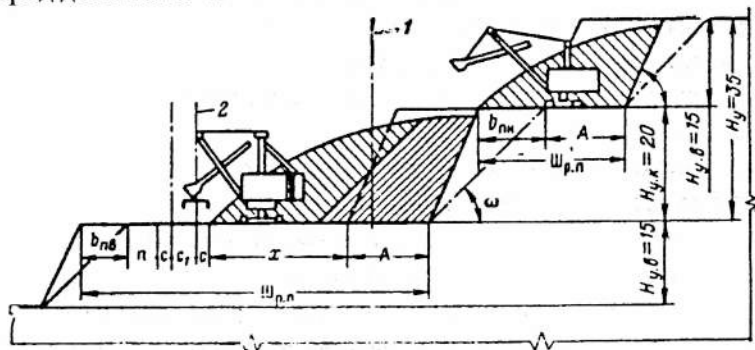


Рис.55. Схема отработки двумя подступами: 1 - ось экскаватора; 2 - ось железнодорожного пути.

В ходе эксперимента решались следующие задачи: отработка параметров элементов технологической схемы; выявление влияния параметров буровзрывных работ на эффективность отработки уступа; исследование совместного влияния взрывной и экскаваторной подвалок на производительность выемочно-погрузочного оборудования.

Уступ отрабатывался в следующей последовательности. На первом этапе производились буровзрывные работы на нижнем подступе с последующей погрузкой взорванной породы в средства транспорта. На втором этапе буровзрывные работы велись на верхнем подступе, и осуществлялась экскаваторная перевалка оставшейся после взрыва породы в выработанное пространство нижнего подступа. На третьем этапе порода из навала погружалась в думпкары, и железнодорожные пути переукладывались.

Математическая обработка и анализ результатов хронометражных наблюдений и замеров позволили сделать следующие выводы: экспериментальные исследования технологической схемы отработки вскрышных уступов подтвердили ее работоспособность и экономическую целесообразность применения на вскрышных уступах экибастузских разрезов; при определенных условиях взрывания с увеличенным расходом ВВ количество породы, сбрасываемой взрывом в выработанное пространство нижнего подступа, может достигать 50-60%; производительность экскаватора, работающего на отработке навала, на 12-15% выше, чем в обычных условиях. Для условий разрезов Экибастузского бассейна (при использовании на нижнем подступе экскаваторов ЭКГ-12,5) рекомендуются следующие основные рациональные параметры схемы: общая высота уступа 35 м, высота нижнего подступа 20 м, верхнего - 15 м; ширина заходки по целику на верхнем и нижнем подступах 15 м; при взрывании верхнего подступа следует применять наклонные скважины под углом 30° при удельном расходе ВВ $= 0,3 \text{ кг/м}^3$.

Эффективность применения этой схемы характеризуется снижением общих затрат на удаление вскрыши за счет перераспределения текущих объемов и возрастанием затрат на 1 м^3 вскрыши из-за наличия подвалки пород верхнего подступа.

Реализация новой технологической схемы с рекомендуемыми параметрами в процессе реконструкции разреза «Северный» по сравнению с типовой схемой отработки вскрыши ($H=20\text{м}$) позволит: уменьшить годовые объемы внешней вскрыши в первоначальный период

(на 20-25 лет) на 14,4 млн.м³; сократить число транспортных горизонтов в 1,4-1,5 раза, протяженность передвижных железнодорожных путей на 25%, объем путепереукладочных работ на 40-45%, повысить производительность выемочно-погрузочного оборудования на 10%. По данным института «Карагандагипрошахт», от внедрения технологии разработки вскрышных уступов увеличенной высоты подступами с подвалкой с учетом отработки «сэкономленной» вскрыши возможна и огромная экономическая эффективность.

Одним из возможных способов повышения экономичности использования горного оборудования и концентрации горных работ является поочередная отработка карьерного поля блоками по простиранью (рис.56), сущность которой заключается в следующем.

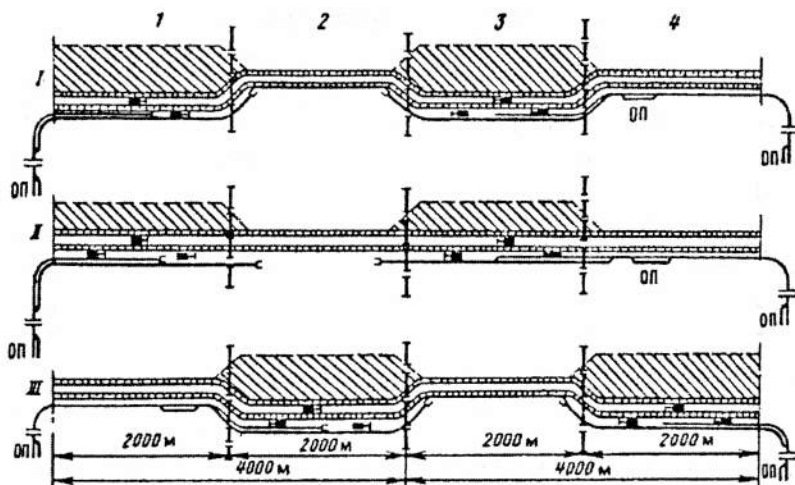


Рис.56. Схема блочной отработки вскрышных уступов: I-III - этапы отработки; 1-4 - блоки; ОП - обменные пункты.

Карьерное поле по простиранью разделяется на 4 разных по длине блока. Количество блоков и их длина устанавливаются из горно-геологического анализа, схемы вскрытия, производительности разреза и расстановки оборудования по горизонтам. Горные работы производятся в двух блоках. Вначале работы ведутся в 1 и 3 блоках. Транспортное обслуживание вскрышных горизонтов в 1 блоке осуществляется через породную станцию Северная, а в 3 - через породную станцию Южная. После определенного периода, который устанавли-

ливается исходя из требуемого темпа углубки, горные работы в 1 и 3 блоках приостанавливаются, и начинается отработка 2 и 4 блоков. По углям горные работы могут вестись как при сплошном фронте, так и при блочном.

Такая организация горных работ на разрезах обеспечивает интенсификация выемочно-погрузочных и транспортных работ. Интенсификация обеспечивается за счет уменьшения в два раза протяженности фронта работ на экскаваторе и сокращения продолжительности обмена поездов в забое. Сокращения продолжительности обмена поездов в забое при отработке 2 и 3 блоков достигается за счет строительства на каждом горизонте дополнительного обменного пункта, который находится за пределами фронта работ экскаватора. При отработке этих блоков железнодорожные пути в 1 и 4 блоках более качественно балластируются, что способствует интенсификации использования подвижного состава за счет повышения скорости движения по уступным путям, которые в этих условиях являются стационарными. Концентрация горных работ позволяет также сократить в два раза протяженность передвижных путей, что способствует снижению объема путевых работ на разрезах.

При отработке добычных уступов по всему фронту на вскрышных уступах между блоками должно создаваться опережение. Величина опережения зависит от скорости подвигания фронта добычных работ и продолжительности отработки блока:

$$B = V_{cp} \cdot t_6, \text{ м,}$$

где V_{cp} - скорость подвигания добычного фронта, м/год;
 t_6 - продолжительность отработки блока, лет.

Скорость подвигания добычного фронта можно установить на основе горно-геометрического анализа карьерного поля, а продолжительность отработки блока определить из выражения

$$t_6 = \frac{Z_r}{P_p},$$

где Z_r - запасы полезного ископаемого на горизонте, млн.т;
 P_p - производительность разреза по углям, млн.т.

Поэтому при отработке добычных уступов блоками по простирацию на каждом этапе разработки в первую очередь должен быть установлен необходимый темп углубки, исходя из погоризонтальных

запасов блока и производственной мощности разреза. Темп углубки для условий северной группы разрезов Экибастузского бассейна устанавливается на основе горно-геометрического анализа карьерного поля.

В расчетах принимались следующие ограничения: запасы угля в блоке в два раза меньше, чем на горизонте; темп углубки в блоке не должен превышать 15 м/год; производственная мощность угольных участков на разрезе «Северный» в период реконструкции ежегодно увеличивается на 1250 тыс.т.

Установленная производственная мощность на каждый добычный участок 17,5 млн.т при блочной отработке угольных уступов может быть обеспечена на разрезе «Северный» на горизонте +70м участка № 2 и на горизонте +50 м участка № 1. Темп углубки при отработке вскрышных и добычных уступов блоками составляет 8,6-11 м/год. Продолжительность переходного периода с учетом наращивания производственной мощности составляет 5 лет.

Полученные данные позволили вычислить продолжительность отработки блока на вскрышных и добычных работах, а также опережение между блоками (В). Продолжительность отработки блока на добычном участке №2 составляет 1,82 - 2,2 года и участке № 1 - 1,90 - 2,3 года. Опережение между блоками на участках практически постоянно и равно 71-75 м.

Расчетный темп углубки и продолжительность отработки блока показывает, что погоризонтные запасы в блоке позволяют отрабатывать добычные и вскрышные уступы блоками по простиранию.

Таким образом, при отработке вскрышных уступов блоками, по сравнению с существующим положением горных работ, достигается лучшее использование экскаваторов и локомотивосоставов и более высокие технико-экономические показатели: производительность экскаваторов увеличивается на 17-25%, а условные приведенные затраты на экскавацию снижаются на 25-30%; сокращается в два раза протяженность передвижных железнодорожных путей; возрастает производительность локомотивосоставов на 5-10%; снижаются удельные приведенные затраты на транспортирование пород вскрыши на 5-10%.

В проекте реконструкции разреза «Северный» заложена отработка угольных пластов северо-западной части бассейна в направлении от лежачего бока к висячему (с глубины 200 м).

Изменение порядка отработки угольных пластов даст возможность сократить общую высоту рабочей зоны вскрышного борта и тем самым также значительно снизить годовые объемы вскрыши.

На экибастузских разрезах начат постепенный переход на валовую выемку пластов, что в совокупности с обратным порядком их отработки позволит снизить годовой объем вскрыши на 30-35%.

Таким образом, совместная реализация выработанных мероприятий по концентрации вскрышных работ и интенсификации использования оборудования позволит снизить объем вскрыши на 40-50%, уменьшить протяженность фронта вскрышных уступов в 2,5-3,5 раза, увеличить производительность экскаваторов на 15-20%.

При использовании железнодорожного транспорта на перевозке вскрыши одним из направлений интенсификации вскрышных работ является строительство новых выездных траншей на нерабочих бортах разрезов. Строительство таких траншей снизит пробег породных составов по передвижным путям. Такие траншеи должны иметь срок службы 10-15 лет.

Целесообразно создание концентрационных горизонтов на нерабочих бортах разрезов. Исследования Московского горного института показали, что с одного концентрационного горизонта рационально вскрывать два-три уступа рабочего борта.

Исследованиями, проведенными институтами «Центрогипрошахт», «УкрНИИпроект», «Карагандагипрошахт», доказана необходимость перехода с глубины 250-300 м на транспортировку вскрыши комбинированным транспортом. При этом могут быть предложены различные технологические схемы разработки: полная конвейеризация с использованием роторных экскаваторов на разработке вскрыши или мощных одноковшовых экскаваторов с передвижными дробильными агрегатами; железнодорожный или автомобильный транспорт на горизонтальных участках и конвейерные подъемники, располагаемые в наклонных стволах или открытых галереях.

Не исключена возможность организации внутренних отвалов в выработанном пространстве на участках с пологим залеганием пластов.

Одновременно с реализацией вышеуказанных технических решений должны быть проведены комплексные научные работы по исследованию технологии разработки вскрыши, включающие вопросы перехода на новые виды транспорта, новые типы горного оборудования, новые схемы вскрытия глубоких горизонтов, буровзрывные работы.

Глава VIII. Буровзрывные работы

Одним из основных производственных процессов на экибастузских разрезах являются буровзрывные работы, которые оказывают существенное влияние на производительность выемочно-погрузочного оборудования. Удельный вес буровзрывных работ в общих эксплуатационных затратах достигает на вскрыше до 20%, а на добыче угля до 15%. Следовательно, совершенствование организации работ буровзрывного комплекса и повышение производительности применяемого здесь оборудования является важным средством снижения издержек производства.

Буровзрывные работы в Экибастузском бассейне ведутся как на добыче каменного угля, так и на разработке вскрышных пород. Ведение их в местных условиях имеет свои особенности: суровые климатические условия (зимой промерзают верхние уступы), необходимость дробления угля до стандартных размеров (300х300мм) при использовании одноковшовых экскаваторов, своеобразная структура и свойства угольных пластов и пород надугольной толщи (трещиноватость, меняющаяся крепость, опасность оползаний и др.), селективная выемка угля, ограничение ширины развала горной массы и т.д.

Исходя из этих и других особенностей в процессе эксплуатации экибастузских разрезов выявлялись наиболее оптимальные параметры буровзрывных работ, совершенствовалась их организация.

§ I. Буровзрывные работы на вскрышных уступах

Основная масса вскрышных пород Экибастузского бассейна представлена песчаниками и алевролитами с глинистым и карбонатно-глинистым цементом, аргиллитами, а также углистыми аргиллитами и алевролитами. Среди этих пород встречаются конкреционные образования, сложенные песчаниками и алевролитами с карбонатным цементом. По морфологическому признаку выявлено два их типа: линзовидные, мощность которых не превышает 1,1 м, а протяженность - 7 м, и пластообразные мощностью 0,35 м и протяженностью до 11 м.

Предел прочности песчаников и алевролитов с глинистым цементом при сжатии не превышает 40,0 МПа, с карбонатно-глинистым цементом - составляет 60,0 МПа, с карбонатным цементом достигает 130,0 МПа.

По мере погружения горных работ показатели плотностных и прочностных свойств вскрышных пород постепенно возрастают.

Зона пород, включающая три верхних вскрышных уступа, значительно ослаблена процессами выветривания.

Проведенные исследования пород показали, что наименьшая интенсивность трещиноватости характерна для карбонатно-глинистых песчаников, а наибольшая - для углистых алевролитов. В зоне выветрелых пород трех верхних уступов модуль трещиноватости в 1,5-2 раза меньше, чем в нижезалегающих породах вскрышной толщи. Песчаники и алевролиты с карбонатным цементом (конкреции) характеризуются более интенсивной трещиноватостью, чем вмещающие их породы, представленные песчаниками и алевролитами с глинистым и карбонатно-глинистым цементом. Поэтому, несмотря на значительную прочность, они сравнительно легко разрушаются в массиве при взрывных работах.

Слои песчаников с карбонатно-глинистым цементом являются трудновзрываемыми: предел прочности достигает 60 МПа, а поперечный размер блока - 1,8 м. Эти породы лимитируют качество подготовки горной массы к экскавации.

Поэтому технология и параметры буровзрывного дробления должны рассчитываться с учетом местоположения, мощности и физико-механической характеристики слоев карбонатных песчаников в горной массе вскрышных уступов, подвергающихся разработке.

Бурение взрывных скважин на вскрышных уступах экибастузских разрезов осуществляется станками шнекового бурения СББ-2М с долотами, имеющими сменные породоразрушающие элементы, и станками шарошечного бурения 2СБШ-200 и 2СБШ-200Н и др. с режущими долотами. Диаметр скважин в первом случае 160 мм, во втором - 216 и 243 мм. Скважины бурятся с перебором, величина которого достигает 0,15 высоты уступа.

Расстояние между скважинами в ряду для уступа высотой 10 м выдерживается 5-6 м, расстояние между рядами скважин 4-5 м. Количество рядов скважин - от 3 до 5. Многорядное бурение способствует более равномерному дроблению массива, позволяет снизить развал породы при взрыве, повысить производительность буровых станков. Ниже приведены данные за 1965 - 1985 гг. о производительности буровых станков на вскрышных работах (табл. 37).

Таблица 37

Годы	Объем бурения, тыс.п.м	Количество буровых станков, шт.		Годовая производительность станка, тыс.м	
		по списку	в работе	списочного	работающего
1965	1143,8	37	28	30,9	40,8
1970	1609,7	45	24	35,7	67,0
1975	2027,5	59	34,5	34,4	58,7
1980	2346,8	69	29,6	34,0	79,2
1985	2894,8	79	33	36,6	87,7

Угол наклона скважин способствует улучшению равномерности дробления пород, а также регулированию шириной развала. Наука и практика показывают, что использование наклонных скважин улучшает качество дробления пород в среднем на 15%, что очень важно при взрывании крупноблочных песчаников. Направление бурения и величина угла наклона скважин выбираются в зависимости от требований к ширине развала взорванной горной массы.

В настоящее время на вскрышных разрезах бурятся как вертикальные, так и наклонные скважины с заметной тенденцией перехода на наклонные. Но наличие станков в основном только для вертикального бурения, а также определенные трудности бурения наклонных скважин сдерживают переход на бурение только последних.

В настоящее время на вскрышных работах разрезов «Северный» и «Богатырь» ТОО «БАК» задолжено около 30 буровых станков, в т.ч. 2 СБСШ - 200, 2 СБШ-200Н, 3 СБШ-200-60, 4СБШ-200 - 40 и 5СБШ-200 в количестве 24 единицы.

Оптимальный удельный расход ВВ для взрывания от мелко до крупноблочных пород, характерных для экибастузских разрезов, при использовании экскаваторов ЭКГ-8И и ЭКГ-12,5, составляет от 0,20 до 0,75 кг/м³. Но так как уступ сложен, как правило, из различных по взрываемости пород, то средний удельный расход ВВ при проведении массовых взрывов выбирается исходя из удельного содержания различных пород.

Для обеспечения более эффективного дробления горной массы, снижения сейсмического эффекта и регулирования величиной разва-

ла при многорядном взрывании применяются различные схемы короткозамедленного взрывания.

Если необходимо понизить высоту навала взорванной горной массы по сравнению с высотой уступа, то наиболее целесообразно применять «порядную» схему взрывания.

Если же высота уступа не превышает максимальной высоты черпания экскаватора, то целесообразно взрывать по схеме «косые ряды» («диагональная») или «треугольный вруб». При узких рабочих площадках, когда нежелателен развал взорванной горной массы, наиболее целесообразно взрывать по «диагональной» схеме с направлением развала в сторону груди забоя экскаватора.

Во всех случаях для снижения расхода детонирующего шнура при многорядном взрывании монтаж взрывной сети выполняется с использованием однопроводной схемы.

С целью равномерного распределения ВВ по скважине целесообразно заряд рассредоточивать на две-три части воздушными промежутками. Длина каждого воздушного промежутка определяется в зависимости от категории пород и диаметра скважин.

Наиболее целесообразным интервалом замедления для пород экибастузских разрезов (что подтверждено практикой) является 35-70 мс (миллисекунд), причем меньшее значение интервала следует применять для трудновзрываемых, а большее - легковзрываемых пород.

На вскрышных работах Экибастузского бассейна широкое применение нашел разработанный на месте способ взрывания без развала массива. Его внедрение обусловлено сужением ширины рабочих площадок вскрышных уступов, а также применением более мощных экскаваторов ЭКГ-8И, ЭК-6,3ус, ЭКГ-12,5, ЭКГ-10ус. Взрыванию массива на «встряхивание» способствует и система трещиноватости пород.

В последние годы метод взрывания пород вскрыши без развала массива значительно усовершенствован. Были внедрены заряды с воздушными промежутками, короткозамедленное взрывание, взрывание на «буфер», многорядное бурение скважин.

Величина и конструкция заряда ВВ в скважине оказывают существенное влияние на ширину развала взорванной массы. Наиболее эффективным при взрывании без развала массива оказался со-

средоточенный заряд с оставлением над ним воздушного промежутка высотой, равной или превышающей длину столба заряда. При равной эффективности (удельный расход ВВ, качество дробления, ширина развала) с применением зарядов, рассредоточенных воздушными промежутками, он позволил снизить в 1,5-2 раза трудоемкость заряжения.

Взрывание скважин осуществляется детонирующим шнуром, для инициирования которого используется огневой способ.

С 1963 года на экибастузских разрезах широко применяется короткозамедленное взрывание с использованием в качестве замедлителей пиротехнических реле типа КЗДШ.

С применением способа взрывания пород без развала массива увеличился выход взорванной массы с одного метра скважины в 1,4 раза, удельный расход ВВ снизился примерно на 30%.

Одним из недостатков способа взрывания горных пород без развала массива является некоторое увеличение выхода негабаритных кусков.

В 70 - 80-е годы на всех разрезах расходовалось до 25 тыс.т ВВ в год, но уже в 1990 году потребовалось свыше 35 тыс.т ВВ. Поэтому снижение затрат на взрывную подготовку горной массы является важной задачей.

В себестоимости взрывных работ на промышленные ВВ (в основном, граммонит 79/21) приходится до 90% затрат.

Вместо него можно и следует использовать простейшее и дешевое ВВ-игданит. Это название произошло от сокращенного наименования института горного дела - ИГД, где оно было впервые создано под руководством академика Н.В. Мельникова.

Игданит, состоящий из смеси аммиачной селитры (94%) и горючей добавки, например, дизтоплива (4%), является пока самым чувствительным промышленным взрывчатым веществом. Вследствие пониженной чувствительности и крупнодисперсности структуры его критический диаметр в открытом заряде равен 160 мм. В породном же окружении в зависимости от свойств горного массива игданит успешно детонирует и при меньших диаметрах зарядов.

В качестве промежуточного детонатора применяется патронированный аммонит ПН-А6ЖВ диаметром 90 мм, при этом расход его составляет 5-7% от массы скважинного заряда диаметром 220 мм и 10-15% - от заряда диаметром 160 мм.

В ассортименте ВВ пока еще преобладают дорогостоящие взрывчатые вещества. В 1985 году расход граммонита 79/21 составил 11,1 тыс.т (51,6%), граммонита 50/50 и 30/70, гранулошлака и патронированного аммонита 6ЖВ - 6,8 тыс. тонн, или 31,6% от общего расхода ВВ. В то же время расход аммиачной селитры достиг всего 3,6 тыс.т, или 16,7%.

Породы в Экибастузе достаточно осушены и мало обводнены, легковзрываемы, поэтому по мнению НИИОГРа с применением игданита можно взрывать до 50% всех пород. Кроме того, игданит может быть использован также при взрывании и обводненных забоев (за счет гидроизолированного заряжения).

До 1980г. взрывные работы на разрезах ПО «Экибастууголь» производились вручную, при этом использовались только заводские ВВ.

В 1981 году по проекту НИИОГРа построен и пущен в эксплуатацию механизированный пункт по переработке и загрузке в зарядные машины аммиачной селитры - основного компонента игданита. К этому времени на разрезы поступили первые зарядные машины, предназначенные наряду с заводскими ВВ изготавливать и заряжать в скважины игданит.

С пуском комплекса потребление игданита начало расти. Так, если в 1981г. расход игданита составил 1375 т, в 1982г. - 2782т, то в 1985г. - 3,6 тыс.т, т.е. около 17% от общего годового расхода ВВ. Игданит применяется в основном в сухих скважинах вместо дорогостоящего граммонита 79/21.

Затраты на взрывание сухих скважин, отнесенные к одной тонне граммонита 79/21, составляли по данным НИИОГРа 230,5 руб., а игданита - 98,4 руб., при взрывании частично обводненных скважин приведенные к одной тонне водоустойчивых ВВ затраты составляли 397,5 руб., а игданита с водоустойчивыми ВВ - 182,8 руб.

Экономический эффект от использования 1 тонны игданита только в сухих скважинах превышал 100 руб.

В ближайшей перспективе с применением зарядных машин МЗ-4А грузоподъемностью 25т потребление игданита возрастет до 50-80% от общего расхода ВВ.

Механизированный пункт, который эксплуатируется в настоящее время, и рассчитан на переработку именно такого объема игданита.

В связи с углублением горных работ значительно возрастает обводненность пород, которая затрудняет производство взрывных ра-

бот. Применяемые в этих случаях водоустойчивые ВВ в 2-3 раза дороже неводоустойчивых, что значительно (в 1,5-2,0 раза) повышает затраты на взрывные работы. Одним из основных направлений снижения затрат на взрывные работы в обводненных породах является применение дешевых аммиачно-селитряных неводоустойчивых ВВ.

Для этого необходимо снижать обводненность массива, предварительно осушать скважины, гидроизолировать стенки скважин или сам заряд ВВ.

Наиболее перспективным направлением по стоимости затрат, трудоемкости и надежности является гидроизоляция заряжаемого ВВ с использованием полиэтиленовых рукавов. Замена водоустойчивых ВВ типа граммонитов 50/50, 30/70 и гранулола неводоустойчивым граммонитом 79/21 в гидроизоляционных оболочках обеспечивает значительную экономию на каждой израсходованной тонне ВВ.

При несоответствии между выбранными параметрами БВР и горно-геологическими и физико-механическими свойствами взрываемых пород (крепость, трещиноватость, угол падения, обводненность) или нарушении установленных оптимальных режимов взрывания имеет место повышенный выход негабарита.

Наиболее распространен способ его дробления шпуровой и накладными зарядами. В Экибастузе используется с успехом также взрывание кумулятивными зарядами.

На вскрышных работах за один массовый взрыв взрывается 20-40 тыс.м³ горной массы при расходе 5-10 т ВВ, что обеспечивает нормальную работу экскаватора в течение 2-5 суток.

При производстве одного массового взрыва теряется не менее часа работы экскаватора, а за месяц 7-8 часов. В целом всеми разрезами по этой причине теряется до 60 тыс.м³ вскрыши ежемесячно.

Поэтому целесообразен постепенный переход на взрывание более крупных блоков с объемом 80-100 т.м³ (при расходе ВВ на один взрыв до 25 т), для создания декадного запаса взорванной горной массы.

Как показали исследования по сейсмике Магнитогорского ГМИ, одновременное взрывание такого количества ВВ возможно на всех участках при использовании короткозамедленного взрывания с различными интервалами и схемами замедлений.

В табл. 38 приведены данные расхода ВВ в ПО «Экибастузуголь» за 1980 - 1985 годы (тыс. т/%).

Таблица 38

Годы	Граммомит 79/21	Граммомит 30/70	Граммомит 50/50	Гранулолот	Аммиачная селитра	Гранулит АС-8	Аммонит 6-ЖВ	Всего
1980	12,1/74,2	1,9/11,7	0,8/4,9	0,2/1,2	0,4/2,5	-	0,8/4,9	16,3/100
1981	11,9/68,0	2,2/12,6	1,0/5,7	0,2/1/1	1,4/8,0	-	0,6/3,4	17,5/100
1982	12,6/62,4	2,0/9,9	1,4/5,9	0,2/0,9	2,8/13,9	-	1,0/4,9	20,2/100
1983	12,4/55,7	2,2/10	1,2/5,3	0,081/0,4	5,6/25,1	0,07/0,3	-	22,3/100
1984	11,4/55,3	1,4/6,8	2,0/9,7	-	3,3/16,0	1,5/7,3	0,9/4,3	20,6/100
1985	11,1/51,6	1,7/7,9	2,7/12,5	-	3,6/16,7	1,2/5,6	1,2/5,6	21,5/100

§ 2. Взрывная подготовка угольного массива

В условиях погрузки экибастузского угля одноковшовыми экскаваторами с предварительным взрывным рыхлением угольных пластов получение равномерного по крупности угля представляет большую сложность. Она обусловлена прежде всего геологическим строением пластов с частым чередованием угольных пачек и породных прослоек различной мощности. Повышение степени дробления угля ведет к интенсивному разубоживанию и повышению его зольности. В то же время дробление угля с минимальным перемешиванием угольных пачек с прослойками породы дает значительный выход негабаритных кусков.

Дробление угля усложняется также его трещиноватостью, обуславливающей естественные отдельности. Анализ гранулометрического состава взорванной горной массы показывает, что разрушение массива происходит в первую очередь по направлению естественных трещин. Средние размеры естественных отдельностей достигают 0,8х0,4 м (пласт I) и 0,9х0,45 м (пласт 2).

Бурение скважин осуществляется шнековым бурением станками СБР-160 и СББ-2М с принудительной подачей. Диаметр скважин 160-150 мм.

В процессе внедрения короткозамедленного взрывания с использованием пиротехнических реле КЗДШ выявились три оптимальные схемы монтажа взрывной сети - «порядная», «треугольник» и «диагональная».

«Порядная» схема коммутации взрывной сети наиболее эффективна на уступах небольшой высоты (4-5 м) и при нарезке новых угольных горизонтов высотой 6-8 м.

Схемы коммутации взрывных сетей «треугольник» и «диагональная» наиболее эффективно применяются при рыхлении более высоких уступов (10-15 м) при фронтальной погрузке.

Заряд в скважине распределяется следующим образом: 0,6-0,7 величины заряда располагается в нижней части скважины, остальная часть один-три раза рассредоточивается с помощью воздушных промежутков, которые образуются путем введения специальных пластмассовых конусных «тарелок» или просто бумажных мешков. Величина воздушных промежутков колеблется от 0,5 до 2,5 м в зависимости от величины заряда. Применение зарядов с воздушными про-

межутками значительно снижает выход негабарита по сравнению со сплошными зарядами или зарядами, рассредоточенными сплошной забойкой, и удельный расход ВВ.

За последние годы в результате широкомасштабного применения роторных экскаваторов на разработке экибастузского угля доля добычи его одноковшовыми экскаваторами снизилась до 6,5%, следовательно, и объем буровзрывных работ для добычных мехлопат заметно уменьшился.

Опыт длительной эксплуатации роторных экскаваторов на добыче экибастузского угля и экспериментальные исследования их работы позволили установить, что уровень нагрузок основных приводов (двигателей ротора и поворота верхнего строения), реализуемое удельное сопротивление копанию, энергоемкость разработки, а также уровень динамических нагрузок на элементы конструкции и производительность экскаваторов определяются (при одинаковых параметрах копания) структурно-прочностными свойствами угольного массива и степенью его ослабления взрывом.

Основной целью взрывного рыхления угольного массива является снижение удельного сопротивления копанию до уровня, обеспечивающего нормальные условия эксплуатации и высокие показатели работы роторных экскаваторов. При сложном строении угольных пластов Экибастузского бассейна равномерность ослабления массива взрывом достигается при дифференцированном рыхлении, при котором более прочные слои породы и угля ослабляются в большей степени, чем менее прочные, при этом сохраняются структурные особенности пластов.

В этих целях угольный массив по структурно-прочностным показателям разделен на 4 группы, которые приведены в табл.39.

Угольный массив I группы отрабатывается без взрывного рыхления.

Для каждой последующей структурно-прочностной группы (II, III, IV) угольного массива экспериментальным путем определены зависимости $K_f = f(q)$, по которым устанавливаются значения q удельного расхода ВВ, необходимого для достижения допустимых (по условию нормальной эксплуатации роторных экскаваторов с паспортной производительностью) величиной удельного сопротивления копанию K_f (0,8-1,0 МПа). Исходя из полученных значений q , находят площадь, приходящуюся на один скваженный заряд.

Таблица 39

Группы и характеристика удельного массива	Структурно-прочностные показатели			Удельное сопротивление копанию, МПа
	Средневзвешен- ный коэффициент крепости	Удельная трещи- новатость, м ⁻¹	Сцепление пород в массиве, МПа	
I. Угли слабые Выветрелые и нарушенные угли; угли сложноструктурных пластов, сильно трещиноватые с прослойками слабых и чрезвычайно-трещиноватых пород	Менее 1	Более 6 - 10	0,04 - 0,07	Менее 0,4
II. Угли средней крепости Угли сильно трещиноватые; угли с про- слойками сильно трещиноватых пород ниже средней крепости; угли I группы в мерзлом состоянии	1,0 - 1,5	4 - 6	0,07 - 0,10	0,4 - 1,0
III. Угли крепкие Угли с прочной связью между слоями; угли сложноструктурных пластов с про- слойками мощностью до 0,8-1,0м сильно трещиноватых пород средней крепости	1,5 - 3,0	2 - 4	0,1 - 0,15	1,0 - 1,8
IV. Угли очень крепкие Угли средне- и малотрещиноватые; угли сложноструктурных пластов с прослой- ками мощностью более 1,0м средне-тре- щиноватых пород средней крепости	Более 3,0	Менее 2	Более 0,15	Более 1,8

Диаметр скважинных зарядов на экибастузских разрезах при рыхлении угольного массива равен 150 мм (буровые станки СББ-2М), и 160 мм (СБР-160). Плотность заряжания при порошкообразном аммоните принимается равной 900-950 кг/м³. Величина заряда в скважине, а следовательно, и его длина, которая зависит от высоты уступа и структурно-прочностных свойств угольного массива, установлена экспериментальным путем. Так, при изменении высоты уступа от 8 до 20 м величина заряда изменяется от 40 до 130 кг. Расстояния между скважинами и рядами скважин определяются по общеизвестным зависимостям. При этом максимальные и минимальные значения этих расстояний не должны превышать 9 и 3 м.

Для равномерного ослабления массива на уступах высотой более 10 м для угля и более 8 м для мощных прослоек породы III-IV группы заряды рассредотачиваются на 2-3 части. Масса дополнительных зарядов составляет 20-40 кг.

При наличии в пределах заходки крепких мощных породных прослоек заряды располагаются в них или в непосредственной близости от них с таким расчетом, чтобы весь объем этих прослоек охватывался зонами эффективного дробления.

Значения параметров буровзрывных работ по группам угольного массива при высоте уступа 16 м приведены в табл. 40.

Таблица 40

Параметры	Группы угольного массива		
	II	III	IV
Площадь, приходящаяся на один скваженный заряд, м ²	64	49-64	42-49
Масса заряда в скважине, кг	60-70	80-90	100-120
Удельный расход ВВ, кг/м ³	0,06-0,07	0,1-0,12	0,17-0,21

Показатели по III группе равны примерно средним показателям по бассейну. С целью исключения структурных нарушений забоев применяются диагональные схемы короткозамедленного взрывания с использованием пиротехнических реле КЗДШ и детонирующего шнура. В качестве ВВ в основном применяется зерногранулит 79/21.

За последние годы на угольных разрезах Кузбасса, Экибастуза и др. прошли промышленные испытания и введены в промышленную эксплуатацию буровые станки СБР-160-24.

На основе данных этих испытаний Карпинский машзавод провел модернизацию станка с целью повышения технического уровня и надежности работы его узлов. Выпущена опытная партия практически новых буровых станков СБР-160А-24.

Буровой станок СБР-160А-24 (рис.57) предназначен для бурения вертикальных и наклонных скважин диаметром 160 мм и глубиной до

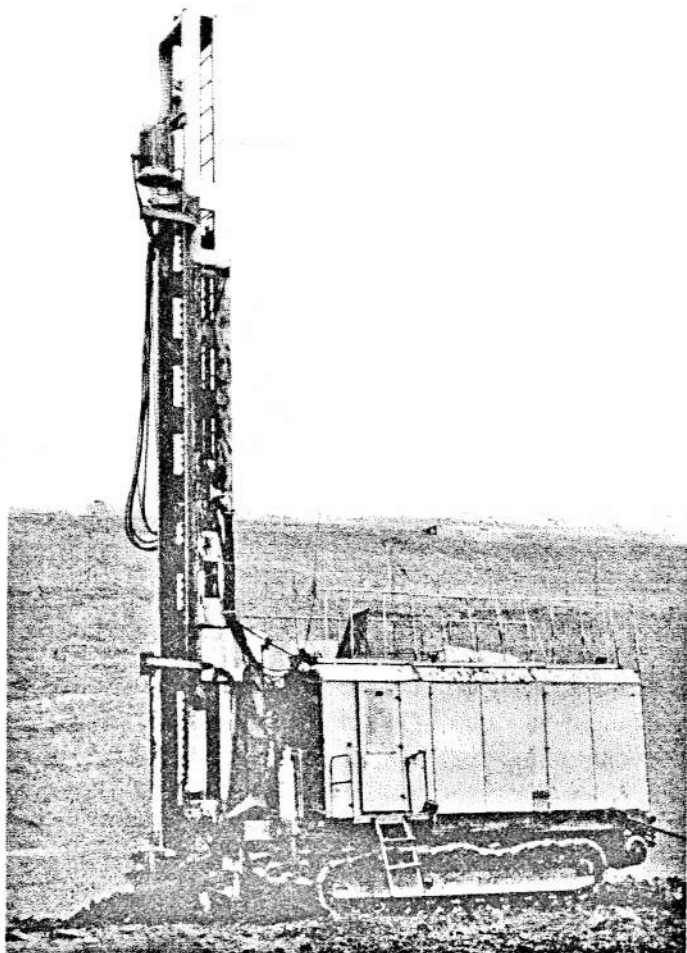


Рис.57. Буровой станок СБР-160-А-24

24 м коронкой режущего типа по углю и породам с коэффициентом крепости до 6 по шкале М.М.Протодяконова при добыче полезных ископаемых открытым способом. Ниже приведена его краткая техническая характеристика.

Диаметр скважины, мм	160
Глубина бурения вертикальных скважин, м	до 24
Угол наклона скважины к вертикали, град	0,15 и 30
Производительность бурения, м/смену:	
- при очистке скважин шнековым способом	
крепость пород = 4-6	100
крепость пород = 2-4	240-120
- при очистке скважин шнеко-пневматическим способом	
крепость пород 4-6	120
крепость пород 2-4	300
Установленная мощность, кВт	184
Преодолеваемый уклон, град.	15
Удельное давление на грунт, МПа	0,08
Скорость передвижения, км/ч	0,9
Масса, т	25

Привод станка-электрический, питание от карьерной сети переменного тока напряжением 380 В. В качестве вторичного применен гидропривод механизма подачи и вспомогательных операций. Буровая мелочь в процессе бурения скважины транспортируется шнеком, для обеспечения комбинированной шнеко-пневматической очистки на станке установлена компрессорная станция.

Вращение буровому ставу передается от трехскоростного асинхронного двигателя через редуктор. Изменение скорости вращения бурового става производится переключением числа пар полюсов двигателя.

Соединение шпинделя вращателя с буровым ставом осуществляется с помощью патрона, ориентирование и медленный поворот шнека при наращивании става - храповым механизмом.

Конструкция редуктора вращателя и патрона позволяет подавать сжатый воздух в скважину.

Удержание бурового снаряда на весу при его сборке и разборке производится с помощью гидравлической или ручной вилки, а центрирование и поддержание нижнего конца верхнего шнека при наклонном бурении - центратором.

Буровой станок комплектуется шестью шнеками и четырьмя переходниками. При бурении один шнек находится на оси скважины, а два - в кассете. Маневровое перемещение вращателя и подача бурового снаряда на забой обеспечиваются с помощью канатного механизма подачи. Большинство вспомогательных операций выполняется с помощью гидропривода.

Опытно-промышленные испытания бурового станка СБР-160А-24 проведены межведомственной комиссией на разрезе «Богатырь» в период января-марта 1983 года с участием Карпинского машзавода (изготовителя), институтов НИПИГормаш и НИИОГР, ПО «Экибастузуголь».

Модернизированный буровой станок СБР-160-А-24 имеет ряд усовершенствований, что обеспечило ему преимущество по сравнению с первой конструкцией станка СБР-160-24:

- новый гусеничный ход большей мощности, маневренности и надежности;

- полная механизация операций по сборке и разборке става штанг и уборке штыба от устья скважины;

- улучшены безопасные условия труда помощника машиниста, обслуживания станка в целом.

Три частоты вращения инструмента, плавно регулируемые осевая нагрузка и рабочая скорость подачи, скорость маневрового подъема обеспечивают оптимальные режимы работы станка при бурении скважин.

В ходе испытаний и опытно-промышленной эксплуатации выявлены эксплуатационные и конструктивные недостатки, разработаны рекомендации по их устранению в течение 2-3 лет.

Среди недостатков следует отметить: затрудненность забуривания наклонных скважин, не обеспечено удаление штыба при наклонном бурении, нет устройства улавливания вращателя при отрыве каната, наблюдается подсос пыли в кабину (вентилятором калорифера), затруднен доступ к вводному шкафу и неудачно размещена аппаратура в электрических шкафах, недостаточна мощность осветительного трансформатора, занижены по току выключатели цепей управления 220 В, а пускатели приводов лебедки - по мощности и др.

Межведомственная комиссия приняла решение о передаче опытного образца бурового станка СБР-160А-24 в постоянную эксплуатацию. После корректировки чертежей с учетом устранения выявленных в процессе испытаний недостатков станок запущен в серийное производство.

В 80-е годы на разрезах бассейна на бурении взрывных скважин в угольных пластах задалживалось 50 буровых станков, в том числе типа СББ-2М - 31 шт. и СБР-160 - 19 шт.

Годовая производительность одного списочного станка достигала 36,4 тыс. м.

§ 3. Организация и механизация взрывных работ

Бурение скважин на экибастузских разрезах производится, как правило, в дневную 12-часовую смену, и только в отдельных случаях - в ночную. За каждым экскаваторным забоем закреплен один буровой станок, который обслуживается бригадой в составе машиниста и его помощника.

До 1965 года буровзрывные работы на вскрыше и добыче угля велись эксплуатационными участками, под руководством помощника начальника участка по БВР. С 1965 года на каждом разрезе организованы специальные участки БВР. Это позволило поднять коэффициент использования буровых станков на 15%, повысилась их производительность, увеличился запас взорванной горной массы, улучшилось качество взрывной подготовки забоев за счет специализации и повышения квалификации работников, снизилась себестоимость БВР.

В то же время практикой установлено, что при бурении скважин и их зарядании работниками одного участка ослабляется контроль за соблюдением паспортных данных бурения. Следует также заметить, что многие экскаваторные бригады на экибастузских разрезах в свое время переходили на комплексную организацию труда, причем в свой состав они включали и бригаду бурового станка.

Поэтому дальнейшая специализация и централизация взрывных работ - организация специальных участков, управлений - является актуальной потребностью времени.

На разрезе «Северный» сделан первый шаг в этом направлении. Здесь был организован единый участок взрывных работ и отдельно три буровых участка: на добыче угля - один, и два на вскрышных работах.

Такая организация БВР помогла коллективу разреза «Северный» преодолеть отставание и впервые за последние несколько лет выполнить в 1985 году плановое задание по вскрыше.

Механизация взрывных работ на разрезах имеет своей целью снижение уровня ручного труда при выполнении технологических операций по хранению, переработке и использованию ВВ, начиная со складских операций и заканчивая дроблением негабаритов.

Все операции с применением средств механизации условно делятся на подготовительные, выполняемые на складах ВВ (погрузочно-разгрузочные, складские, растаривание ВВ и загрузка зарядных машин), основные, выполняемые непосредственно на месте взрывных работ (осушение, зарядание и забойка взрывных скважин) и механизированное дробление негабарита.

По трудоемкости подготовительные операции составляют примерно 35%, основные - 60%, механизированное дробление - до 5% в общей трудоемкости производства взрывных работ.

В ПО «Экибастузуголь» действовал один базисно-расходный склад при разрезе «Богатырь», который обеспечивал снабжение всех разрезов взрывчатыми веществами. Заводская поставка ВВ осуществляется в 40-50-килограммовых мешках, уложенных навалом в железнодорожных вагонах. При разгрузке вагонов мешки укладываются на поддоны. Поддоны с ВВ либо сразу, минуя хранилище, устанавливаются в специально оборудованные бортовые автомашины и доставляются к месту взрыва, либо с помощью электропогрузчиков направляются в хранилище склада. Отсюда по мере необходимости загружаются в бортовые автомашины (ВВ заводского приготовления) или поступают непосредственно на механизированный растарочно-погрузочный пункт (МРПП) в случае растаривания мешков с аммиачной селитрой. Для ускорения разгрузки вагонов поддоны с ВВ временно располагаются на прирельсовой рампе.

Существующий порядок поставки ВВ в мешках не исключает разрывов мешков, развалов их с поддонов и, таким образом, применение ручного труда. Поэтому переход на перевозку ВВ в мягких контейнерах отвечает интересам производства и его следует ускорить.

Институтом «Карагандагипрошахт» с учетом проработок НИИ-ОГРа выполнен проект на МРПП с учетом механизированной обработки только аммиачной селитры, который введен в 1981 году при базисном складе. В течение 1981-1985 гг. здесь уже обработано свыше 20 тыс. т аммиачной селитры.

Пункт включает оборудование по распаketированию поддонов, растаривание мешков, сбор тары и погрузка селитры в зарядные машины. Он обслуживается одним машинистом электропогрузчика (подача поддонов с мешками к установке) и тремя грузчиками, обслуживающими механизмы, а также осуществляющими ручную подачу мешков в случае выхода из строя распаketирующей установки.

В среднем за 3-4 часа на пункте перерабатывается 50 т (производительность растаривающей установки 15 т/ч). При суточном расходе до 80 т ВВ эта производительность пока обеспечивает потребность производства, но в последующем потребуется ее модернизация, а также строительство склада для аммиачной селитры.

С целью увеличения единичной мощности взрыва и снижения трудоемкости взрывных работ в ПО «Экибастууголь» разработана с участием НИИОГР технологическая схема по доставке ВВ на место взрыва в железнодорожных вагонах, разгрузке их с помощью передвижной растарочной установки МПР-30 в зарядные машины МЗ-4. Указанная схема согласована с органами Госгортехнадзора.

Механизированная зарядка скважин осуществляется только при применении аммиачной селитры при приготовлении игданита непосредственно в скважине. Загрузка зарядных машин МЗ-3 производится на МРПП при расходном складе разреза «Богатырь». Всего тогда работало 8 зарядных машин, в т.ч. 7 - типа МЗ-3 и одна МЗ-4.

Использование в качестве забоечного материала бурового штыба, оставшегося при бурении, является процессом трудоемким, т.к. при этом задалживается в основном ручной труд.

Институтом НИИОГР разработана конструкция забоечной машины МЗШ-1, опытный образец которой подвергался опытно-промышленным испытаниям на разрезе «Южный» ПО «Экибастууголь» (при положительных температурах) и разрезе «Нерюнгринский» ПО «Якутуголь» (при отрицательных температурах). По скорректированным на основании данных испытаний чертежам в ПО «Якутуголь» был изготовлен модернизированный вариант МЗШ-1, производительность которой по паспорту в 2 - 2,5 раза выше забоечной машины ЭС-2М.

Однако из-за конструктивных погрешностей устойчивой работы этой машины, к сожалению, добиться не удалось. Предстоит дальнейшая конструкторская доработка МЗШ-1 для организации серийного производства.

Внедрение машин типа МЗШ-1 позволит разрезам перейти на технологию механизированной забойки взрывных скважин местным буровым штыбом.

НИИОГРом разработаны предложения по доставке ВВ на глубокие горизонты. Рекомендованы два варианта: первый - транспортировка с помощью трубопроводного контейнерного пневмотранспорта, второй - по монорельсовым дорогам.

При контейнерном пневмотранспорте под воздействием потока воздуха, создаваемого воздуходувными агрегатами, в транспортных трубопроводах движутся одиночные или объединенные в составы порожние и груженные контейнеры, которые заполняются и разгружаются на загрузочных и разгрузочных станциях, на открытых участках которых эти контейнеры перемещаются за счет сцепления с непрерывно вращающимися колесами. Основными элементами пневмоконтейнерной системы являются капсулы, трубопровод, перекачивающие агрегаты и загрузочно-разгрузочные станции. Однако для их реализации требуются еще тщательные конструкторские работы.

Глава IX. Железнодорожный транспорт

§ I. Организация работы транспорта¹

В Экибастузском каменноугольном бассейне перевозки угля и вскрышных пород осуществляются в основном железнодорожным транспортом (на разрезе «Восточный» доставка угля из разреза на поверхность производится ленточными конвейерами).

Наряду с улучшением технико-экономических показателей работы железнодорожного транспорта на экибастузских разрезах с каждым годом растет и объем грузоперевозок.

В табл. 41 приведены цифры, характеризующие динамику роста производственных показателей работы железнодорожного транспорта по годам (1960 - 1985).

Таблица 41

Показатели	1960	1965	1970	1975	1980	1985
1. Годовой объем грузо-перевозок (грузооборот), млн.ткм	206,3	586,7	990,3	1992,6	2623,7	3664,2
2. Среднесуточная производительность локомотивосостава:						
- на угле, т	2920	4280	5110	5192	6270	5750
- на вскрыше, м ³	2307	2620	3740	3562	3483	3805

Как показывает практика, от организации, оснащенности и надежности транспорта зависит интенсивность ведения горных работ и эффективность использования мощного погрузочно-выемочного оборудования.

Для железнодорожного транспорта экибастузских разрезов характерны интенсивность движения во всех направлениях, сложность путевой схемы развития и значительная дальность транспортировки. Весь железнодорожный транспорт был сосредоточен в четырех ПТУ: Северное ПТУ осуществляло транспорт вскрышных пород на разрезе

¹ Относится к периоду до передачи разрезов иностранным инвесторам.

зе «Северный», а также своими локомотивами, переданными вместе с бригадами в аренду ПТУ, вывозило уголь из этого разреза на углесборочные станции; ЭПТУ вывозило сформированные угольные составы на железнодорожные станции МПС и организовывало все коммерческие операции и взаимоотношения со станциями и отделением железной дороги МПС; Богатырское ПТУ своими локомотивами осуществляло вывозку угля из разреза «Богатырь» и формирование груженых маршрутов на станции Богатырская (западный ход) и Соединительная (восточный ход); Восточное ПТУ организовывало вывозку вскрышных пород с полей разрезов «Богатырь» и «Восточный».

Вывозка вскрышных пород из разрезов на внешние отвалы осуществлялась через семь породных станций, находившихся на поверхности: Северная, Озерная, Западная, Южная (разрез «Северный») и Ковыльная, Степная, Восточная (разрез «Степной»). Эти станции призваны обеспечивать безопасный пропуск груженых и порожних поездов, технический осмотр и мелкий безотцепочный ремонт думпкаров, маневровые работы и др. Все породные станции характеризуются поточным движением поездов.

Кроме станций на поверхности, обслуживающих разрез «Северный», в пропуске и приемке вскрышных локомотивосоставов участвуют одиннадцать, а на разрезе «Степной» восемь внутрикарьерных железнодорожных станций.

Груженные породные составы, направляющиеся из разреза на отвалы, подаются думпкарами вперед без кондуктора. Его обязанности исполняют два колокола, подвешенных к задней оси хвостового думпкара. Начало разгрузки составов на отвалах начинается с хвостового думпкара. Выгрузку породы из думпкара контролирует помощник машиниста локомотива. После разгрузки порожние составы по открытому циклу вновь направляются для загрузки к забойным экскаваторам. Движение породных составов осуществляется по свободному, пакетному графику, т.е. к экскаватору подается любой из составов, работающих в данную смену, и составы одного направления движутся вслед один за другим, образуя пакеты.

На вывозке вскрышных пород задолжены тяговые агрегаты ПЭ-2М полезной вместимостью составов в среднем 506 кубометров (разрез «Северный») и ОПЭ-1 с моторным думпкаром средней вместимостью составов 429 кубометров (разрез «Степной»).

В бассейне имеется несколько углесборочных станций, где формируются груженные углем железнодорожные составы для отправки на станции МПС, и куда принимаются порожние вагоны парка МПС для подачи их в разрез под угольные экскаваторы: Ударная и Трудовая (обслуживают разрез «Северный») Богатырская, Молодежная, Соединительная и Восточная, обслуживающие разрезы «Богатырь» и «Восточный».

Наиболее загруженной по погрузке угля и обработке вагонов парка МПС является станция Богатырская: в 1985г. отправлено 49,3 млн.т угля.

На вывозке угля из разреза здесь задалживаются тяговые агрегаты ОПЭ-1 сцепной массой 240 т (рис. 58). Порожние вагоны, подава-

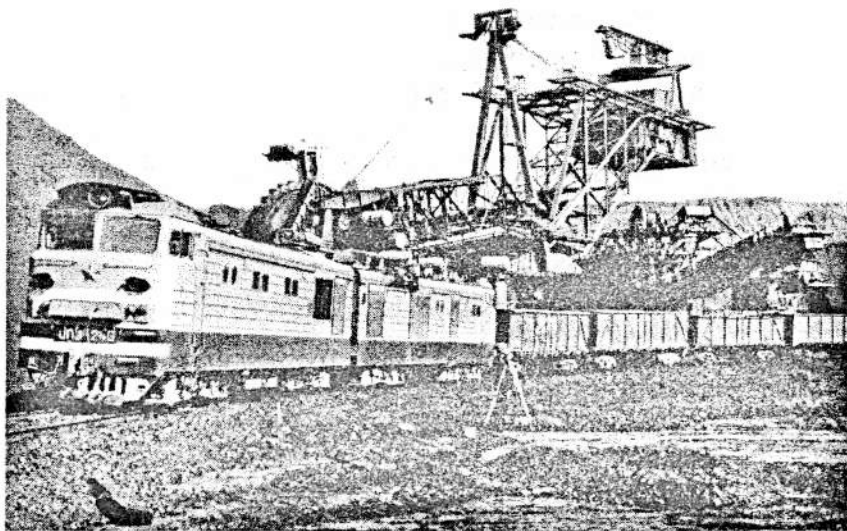


Рис. 58. Тяговой агрегат ОПЭ-1 сцепной массой 240 т

емые под погрузку в угольные забой, поступают трех типов: общесетевые полувагоны (курсирующие по всем дорогам МПС), кольцевые вертушки из глухонных полувагонов, оборачивающиеся только на тепловых электростанциях, потребляющих экибастузский уголь, и вертушки из 8-осных полувагонов, снабжающие углем только Экибастузские ГРЭС.

После прицепки тягового агрегата ОПЭ-1 к партии из 17 полувагонов и пробы автотормозов состав (подача) отправляется в разрез к угольным экскаваторам через станцию Узловая, расположенную на нерабочем борту разреза на глубине 30 м, а также еще через 8-12 промежуточных (обменных) станций внутри разреза.

Движением поездов на разрезе «Богатырь» руководит диспетчер станции Узловая.

Начальник смены разреза, ведающий производственными процессами добычи угля, при вступлении на дежурство передает диспетчеру станции Богатырская данные о калорийности (зольности) угля по каждому экскаваторному забою, которые служат ориентиром при формировании маршрутов. На этой основе, а также данных о типе вагонов, загруженных углем, диспетчер организует прием груженых «подач» на станцию, оповещая по громкоговорящей связи об этом работников грузовой службы: грузового диспетчера, вагонников, приемосдатчиков из ПТУ, приемосдатчиков МПС, а также мастера опробовательного пункта (ОП из УТКУиС) и составителей, которые должны принять «подачу».

Зная адрес потребителя (его выдает отдел погрузки дирекции по железнодорожному транспорту объединения), номера груженых вагонов и номер экскаватора, который их загрузил, грузовой диспетчер согласовывает с мастером ОП возможность и порядок формирования маршрута конкретному потребителю (по показателям качества).

По указанию грузового диспетчера диспетчер станции формирует маршрут, который после проверки правильности его формирования и оформления грузовых документов отправляется на станции МПС - Экибастуз-2 или Экибастуз - 3 (Акбидаяк).

Аналогично готовятся к отправлению груженые маршруты и на других углесборочных станциях.

На разрезе «Восточный» порожние вагоны парка МПС в разрез не спускаются, а подаются со станции Восточная под погрузочный комплекс на поверхности.

На разрезе «Северный» подачи из 14 полувагонов подаются под угольные экскаваторы тяговыми агрегатами ПЭ-2М.

Подача порожних вагонов в угольные забои с углесборочных станций на поверхности осуществляется через 5-9 внутрикарьерных железнодорожных станций и отдельных пунктов.

Груженные маршруты, сформированные на станциях Трудовая и Ударная, передаются на станции Экибастуз-1 и Экибастуз-2 МПС, соответственно.

Движением поездов здесь руководит поездной диспетчер ПТУ, находящийся на внутрикарьерной станции Добычная.

Организацией перевозки груженных углем маршрутов с углесборочных станций на станции Экибастуз-1, Экибастуз-2, Экибастуз-3 и прием с этих станций МПС порожних маршрутов и вагонов с различными грузами под выгрузку ведает диспетчер круга ПТУ. Он же координирует работу грузовых служб, контактирует с дежурным аппаратом МПС.

Диспетчеру круга ПТУ в оперативной работе непосредственно подчинены все железнодорожные станции объединения, на которых производится прием груженных подач и формирование маршрутов, прием порожних составов, распределение и отправку в разрезы порожних вагонов под погрузку.

В ведении диспетчера круга ПТУ находится также организация пассажирских перевозок: доставка работающих на разрезы «Северный» (Южное крыло), «Богатырь», «Восточный», а также БПТУ и ВПТУ.

На станции Восточная порожние вагоны МПС «подачами» из 30 полувагонов подаются на два пути под стационарные погрузочные пункты, оборудованные весодозирующими устройствами. Передвижка вагонов в процессе их загрузки осуществляется толкателями автоматически. Здесь же на станции Восточная производится формирование маршрутов из загруженных углем подач для отправки на станции МПС.

Успешной работе всех звеньев железнодорожного транспорта способствует оборудование станций и перегонов современными средствами связи и СЦБ.

Все станции оснащены громкоговорящей оповестительной связью, на них установлено 950 мачтовых и 406 карликовых светофоров, протяженность линий связи составляет 200 км.

Устройствами электрической централизации (СЦБ) и поездной связью оборудовано 48 железнодорожных станций и 4 отдельных пункта, автоматической очисткой стрелок от снега и пыли - 6 станций. Из 1482 стрелочных перевода 1256, или 80% имеют СЦБ, не оборудованы СЦБ в основном удаленные от станций одиночные

стрелки. Двенадцать перегонов (60 км) оборудовано автоблокировкой, 97 перегонов (332 км) - релейной полуавтоматической блокировкой.

В устройствах СЦБ эксплуатируется свыше 60 тыс. приборов железнодорожной автоматики (реле - 26100, блоки - 5589, трансформаторы - 17100, выпрямители и др.), 1500 км сигнального блокировочного кабеля и кабеля транспортной связи, 500 транспортных радиостанций (локомотивные, стационарные, переносные). На обслуживании и ремонте СЦБ занято 350 работников, из них более половины - женщины.

Подача вагонов парка МПС на подъездные пути ПО «Экибастузуголь» под маршрутную погрузку или возврат их осуществляется по графику, составляемому руководителем Экибастузского железнодорожного узла совместно с грузовой службой ПТУ и утверждаемому начальником отделения дороги МПС. График разрабатывается исходя из заданного плана погрузки и общесетевого графика движения поездов. В каждой четверти суток закладывается по одной резервной нитке графика для подачи порожних и вывода груженых маршрутов.

График не считается нарушенным, если вагоны (груженые или порожние) подаются с отступлением нитки графика не более чем на 30 минут.

Все вопросы, связанные с взаимоотношением между ПО «Экибастузуголь» и железной дорогой, регламентированы договором, заключенным между объединением и Павлодарским отделением дороги и утвержденным начальником Целинной железной дороги. Заключению договора предшествует разработка согласованного между двумя сторонами единого технологического процесса, в котором определяются основные нормативы погрузки и транспортировки угля, включая прежде всего время оборота вагонов на подъездных путях объединений.

Ниже приведены цифры некоторых показателей работы железнодорожного транспорта ПО «Экибастузуголь» за 1985 год.

Объем перевозок всего, млн.т,	- 238
в том числе:	
- угля, млн.т	- 80,5
- вскрышных пород, млн.м ³	- 68,45

Поставка угля потребителям, млн.т	- 80,9
Погружено полувагонов МПС, тыс.штук	- 1064
Оборот вагонов парка МПС, ч	- 13
Выработка на одного работающего, тыс.ткм	- 714,8.

§2. Подвижной состав

На железнодорожном транспорте экибастузских разрезов применяется три типа локомотивов: тяговые агрегаты постоянного тока (напряжение контактной сети 1500/3000 В) ПЭ-2М, тяговые агрегаты переменного тока (напряжение 10000 В) ОПЭ-1, тепловозы различных конструкций. Электровозы постоянного тока (напряжение 1500В) практически не участвуют в перевозках угля и породы в силу их изношенности и малой сцепной массы.

Локомотивный парк по состоянию на 1.01.1985 г. состоял из 125 тепловозов, 13 электровозов, 128 тяговых агрегатов, в том числе 79 ОПЭ-1, 48 ПЭ-2М и один ПЭ-3Т. Кроме того, для пассажирских перевозок использовалось восемь дизель-поездов типа Д-1 венгерского производства.

Краткая техническая характеристика тяговых агрегатов приведена в табл.42.

Таблица 42

Показатели	ОПЭ-1	ПЭ-2М	ПЭ-3Т
1. Сцепная масса, т	240+120 ^{х)}	360	360
2. Нагрузка на ось, т	30,5	31,0	31,5
3. Мощность дизеля, л.с.	2000	-	2000
4. Мощность расчетного режима, кВт	4750	6140/2970	6780
5. Сила тяги расчетного режима, кН	590	828/870	980
6. Наименьший радиус кривой, м	80	80	80
7. Напряжение, В	10000 (перемен.)	1650/3000	1650/3000

^{х)} масса моторного думпкара.

Ниже приведены данные об использовании локомотивов
на вывозке угля и вскрышных пород.

1. Среднесуточная производительность локомотива

- на угле, т	
электровоза	- 3655
тягового агрегата ПЭ-2М	- 4135
то же, ОПЭ-1	- 6734
тепловоза ТЭ-3 (2 секции)	- 9773
- на вскрыше, м ³	
тягового агрегата ПЭ-2М	- 3509
то же, ОПЭ-1	- 4268

2. Годовая производительность списочного локомотива

- на угле, тыс.т	
электровоза	- 576,2
тягового агрегата ПЭ-2М	- 1194,4
то же, ОПЭ-1	- 1714,4
тепловоза ТЭ-3 (2 секции)	- 681,0
- на вскрыше, тыс.м ³	
тягового агрегата ПЭ-2М	- 1279
то же, ОПЭ-1	- 713

Следует заметить, что на разрезе «Северный» тип применяемого локомотива улучшен по сравнению с проектом: электровозы сцепной массой 150-180 т заменены на тяговые агрегаты ПЭ-2М (360т) при напряжении тяговой сети 1,65 кВ. Это позволило сократить парк локомотивов с 71 до 62 при увеличении грузооборота на 26% и увеличить производительность рабочего парка локомотивов на 26%, а списочного - на 30% (против проекта).

Анализ работы локомотивов на транспортировке угля и вскрышных пород указывает на огромные резервы в их использовании, на возможность дальнейшего увеличения их производительности.

В 1983-1985 гг. на Южном вскрышном разрезе проводились промышленные испытания первого опытного образца тягового агрегата ПЭ-3Т с тиристорным управлением (напряжение контактной 3000 В)

Новочеркасского электровозостроительного завода. Однако при заданных прекрасных технических показателях опытный образец не был рекомендован для промышленной эксплуатации из-за ряда конструктивных и заводских дефектов. Испытания будут продолжены.

Как уже упоминалось, для транспортировки угля с разрезов «Северный» и «Богатырь» на поверхность используются ж.-д. вагоны грузоподъемностью 62-94 т, а угля на склады этих разрезов и вскрышных пород на отвалы всех разрезов - вагоны-самосвалы (думпкары) грузоподъемностью 105-180 т местного вагонного парка.

Думпкарный парк в ПО «Экибастууголь» состоял из 1186 единиц, в том числе по типам:

грузоподъемностью	60 т	- 125
-»-	100-105 т	- 598
-»-	136 т	- 338
-»-	145 т	- 37
-»-	180 т	- 88

Кроме того, в эксплуатации находились 196 четырехосных вагонов-дозаторов на путевых, а также 450 грузовых вагонов на прочих хозяйственных работах и 14 пассажирских вагонов.

Из думпкаргов формировались породные вертушки вместимостью 490-500 кубометров при тяговом агрегате ПЭ-2М и 520 кубометров при ОПЭ-1. В то же время мощность тяговых агрегатов (например, ОПЭ-1 с моторным думпкаром) позволяла иметь вместимость состава до 600 кубометров, но из-за отсутствия думпкаргов большой вместимости (ВС-145) этого достичь не удавалось.

Большегрузные думпкары ВС-135 и ВС-180 из-за серьезных конструктивных недостатков, выявленных в процессе их промышленной эксплуатации, сняты с производства, и выпуск их прекращен, а на думпках ВС-145 все еще завершались промышленные испытания.

Поэтому пополнение думпкарного парка производилось только за счет думпкаргов 2ВС-105 (вместимость кузова 50 м³), что привело к значительному снижению вместимости породных составов.

Техническая характеристика думпкаргов Калининградского вагоностроительного завода, нашедших применение на экибастузских разрезах, приведена в табл. 43.

Показатели	2BC-105	BC-136	BC-145	BC-180
1. Грузоподъемность, т	105	136	145	180
2. Вместимость, м ³	50	67,5	68	58,2
3. Количество осей, шт.	6	8	8	8
4. Нагрузка на ось, т	25,6	25,8	27,8	30,8
5. Масса тары, т	49,6	71	78	67
6. Коэффициент тары	0,5	0,52	0,53	0,38

Годовая производительность одного списочного думпкара на вывозке вскрышных пород в 1985 году составила всего 64,8 тыс.м³.

В ПО «Экибастууголь» в опытно-промышленной эксплуатации находились думпкары BC-145 (модели 34-667 и 34-668).

Думпкар BC-145 предназначался для перевозки и механизированной выгрузки на разрезах вскрышных пород плотностью в разрыхленном состоянии до 1,8 т/м³, загружаемых мехлопатами с ковшом до 12,5 м³.

Конструкция его допускает погрузку отдельных кусков породы массой до 2,5 т с высоты до 2 м на незащищенный пол кузова.

Разгрузка думпкара осуществляется на обе стороны железнодорожного пути путем наклона кузова цилиндрами разгрузки, расположенными с каждой стороны вагона, с одновременным открыванием борта со стороны выгрузки. Ниже приведены дополнительные данные его технической характеристики.

Статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	- 273,2
Погонная нагрузка, кН/м	- 126,5
Минимальный радиус прохождения кривой, м	- 80
Число цилиндров разгрузки	- 8
Рабочее давление воздуха в цилиндрах разгрузки, МПа	- 0,7

Кузов думпкара смонтирован на нижней раме, которая опирается на две четырехосные тележки. Семь вагонов (5 моделей 34-667 и 2 модели 34-668) находились в опытно-промышленной эксплуатации в ПО «Экибастузуголь» с декабря 1982 года. Еще двадцать вагонов-самосвалов (10 модели 34-667 и 10 модели 34-668) поставлены в октябре-ноябре 1984 г.

Техническое задание на проектирование восьмиосных вагонов-самосвалов этих двух моделей разработано Калининградским вагоностроительным заводом совместно с ВНИИвагоностроения, ИГД им. А.А.Скочинского и утверждено Минтяжмашем б. СССР в 1981г.

Эксплуатационные испытания опытных образцов вагонов начаты в декабре 1982г., а с декабря 1984г. в эти испытания была введена дополнительная партия из 20 вагонов-самосвалов, из которых были сформированы два локомотивосостава.

Всего эксплуатировалось 27 опытных думпкаров, сформированных в три вертушки.

В 1985г. опытными думпкарами в бассейне перевезено 2695 тыс.м³ вскрышных пород. Среднемесячная производительность списочного думпкара модели 34-667 составила 8849 м³ и модели 34-668 - 8879м³.

Результаты испытаний показали следующее:

- коэффициенты устойчивости от опрокидывания при разгрузке составляют $1,55 \div 1,61$ при допустимом значении - 1,5;

- усталостная прочность шкворневой зоны нижней рамы и соединительной балки тележки в зоне концевых пятников думпкара модели 34-667 недостаточна, коэффициент запаса прочности не превышает 1,15 при допустимом 1,5;

- низкая усталостная прочность пружины боковых упругих опор думпкара модели 34-668;

- коэффициенты запаса устойчивости против схода с рельсов у обеих моделей выше нормы (1,25 и 2,0 против допускаемого 1,2);

- типовой стояночный тормоз не обеспечивает эффективного торможения при некоторых эксплуатационных режимах.

В процессе испытаний выявлены дефекты. Вот некоторые из них.

Модель 34-667:

- трещины вертикальных стенок двутавровых хребтовых балок в зоне шкворневых узлов;

- трещины по фланцам центрального пятника;

- трещины по сварным швам в зоне приварки концевых пятников соединительной балки к верхнему листу, закрывков соединительной балки;

- трещины нижнего листа шкворневого кронштейна.

Модель 34-668:

- излом пружин боковых опор;
- обрыв стяжных болтов крепления боковых опор;
- износы торцевой поверхности катка, взаимодействующей с ограничителем, связывающей рамы, абразивный износ боковой поверхности «центрального пятника» связывающей рамы, вертикальных стенок двутавров хребтовых балок в зоне их взаимодействия с балансирными;

- обрыв по сварному шву нижнего листа пятника связывающей рамы в результате низкой посадки кузова;

- недостаточная прочность тяг балансира устройства при сходе вагонов с рельсов.

Калининградский вагонозавод и ВНИИвагоностроения разработали мероприятия по устранению выявленных дефектов, и испытания решено продолжить. Одновременно на разрезе «Ангренский» ПО «Средазуголь» проводились испытания партии думпкар модели 34-667, на которых усилен шкворневой узел хребтовой балки.

В то время сложилась тяжелая обстановка с думпкарами. Большегрузные думпкары грузоподъемностью 180 т с 1983г. сняты с производства. Думпкары типа ВС-136, показавшие в эксплуатации неудовлетворительные показатели, также сняты с производства. Серийно выпускаются только думпкары 2ВС-105 с объемом кузова 50м³.

Таким образом, при увеличении вместимости ковшей экскаваторов до 16 м³ вместимость локомотивосоставов вновь стала падать.

Поэтому следует принять необходимые меры по завершению в ближайшие годы испытаний думпкар ВС-145 (модели 34-667 и 34-668) и их серийному производству.

§ 3. Путевые работы

Железнодорожные пути в ПО «Экибастууголь» по назначению, условиям эксплуатации и местам расположения разделяются на постоянные и передвижные.

Постоянные пути делятся в свою очередь на: стационарные (скрепление и обгон поездов), перегонные (соединяют рабочие горизонты со станциями, а станции с соседними станциями и приемо-разгрузочными пунктами), прочие - служат для отстоя и ремонта подвижного состава, экипировки, обслуживания складов и т.п.

Передвижные пути делятся на забойные, предназначенные для обслуживания добычных и вскрышных экскаваторов, отвальные, прочие пути скользящих съездов и внутрикарьерные.

Ниже приведены данные о протяженности железнодорожных путей в бассейне по годам (1960 - 1985).

	1960	1965	1970	1975	1980	1985
Общая протяженность, км	164,7	291,9	469,7	618,0	745,2	1084,0
в том числе:						
- постоянных	96,5	134,9	251,9	333,6	422,1	642,2
- передвигных	68,2	157,0	217,8	284,4	323,1	441,8

Постоянные пути (на конец 1985г.) включают 316,3 км станционных, 228,3 км перегонных и 97,4 км прочих путей; передвижные пути включают 330,6 км забойных, 103,1 км отвальных и 8,1 км прочих путей. Из общего количества железнодорожных путей 736,5 км электрифицированных, в т.ч. 387,6 км с центральной и 348,9 км с боковой подвеской контактного провода.

Скорость движения составов по постоянным путям принята 25 км/ч, по передвижным на вскрышных и угольных участках - 15 и 20 км/ч, соответственно.

Постоянные и передвижные пути уложены в основном рельсами Р-65 (403 км) и Р-50 (624,9 км) и только 56,1 км, или 5% от общей протяженности - рельсами Р-43.

Все железнодорожные пути на деревянных шпалах имеют костыльное скрепление, а 107,5 км путей, уложенных на железобетонных шпалах, имеют болтовое скрепление. Кроме того, среди звеньев передвижных путей с деревянными шпалами уложено 50 тыс. металлических шпал с жестким болтовым скреплением. Они способствуют стабилизации ширины колеи. Металлические шпалы изготавливаются на месте из швеллерного проката №34 со скреплением типа КБ и укладываются в количестве 5 шт. на звено (длиной 12,5м). Опыт эксплуатации железнодорожных путей и исследования

показали, что при применении металлических шпал число сходов подвижного состава из-за уширения колеи снижается на 20-30%.

В качестве балласта на постоянных путях используется щебень местного производства (в бассейне действуют два щебеночных карьера с дробильными и сортировочными линиями общей производительностью 600 тыс. кубометров путевого щебня в год), на передвижных - частично щебень, а также некондиционный уголь, иногда используется и местный грунт.

Планировка трассы железнодорожного полотна на уступах и отвальных тупиках производится бульдозерами на тракторах с мощностью двигателя до 300 л. с. и производительностью до 0,8 - 1,3 км в смену.

Для звеньевой переукладки передвижных железнодорожных путей применяются самоходные стреловые краны типа ЕДК-25, ЕДК-50, ЕДК-80, ЕДК-300 и др., путеукладочные поезда системы Платова с консольным краном УК-25/18-9 (рис. 59) и конструкции ИГД им. А.А.Скочинского, оборудованные стреловым краном.



Рис. 59. Путеукладочный поезд системы Платова

Кроме того, за последние годы стали применяться тракторные путеукладчики ТПП-25 (рис. 60), позволяющие переукладывать звенья длиной 25 м практически при любом шаге передвижки. И все-таки переукладка путей - один из трудоемких процессов на разрезах.

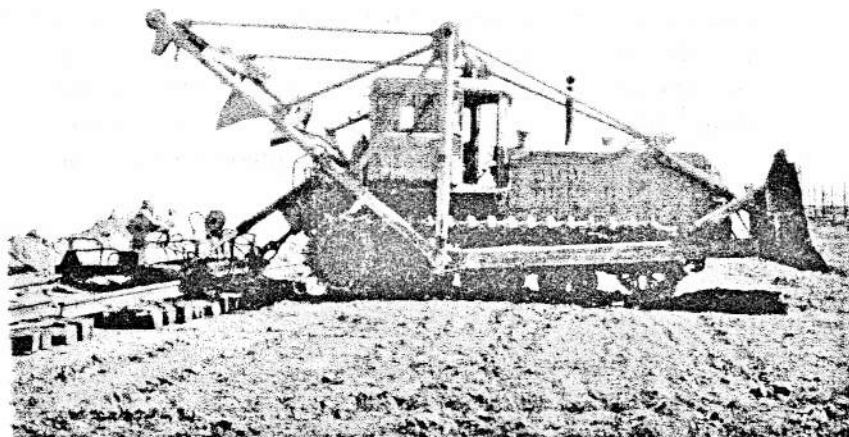


Рис. 60. Тракторный путеукладчик ТПП-25

Так, например, в среднем по открытым работам отрасли на переукладке и текущем содержании путей занято до 20% общей численности разрезов (в Экибастузе - 12%), а расходы составляют 10-15% от себестоимости. На экибастузских разрезах механизированы почти все основные процессы на путевых работах: отсыпка и планировка полотна, укладка звеньев, балластировка и подбивка балласта, черновая выправка пути в плане и профиле (уровень механизации здесь доведен до 78%). В то же время не исключено частичное применение ручного труда: монтаж - демонтаж рельсовых стыков, чистовая выправка пути в профиле и плане, подбивка маячных шпал, подгонка рельсовых стыков и др. Поэтому путевые работы являются все еще весьма трудоемкими.

Шаг переукладки путей колеблется от 13 до 90 м в зависимости от применяемых экскаваторов, что видно из приведенных ниже данных.

		вскрыша	уголь	отвалы
Мехлопаты:	ЭКГ-4, ЭКГ-4,6	13-14	14	20-24
	ЭКГ-8И	17-20	20	24-30
	ЭКГ-12,5	21-22	22	28-36
Роторные:	СРс(к)-470	-	28-30	-
	СРс(к)-2000	-	40-50	-
	ЭРШРД-5000	-	70-90	-

Объемы переукладок в бассейне достигают 600 км в год.

Схемы переукладки железнодорожных путей на разрезах ПО «Экибастууголь» соответствуют «Типовым технологическим схемам переукладки железнодорожных путей на угольных разрезах» (НИИ-ОГР, Челябинск, 1981г.).

Балластировка железнодорожных путей на разрезах осуществляется вагонами-дозаторами типа ЦНИИ-ДВЗ.

На уплотнении балласта используются шпалоподбивочные машины ШПМ-02.

Рихтовочно-подъемочные работы осуществляются путевыми машинами ВПО-3000, ВПР-1200, ВПРС-500. На сварке рельсовых стыков задолжены машины типа ПРСС1-3.

Для перевозки звеньев пути, а также рельсов, шпал и других элементов путевой решетки используются специально оборудованные платформы в составе укладочных поездов или грузовые автодрезины и обычные платформы.

Все постоянные и передвижные пути на разрезах и в ПТУ обслуживаются специальными путевыми участками, которые снабжены необходимым штатом обслуживающего персонала, машинами и инструментом.

Должная организация текущего ремонта и содержания пути достигается проведением систематической проверки его состояния при ежесуточном, декадном и месячном осмотрах, которые производятся бригадами пути, дорожными мастерами и начальниками путевых участков. По результатам этих осмотров и проверок, которые заносятся в специальный журнал, разрабатываются и осуществляются планы работ по текущему содержанию пути в составе следующих основных процессов: подъемка и балластировка, одиночная смена шпал, рельсов, рихтовка пути, перешивка пути по шаблону, регулировка и разгонка зазоров и др. Трудоемкость текущего содержания пути зависит от объема грузооборота, назначения путей, их прямолинейности, скорости движения поездов, нагрузки на ось подвижного состава, вида и качества балласта, типа рельсов и др. факторов и колеблется от 0,4 до 1,2 чел/смены на 1 км путей.

При производстве подъемочного ремонта и текущего содержания железнодорожных путей на экибастузских разрезах руководствуются «Типовыми технологическими процессами подъемочного ремонта и текущего содержания железнодорожных путей предприятий уголь-

ной промышленности», разработанными институтом НИИОГР и утвержденными Минуглепромом СССР.

В сборнике приводятся несколько типовых технологических процессов подъемного ремонта пути (с деревянными шпалами и применением ручного электро- и гидроинструмента; на щебеночном балласте с деревянными шпалами; станционного пути с деревянными шпалами; на щебеночном балласте с железобетонными шпалами и др.), комплексных планово-предупредительных работ по текущему содержанию различных путей с применением определенного набора необходимой техники, а также ряд технологических схем текущего содержания пути.

Сборка новых железнодорожных звеньев, стрелочных переводов, капитальный и подъемный ремонт путей, ремонт путевой решетки, пропитка шпал, сварка рельсовых стыков производится путевой машинной станцией (ПМС), входившей на правах самостоятельной производственной единицы в состав объединения. При этом наметилась тенденция увеличения ремонта в ПМС изношенной путевой решетки, вывозимой с разрезов в процессе переукладочных работ. В путь укладываются отремонтированные, пополненные шпалами, звенья. Такая организация работ заметно снижает трудоемкость содержания и текущего ремонта путей за счет уменьшения ремонтных работ непосредственно на уступах.

Только в 1985 году ПМС выполнила следующий основной объем работ:

Сборка новых звеньев, км	127,5
в том числе:	
на железобетонных шпалах	16,3
с металлическими шпалами	33,6
Сборка стрелочных переводов, комплект	183
Пропитка деревянных шпал, тыс.шт.	167,9
Капитальный ремонт пути, км	12,7
Ремонт путевой решетки, км	22,3
Выполнено ремонтных работ машинами	
ВПО-3000 и ВПР-1200, км	843
Поднято и выправлено машинами	
ВПС-500 стрелочных переводов, комплект	717

Выполнялись также работы по сварке рельсовых стыков, смене стрелочных переводов и по услугам техникой. На рис. 61 представлена звеносборочная база ПМС с двумя козловыми кранами.

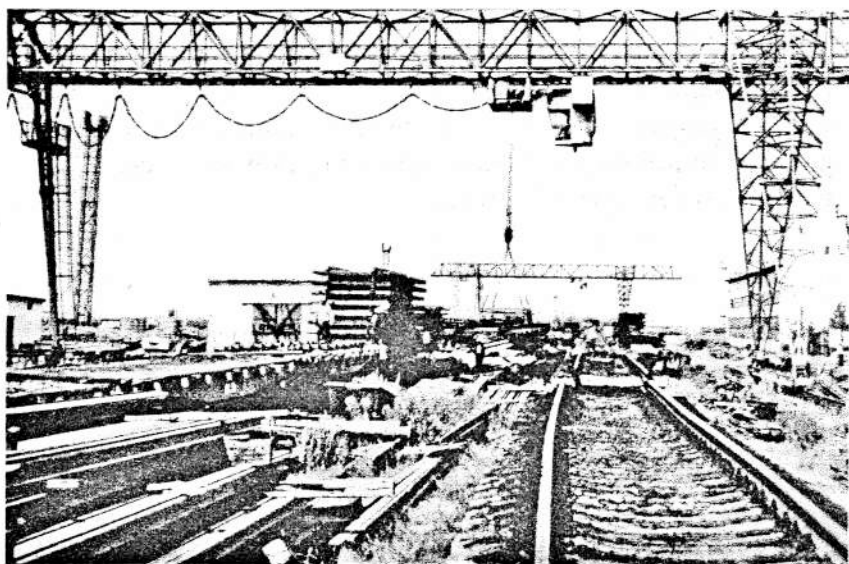


Рис.61. Звеносборочная база с двумя козловыми кранами

Переукладка железнодорожных путей стреловыми кранами, укладочными поездами с консольными и стреловыми кранами и тракторными путеукладчиками производится по известным на открытых работах схемам, описанным в различных публикациях.

Опыт эксплуатации железнодорожных путей на экибастузских разрезах свидетельствует о недостаточной престижности профессий путевых рабочих в силу наличия тяжелого ручного труда, относительно низкой по сравнению с другими категориями работ оплаты труда и отсутствия равного с другими профессиями на разрезе пенсионного обеспечения. Это усугубляется иногда неоправданно низкой организацией труда на путевых работах, большими простоями путевых рабочих, частыми перемещениями их с одного рабочего места на другое. Поэтому разрезы испытывали всегда хронический недостаток путевых рабочих. С другой стороны, значительная и медленно снижаемая трудоемкость путевых работ тормозит рост производительности труда на разрезах. Настало время для научно-иссле-

довательских и конструкторских организаций, машиностроительных заводов создания необходимого набора машин для комплексной механизации всех процессов на путевых работах разрезов. Использование же отдельных образцов путевой техники, созданных для обслуживания магистральных путей государства, желаемых результатов не дает. Разрезам нужна высокопроизводительная, пригодная для тяжелых условий открытых работ путевая техника, способная производительно работать в суровых климатических условиях Казахстана, Сибири и Дальнего Востока.

Глава X. Электроснабжение разрезов

§ I. Схемы энергоснабжения^{х)}

Источником внешнего электроснабжения разрезов, завода РГТО и других объектов бассейна, а также потребителей города и поселков Экибастузского района является районная подстанция 220/110/35 кВ «Экибастузская» с двумя автотрансформаторами 125 и 120 МВА, входившая ранее в энергосистему «Экибастуэнерго».

Подвод питания к подстанции «Экибастузская» осуществляется по двум ВЛ - 220 кВ: одна идет с Ермаковской ГРЭС, другая - с Экибастузской ГРЭС-1. Отпайка от ВЛ-220 кВ (Карагандинская ГРЭС-2 - Осокаровка), которая раньше также питала подстанцию «Экибастузская», заведена на ОРУ Экибастузской ГРЭС-1.

Распределение электроэнергии от подстанции «Экибастузская» к подстанциям разрезов, города и поселков выполнено воздушными линиями 35 кВ для питания объектов разреза «Северный» и 110 кВ для питания разрезов «Богатырь» и «Восточный».

Кроме того, завершено строительство двухцепной ВЛ-220 кВ от ГРЭС-1 до строящейся в районе железнодорожной станции Акбидик опорной подстанции «Центральная», по которой через перемычку на ВЛ-110 кВ («Центральная» - ТРП-7) подано напряжение 110 кВ на тягово-распределительную подстанцию (ТРП-7) разреза «Восточный».

От тягово-распределительных подстанций ТРП-5 и ТРП-6 разреза «Богатырь» и ТРП-7 разреза «Восточный» через ВЛ-35кВ запитаны передвижные подстанции КТПК-35/6, установленные для энергоснабжения горного оборудования на этих разрезах, а также подстанции 35/6 кВ промплощадок.

^{х)} Относится к 80-м годам.

Характеристика ВЛ-110 и 35 кВ приведена в табл. 44.

Таблица 44

Наименование	Напряже- ние, кВ	Протяжен- ность, км	Коли- чество цепей	провод	
				марка	сечение, мм ²
Экибастузская					
п/ст-ТРП-1	35	7,5	2	АС	120
То же - ТРП-2	35	1,6	2	АС	185
То же - ТРП-3	35	4,0	2	АС	120
То же - ТРП - 4	35	12,1	2	АС	120
То же - ТРП - 5,6					
(разрез "Богатырь")	110	17,7	2	АСО	300
				АСО	150
ТРП - 6 - ТРП - 7	110	4	2	АС	185
П/ст. "Центральная"-					
ТРП-7	110	9,8	2	АС	300
ТРП - 7 - п/ст. №10					
(очистные соору- жения)	35	3,3	1	АС	120
ТРП - 7 - п/ст. №11					
"Восточная"	35	2,5	2	АС	120

Электроснабжение разреза «Северный» осуществляется от четырех тягово-распределительных подстанций 35/6 - 1,65 кВ: ТРП-1, ТРП-2, ТРП-3, ТРП-4 и подстанции 35/6 кВ завода РГТО, которые получают питание от ОРУ-35 кВ ТЭЦ, совмещенной с подстанцией 220/110/35 кВ «Экибастузская», по отдельным двухцепным ВЛ - 35 кВ на металлических и железобетонных опорах.

Основными потребителями электроэнергии на разрезе и отвалах являются одноковшовые и роторные экскаваторы, буровые станки, электровозы и тяговые агрегаты постоянного тока напряжением 1,65 кВ, дренажные шахты, освещение разрезов и отвалов, потребители промплощадок.

Электроснабжение потребителей разреза от четырех ТРП и подстанции завода РГТО осуществляется по постоянным ВЛ-6 кВ на железобетонных и деревянных опорах. ВЛ-6 кВ спускаются в разрез со стороны нерабочего борта для питания потребителей на добыче угля.

Питание токоприемников на вскрышных работах осуществляется по ВЛ-6 кВ, спускаемых в разрез со стороны северной и южной выездных траншей, и далее по передвижным ВЛ-6 кВ на железобетонных основаниях, расположенным вдоль вскрышных уступов. Аналогично выполнено и питание потребителей отвалов.

Подключение экскаваторов к передвижным ВЛ-6 кВ производится при помощи приключательных пунктов типа РВНО-6 и ЯКНО-6ЭР и гибких кабелей марки КШВГ различных сечений.

Питание буровых станков осуществляется от передвижных КТП-6/0,4 кВ мощностью до 400 кВА гибким кабелем. Аналогично выполнено питание постов ЭЦ, нарядных-обогревалок, передвижных прожекторных мачт и других внутрикарьерных потребителей.

Освещение разреза со стороны стационарного борта частично выполнено светильниками с лампами ДКСТ-20 и ДКСТ-50, установленными на металлических прожекторных мачтах. Специального освещения на вскрышных уступах нет (не считая проездов и мест прохода людей), используется только индивидуальное освещение экскаваторов. Освещение отвалов выполнено светильниками с лампами накаливания, подвешенными на опорах контактной сети.

Электроснабжение промплощадок производится от подстанций 6/0,4 кВ по ВЛ-6 кВ на деревянных и железобетонных опорах от тягово-распределительных подстанций №№ 1,2,3,4.

Существующая схема в целом обеспечивает довольно устойчивое электроснабжение объектов разреза «Северный».

В то же время она страдает определенными недостатками, среди них:

- значительная протяженность магистральных ВЛ-6 кВ на добычных, вскрышных и отвальных работах;
- большое число отходящих ВЛ-6 кВ (до 32 шт.) от тягово-распределительных подстанций разреза и их большая протяженность (свыше 70 км), что вызывает заметные потери напряжения (до 4,5%) и электроэнергии;
- отсутствие на ТРП-1 и ТРП-3 резервных трансформаторных мощностей, загрузка силовых трансформаторов здесь составляет 90%;

- освещенность внутрикарьерных объектов ниже нормы.

Поэтому в техническом проекте реконструкции разреза «Северный» предусмотрены мероприятия по совершенствованию схемы электроснабжения объектов разреза.

В связи с подработкой ТРП-4 и значительным возрастанием нагрузок на ТРП-1, ТРП-2 и ТРП-3 (рост мощности и числа экскаваторов, применение на транспорте тяговых агрегатов ПЭ-3Т) возникла необходимость их реконструкции на первичное напряжение 110 кВ с установкой кремниевых выпрямительных агрегатов 3,3 кВ постоянного тока.

Питание подстанций ТРП-1, ТРП-2, ТРП-3 воздушными линиями 110 кВ предусмотрено осуществить в два этапа.

На первом этапе строятся ВЛ-110 кВ от подстанции «Экибастузская». Эта схема просуществует до роста нагрузки до 65 мВт.

Затем на втором этапе все подстанции разреза переводятся на новый источник питания - подстанцию 220/110 кВ «Центральная» - строительством двухцепной ВЛ-110 кВ с точкой подключения в районе ТРП-3. ВЛ-110 кВ от подстанции «Экибастузская» сохранятся, и будут служить в дальнейшем в качестве резервного источника питания.

Учитывая значительное погружение горных работ и большие электрические нагрузки внутрикарьерных потребителей будет осуществлен глубокий ввод напряжения 35 кВ непосредственно на рабочие уступы и отвалы с установкой передвижных подстанций 35/6 кВ мощностью 4000 кВА.

Передвижная подстанция (ПКТП) состоит из трех блоков: ОРУ-35 кВ, трансформатора ТМ-35/4000 и РУ-6 кВ. Конструкция блоков подстанции обеспечивает ее транспортировку скольжением по бездорожью с уклоном до 5 градусов.

В качестве распределительного устройства 6 кВ для ПКТП принято комплектное распрестройство наружной установки, состоящее из 9 ячеек серии К-37 Куйбышевского завода «Электрощит».

На подстанции устанавливаются пять фидерных ячеек, имеющих защиту от замыканий на землю типа 3ЗП-ИМ.

Каждая подстанция предназначена для энергообеспечения двух или трех добычных экскаваторов (35/6 кВ), буровых станков и других маломощных потребителей (6/0,4 кВ).

Для питания роторных экскаваторов применены самоходные кабельные передвижки СКП-1200/100 с кабелем 6 кВ длиной 1200

метров. Подключение кабеля СКП-1200/100 к ВЛ-6 кВ выполняется через приключательный пункт ЯКНО-6ЭР.

Подключение нарезных экскаваторов ЭКГ-6,3у и вскрышных ЭКГ-6,3ус к ВЛ-6 кВ выполняется также через приключательные пункты гибким кабелем КШВГ 3х50+1х16 длиной 300м, намотанным на кабельный барабан, установленный на экскаваторе.

Спуски ВЛ-35 кВ в разрез проводятся по уступам на стационарных опорах со стороны нерабочего борта разреза.

Передвижные подстанции 6/0,4 кВ и 6/0,23 кВ мощностью 25-400 кВА (производство Ереванского электротехнического завода) служат для питания низковольтных потребителей разреза и отвалов. Они оборудованы реле утечки, обеспечивающими защитное автоматическое отключение при замыканиях на землю в сетях 0,4 кВ и 0,23 кВ с изолированной нейтралью.

Буровые станки СБР-160 получают питание от подстанций 6/0,4 кВ гибким кабелем КРПТ 3х35+1х16, подключение подстанций к ВЛ-6 кВ осуществляется через разъединитель.

Для электроснабжения потребителей вскрышных работ устанавливаются передвижные подстанции на рабочих уступах, причем каждая из них предназначена для питания двух-трех экскаваторов ЭКГ-12,5 и буровых станков 2СБШ-200Н. Питание подстанций осуществляется по ВЛ-35 кВ от ТРП-1 и ТРП-3. Спуски ВЛ-35 кВ в разрез выполнены аналогично спускам на добычных работах.

Подключение экскаваторов и бурстанков выполняется от продольных передвижных ВЛ-6 кВ, расположенных на вскрышных уступах.

Для электроснабжения отвалов также предусматриваются передвижные подстанции 35/6 кВ.

В связи со значительной протяженностью отвалов, передвижным характером экскаваторных работ и для улучшения условий запуска мощных синхронных двигателей экскаваторов установка передвижных подстанций ПКТП-35/6 кВ производится непосредственно на отвалах. Линии 35 кВ к ним выполняются на передвижных опорах с железобетонным основанием. Аналогично выполнены ВЛ-6 кВ, к которым подключаются экскаваторы и передвижные подстанции 6/0,4 кВ, служащие для питания постов ЭЦ, обменных пунктов и передвижных прожекторных мачт с лампами ДКСТ.

На площадке дренажной шахты № 2 сооружается распределительная подстанция 6/0,4 кВА с двумя трансформаторами 2х400 кВА и распредел-

устройством 6 кВ с ячейками КРУ-2-6Э. Кроме того, для питания подземных потребителей сооружается подстанция 6/6,3 кВА с двумя трансформаторами ТМ-2500 кВА. На отходящих подземных фидерах устанавливается защита от однофазных замыканий на землю в сетях 6 кВ с действиями на отключение.

На всех промплощадках предусматривается сооружение типовых трансформаторных подстанций 6/0,4 кВ мощностью от 25 до 1000 кВА.

На промплощадке усреднительно-погрузочного комплекса (УПК) предусмотрено сооружение подстанции 35/6 кВ закрытого типа (из-за большой запыленности) с двумя трансформаторами ТМН-6300/35 мощностью 16300 кВА каждый. Подвод питания к ней - от ТРП-2 по ВЛ-35 кВ.

Значительное увеличение нагрузок завода (увеличение его программы до 40 млн.руб. в год после реконструкции) потребует сооружение еще одной подстанции 35/6 кВ РГТО-2 2х25000 кВА с питанием от подстанции «Экибастузская», а также реконструкцию существующей подстанции 35/6 кВ РГТО с заменой трансформаторов на 2х10000 кВА.

Дополнительными проработками по горно-транспортной части технического проекта выявилась необходимость сооружения еще нескольких объектов электроснабжения. Среди них:

- ТРП-35/6 - 3,3 кВ № 8 для питания потребителей участка 4;
- три передвижные комплектные трансформаторные подстанции (ПКТП) 35/6 кВ с трансформатором 4000 кВА для разреза и отвала участка 4;
- трансформаторная подстанция 6/0,4 кВ на площадке станции Озерная.

На проектируемой ТРП-8, расположенной в районе станции Озерная, предусмотрена установка двух силовых трансформаторов 35/6 кВ, мощностью 2х300 кВА и четырех тяговых трансформаторов мощностью 4х6300 кВА с регулированием напряжения под нагрузкой.

Освещение разреза обеспечится светильниками с ксеноновыми лампами ДКСТ-50 и ДКСТ-20. Светильники устанавливаются со стороны нерабочего борта разреза на стационарные железобетонные и металлические порталные опоры. Для питания ламп освещения устанавливаются трансформаторные подстанции КТП-6/0,4 кВ мощностью 400 кВА с воздушным вводом, которые получают питание от

бортовых постоянных ВЛ-6 кВ на деревянных опорах с железобетонными приставками от подстанций ТРП-1, ТРП-2 и ТРП-3.

Светильники с лампами ДКСТ-20 устанавливаются на передвижные телескопические металлические мачты высотой 15 м - они освещают добычные, вскрышные и отвальные работы; светильники с лампами ДКСТ-50 (для освещения стационарных объектов разреза) устанавливаются на железобетонные прожекторные мачты.

Для питания светильников отвальных, вскрышных и добычных работ вне разреза применена система питания 0,4 кВ с глухозаземленным нулем. Подключение передвижных прожекторных мачт к КТП осуществляется гибким кабелем марки КРПТ.

Включение и отключение освещения производится автоматически с помощью фотореле.

Так как электроснабжение разреза выполнено на напряжение 35 кВ, а подстанции ТРП-1, ТРП-2 и ТРП-3 удалены от электроустановок на расстояние более 1 км, проектом предусмотрено сооружение нескольких центральных заземляющих устройств (на рабочем вскрышном борту, у подножья отвала, на добычных горизонтах). Кроме того, устраиваются также местные заземляющие устройства у передвижных подстанций 35/6 кВ и 6/0,4 кВ, которые соединяются с центральным заземлением стальным проводом сечением не менее 50 мм².

Заземление передвижных машин выполняется от местного заземляющего контура приключательного пункта по отдельной жиле гибкого кабеля.

Экибастуз относится к району с умеренной грозовой активностью с 33 грозовыми часами в год.

Устройства защиты от прямых ударов молний: для передвижных подстанций - стержневые молниеотводы, на передвижных опорах ВЛ-35 при подходе к подстанциям - трубчатые разрядники, для передвижных КТП-6/0,4 кВ и экскаваторов - вентильные разрядники.

Для своевременного предупреждения эксплуатационного персонала разреза о приближении грозовых облаков предусмотрена установка в помещении диспетчера электронного регистратора грозовой опасности.

Электроснабжение разреза «Богатырь» осуществляется от тягово-распределительных подстанций 110/35/6-10 кВ ТРП-5 и ТРП-6 (все горное оборудование, промплощадки, а также контактные сети на вскрышных уступах) и тяговой подстанции «Угольная» 110/10 кВ, питающая контактные сети на добычном комплексе и отвалах.

Здесь уже осуществлен глубокий ввод 35 кВ непосредственно в разрез и на отвалы с установкой передвижных ПКТП 35/6 кВ и 35/10 кВ мощностью 4000 кВА.

Для электроснабжения добычных экскаваторов ПКТП 35/6 установлены непосредственно на рабочих уступах, вскрышных экскаваторов - на рабочем борту разреза, отвальных - прямо на отвалах.

Буровые станки и освещение питаются от ПТП-6/0,4 кВ и 6/0,23 кВ мощностью до 100 кВА.

Подключение экскаваторов и буровых станков осуществляется так же, как и на разрезе «Северный» (по техническому проекту).

Недостатки существующих схем энергоснабжения разреза «Богатырь»:

- с углублением горных работ перенос передвижных подстанций 35/6-10 кВ осуществляется несвоевременно, что усложняет обеспечение надежной эксплуатации сетей 6-10 кВ из-за увеличения длины и количества пересечений, а также в силу своих более низких по сравнению с ВЛ-35 характеристик;

- постоянное удаление рабочей зоны горных работ от стационарного борта, на котором установлены тягово-распределительные подстанции, усложняет электрификацию железнодорожного транспорта на съездах и станциях вскрышных уступов; а из-за недостаточного количества питающих фидеров 10 кВ не обеспечивается нормальная электрификация железнодорожных станций и съездов на угольных уступах;

- на отвалах также не обеспечивается надежное электроснабжение экскаваторов и тяговых агрегатов из-за удаленности источника питания и недостаточного количества ЛЭП.

Электроснабжение разреза «Восточный» выполнено по современным схемам, заложенным в его проекте.

Для обеспечения электроэнергией горно-транспортного оборудования разреза, отвалов и промплощадок предусмотрена и сооружена тягово-распределительная подстанция ТРП-7 110/35/6 - 10 кВ, расположенная в районе станции Породная.

Питание ТРП-7 по постоянной схеме осуществляется по двухцепной ВЛ-110 кВ от опорной подстанции «Центральная» 220/110 кВ. Разрез «Восточный» получил двойное питание по ВЛ-110 кВ как прямо со стороны ГРЭС-1, так и со стороны подстанции «Экибастузская» от ТРП-6.

Двухцепная ВЛ-110 кВ ТРП - 6 - ТРП-7 в последующем будет служить резервным питанием как подстанций ТРП-6, «Угольная», ТРП-5 от подстанции «Центральная», так и ТРП-7 от подстанции «Экибастузская».

В схеме электроснабжения разреза принят глубокий ввод 35 кВ непосредственно на рабочие уступы и на отвал с установкой передвижных подстанций 35/6 кВ (ПКТП) мощностью 4000 кВА. Буровые станки и освещение питаются от ПТП 6/0,4 и 6/0,23 кВ мощностью 25-100 кВА.

Электроснабжение добычных экскаваторов, ленточных перегружателей и забойных конвейеров осуществляется от четырех ПКТП 35/6 кВ (№№ 1,3,5,6), а соединительных конвейеров - от ПКТП №№ 2,4.

Питание ПКТП 35/6 кВ от ТРП-7 осуществляется ВЛ-35 кВ на железобетонных промежуточных и анкерно-металлических опорах.

Спуски 35 кВ в разрез выполнены по уступам на стационарных опорах со стороны нерабочего борта.

Для питания роторных экскаваторов служат самоходные кабельные передвижки типа СКП-1200/100 с кабелем 6 кВ длиной 1200 м. Подключение кабеля СКП-1200/100 к ВЛ-6 кВ выполняется через приключательный пункт ЯКНО-6ЭР.

Буровые станки СБР-160 получают питание от подстанции 6/0,4 кВ гибким кабелем КРПТ 3х35+1х16.

Электроснабжение высоковольтных двигателей 6 кВ забойных и соединительных конвейеров выполнено от ПКТП-35/6 кВ.

Присоединение распреустройства 6 кВ конвейеров и ВЛ-6 кВ осуществляется через приключательные пункты. Для электроснабжения низковольтных потребителей и освещения служат передвижные подстанции 6/0,4 кВ.

Электроснабжение подъемных конвейеров (северной, южной и центральной линий) осуществляется от стационарных подстанций 6/0,4 кВ - РП-1, РП-2, РП-3 (с распреустройствами 6 кВ и двумя трансформаторами 2х250 кВА), расположенных на нерабочем борту. Эти подстанции питаются по кабельным и воздушным линиям 6 кВ от подстанции 35/6 кВ станции Восточная.

Магистральные конвейеры всех трех линий и конвейеры сортировки запитаны от подстанции 6/0,4 кВ РП-2.

Электроснабжение вскрышных работ осуществляется от трех ПКТП 35/6 №№ 7,8,9, установленных на южном нерабочем борту. ПКТП связаны с ТРП-7 двухцепной ВЛ-35 кВ.

Вскрышные экскаваторы ЭКГ-12,5 питаются по ВЛ-6 кВ на передвижных опорах через приключательные пункты ЯКНО-6ЭР, к которым подсоединяются экскаваторный кабель КШВГ 3х50+1х16 длиной 300 м, намотанный на кабельный барабан экскаватора.

Питание буровых станков 2СБШ-200Н выполнено на аналогии с добычными работами.

Породный отвал питается по двухцепной ВЛ-35 кВ от ТРП-7 до четырех ПКТП-35/6 №№ 10, 11, 12, 3, установленных непосредственно на отвале.

Освещение разреза и отвала предусмотрено типовыми светильниками с ксеноновыми лампами ДКСТ мощностью 20 кВт и прожекторами ПЭС-45 с лампами 500 Вт.

На площадке дренажной шахты сооружены распределительные подстанции 6/0,4 кВ с двумя трансформаторами 2х630 кВА и распределительным устройством 6 кВ с ячейками КРУ-2-6Э. Для питания подземных потребителей дренажной шахты построена разделительная подстанция 6/6,3 кВ с двумя трансформаторами ТМ-1600 кВА. Обе подстанции находятся в блоке одного здания. Установка разделительных трансформаторов - вне здания. На отходящих подземных фидерах установлена защита от однофазных замыканий на землю в сетях 6 кВ с действием на отключение. Подстанция оборудована ячейками 6 кВ типа КРУ-2-6Э.

На промплощадке станции Восточная для питания техкомплекса, угольных складов, котельной и др. мелких потребителей сооружена подстанция 35/6 кВ закрытого типа.

На этой подстанции установлены два трансформатора 35/6 кВ типа ТДНС-16000/35 мощностью по 16000 кВА каждый.

Для потребителей четырех угольных складов сооружены четыре типовых подстанции 6/0,4 кВ с распределительным устройством 6 кВ и двумя трансформаторами. Эти подстанции оборудованы ячейками 6 кВ КРУ-2-6Э, их мощность распределяется по кабельным линиям.

На всех промплощадках сооружены типовые трансформаторные подстанции 6/0,4 кВ мощностью 25-1000 кВА.

На подстанции 35/6 кВ станции Восточная, подстанциях угольных складов и дренажной шахты предусмотрена компенсация реактивной мощности на стороне 6 кВ, а на промплощадках - на стороне 0,4 кВ непосредственно у потребителей. Кроме того, предусмотрена ком-

пенсация реактивной мощности на ПКТП-35/6 кВ с применением передвижных статконденсаторных установок на добычных работах.

Проектом АСУТП предусмотрены телеуправление, телеизмерение и телесигнализация подстанциями ТРП-7 и всеми передвижными подстанциями разреза и отвала из центрального диспетчерского пункта в АБК станции Восточная.

Грозозащита оборудована также, как и на разрезе «Северный» (по техпроекту).

Для питания силовых токоприемников разрезов принято напряжение:

- 6 кВ - для экскаваторов, насосов главного водоотлива дренажной шахты, приводных двигателей мощных конвейеров;
- 0,38 кВ - для бурстанков и силовых токоприемников промплощадок, освещения разреза и отвала;
- 0,22 кВ - для питания постов ЭЦ (в разрезе и на отвалах), внутреннего освещения зданий на промплощадках, ксенонового освещения станций и промплощадок;
- 12 и 36 В - для ремонтного переносного освещения промышленных объектов.

Напряжение внутрикарьерной распределительной сети и отвалов принято 35 и 6 кВ, на промплощадках - 6 и 0,4 кВ.

В табл. 45 приводятся данные о протяженности силовых воздушных и кабельных линий на экибастузских разрезах (1985 г).

Таблица 45

Наименование	Ед. изм.	Всего	в том числе	
			стационарные	передвижные
Воздушные линии электропередач 6 кВ	км	617,0	372,2	244,8
то же 0,23-0,4 кВ	“-”	146,0	103,4	42,7
Кабельные линии 6кВ	“-”	367,0	122,0	244,8
То же, 0,23+0,4 кВ	“-”	273,5	224,5	49,0

Система питания низковольтных и высоковольтных потребителей разрезов и отвалов принята с изолированным нулем.

На высоковольтных воздушных и кабельных линиях предусмотрена защита от однофазных замыканий на землю с действием на отключение, а в низковольтных сетях - автоматическое защитное отключение при утечках на землю.

В силу передвижного характера горных работ все трансформаторные подстанции 6/0,4 и 6/0,23 и приключательные пункты установлены на металлических снях.

В целях сокращения простоев оборудования от повреждений кабельных сетей все приключательные пункты оборудованы воздушными вводами для подключения к ВЛ-6 кВ.

В связи с применением на экибастузских разрезах большого количества экскаваторов ЭКГ-8и, ЭКГ-12,5 и их модификаций с синхронными двигателями коэффициент мощности $\cos\varphi$ ($\text{tg}\varphi$) на границе раздела с энергоснабжающей системой достигает 0,98 (0,19). Дополнительных мероприятий по снижению коэффициента мощности не требуется.

В табл. 46 приводятся данные, характеризующие расход электроэнергии в Экибастузском бассейне по годам.

Таблица 46

Показатели	Ед. изм.	годы						
		1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985
1. Удельный расход электроэнергии на добычу (включая вскрышу)	кВт.ч/т	2,95	2,82	3,8	7,47	6,34	5,3	5,7
2. Общий расход электроэнергии	млн. кВт.ч	6,7	16,9	54,2	170	290,6	352,5	503

В целях создания более устойчивого энергоснабжения экибастузских разрезов в проекте реконструкции разреза «Богатырь» заложено сооружение в центре мульды совмещенной тягово-распределительной подстанции 110/35/10/3,3 кВ, которая призвана обеспечить энергоснабжение экскаваторов на разрезе «Северный» с применением глубокого ввода 35 кВ и электрификацию железнодорожного транспорта на напряжение постоянного тока 3,3 кВ. Для электрификации железнодорожного транспорта разреза «Богатырь» на подстанции предусмотрено напряжение 10 кВ. В целом же эта подстанция решает вопрос энергоснабжения разрезов со стороны рабочего борта.

Для улучшения электроснабжения экибастузских разрезов необходимо решить следующие вопросы: глубокие вводы 110 кВ в разре-

зы; глубокие вводы 110/10 кВ и 35/3,3 кВ для электрификации железнодорожного транспорта; внедрение вакуумных выключателей 6-10 кВ на экскаваторах, приключательных пунктах, подстанциях, а также тиристорных выключателей в силовых цепях постоянного тока 3,3 кВ (обеспечение отключения мощных токов короткого замыкания); разработка и внедрение системы телемеханизации в управлении передвижными подстанциями 35/6 кВ, распредпостами 10 кВ и 3,3 кВ.

§ 2. Тягово-распределительные подстанции и тяговые сети

На экибастузских разрезах по состоянию на 1.01.85 г. действовало семь тягово-распределительных подстанций (ТПП-1, ТПП-2, ТПП-3, ТПП-4, ТПП-5, ТПП-6, ТПП-7) и одна тяговая подстанция «Угольная». Для примера здесь более подробно описана ТПП-7 разреза «Восточный», где установлено современное оборудование.

На ТПП-7 110/35/6-10 кВ имеется две секции шин - 110 и 35 кВ - каждая с обходной системой шин при одном обходном выключателе. Обходная система шин позволяет в любое время выводить в ремонт выключатель любой цепи без нарушения питания потребителей в цепях 35 кВ и 110 кВ и связи с системой в цепях 110 кВ.

Система шин 35 кВ и 110 кВ обеспечивает производство централизованных ремонтов оборудования ОРУ 35 кВ и 110 кВ и повышает надежность электроснабжения потребителей разреза.

На ОРУ 110 и 35 кВ в качестве коммутационной аппаратуры установлены масляные выключатели МКП-110-1000 и С-35-3200-50.

На ТПП-7 установлены два силовых трансформатора 110/35/6 кВ типа ТДТН-40000/110 мощностью 40000 кВА и два тяговых трансформатора ТДН-16000/110 мощностью 16000 кВА с регулированием напряжения под нагрузкой.

На ТПП-1,2,3 техническим проектом реконструкции предусматривается ОРУ-110 кВ по упрощенной схеме с отделителями и короткозамыкателями и ОРУ-35 кВ с сохранением существующей схемы с двумя системами шин и с одним секционным выключателем. В качестве коммутационной аппаратуры на ОРУ-35 кВ применены масляные выключатели С-35-3200-50.

Таблица 47

Подстанции	Трансформаторы силовые	Трансформаторы тяговые	Оборудование распределительных устройств				
			ОРУ-110 кВ	ОРУ-35 кВ	РУ-10 кВ	РУ-6 кВ	РУ-1,65
ТРП-1	ТД-10000, 35/6 кВ 2 шт.	ТМРУ-6200-3700, 35/1,65 кВ	-	МКП-35	-	ВМГ-133	ВAB-28
ТРП-2	ТН-6300, 35/6 кВ 2 шт.	ТМРУ-6200-3700, 35/1,65 кВ	-	МКП-35	-	ВМГ-133	ВAB-28
ТРП-3	ТД-10000, 35/6 кВ 2 шт.	ТМПУ - 4640, 35/3, 3кВ-5шт.	-	МКП-35	-	ВМГ-133	ВAB-28
ТРП-4	ТМ-4000, 35/6 кВ 2 шт.	УТМРУ-6200-3700, 35/1,65кВ	-	МКП-35	-	ВМГ-133	ВAB-28
ТРП-5	ТДТН-20000/110, 110/35/10 кВ, 2 шт.	ТДН-31500/110 - 2 шт.	-	МКП-35	Ячейка КВЭ-10, ВМП-10	Ячейка КВЭ-6, ВМГ-133	-
ТРП-6	ТДТН-10000, 110/35/6 кВ 2 шт.	ТРДН-32000/110; 110/10 кВ	-	МКП-35	Ячейка КВЭ-10, ВМП-10	Ячейка КВЭ-6, ВМГ-133	-
ПС "Угольная"	-	ТРДН-25000/110, 110/10 кВ, 2 шт.	-	-	Ячейка КВЭ-10, ВМП-10	Ячейка КВЭ-6, ВМГ-133	-
ТРП-7	ТДТН-40000/110, 110/35/6 кВ, 2 шт.	ТДН-16000/110, 110/10 кВ 2 шт.	МКП-10	МКП-35	ВЭМ-10Э ВМПЭ-10 на вво-дах	Ячейка КВЭ-6, ВМГ-133	-

На подстанциях приняты к установке силовые трансформаторы с регулированием напряжения под нагрузкой 110/35/6 кВ типа ТРДН: ТРП-1 2х40000 кВА, ТРП-2 2х63000 кВА, ТРП-3 2х25000 кВА.

На подстанциях предусмотрены фундаменты под трансформаторы с учетом возможности замены трансформаторов под следующий габарит мощности.

В табл. 47 приведены данные, характеризующие основное оборудование, установленное на подстанциях.

Напряжение контактной сети на разрезе «Северный» - 1,65 кВ постоянного тока (в соответствии с проектом намечен переход на напряжение 3,3 кВ), на разрезах «Богатырь», «Степной» и «Восточный» - 10 кВ переменного тока. Ниже приводятся данные (табл. 48) о протяженности в км тяговых сетей (на 1.01.91 г.).

Таблица 48

	Всего	в том числе	
		стационарные	передвижные
Питающие и отсасывающие линии 10 кВ	67,7	47,2	20,5
Питающие и отсасывающие линии 1,65 кВ	286	176,1	110,0
Контактные сети переменного тока 10 кВ	189,4	126,0	63,4
Контактные сети постоянного тока 1,65 кВ	553,7	343,7	210,0

Глава XI. Ремонт горно-транспортного оборудования

Экибастузские разрезы и обслуживающие их производственные подразделения оснащены значительным количеством мощного горно-транспортного и другого оборудования отечественного и зарубежного производства. Ниже приведены данные (1990 г.) о наличии основной техники для различных производственных процессов.

1. Экскаваторы карьерные, всего, шт.	130
в том числе одноковшовые	110
из них: ЭКГ-4,6, ЭВГ-4и, ЭКГ-4у, ЭКГ-5А	23
ЭКГ-6,3у, ЭКГ-8И	56
ЭКГ-12,5, ЭКГ-10у, ЭКГ-6,3у	21
ЭШ-10/70А, ЭШ-13/50	10
роторные	20
из них: ЭРП-1250, ЭР-1250, СРС(к)-470	8
СРС(к)-2000	8
ЭРП-2500	2
ЭРШРД-5000	2
2. Нарезные комплексы на базе СРС(к)-470, компл.	2
3. Конвейеры ленточные, компл.	9
4. Буровые станки всего, шт.	83
в том числе: СББ-2М, СБР-160	50
2СБШ-200, 2СБШ-200Н	33
5. Экскаваторы строительные, шт.	70
6. Бульдозеры всего, шт.	196
в том числе: с мощностью дизеля 250-330 л.с.	105
7. Тракторы всего, шт.	134
в том числе: К-700, К-701	22
8. Краны железнодорожные всего, шт.	41
в том числе грузоподъемностью 80-125т	15
9. Краны автомобильные всего, шт.	65
в том числе грузоподъемностью 25-40т	6
10. Краны гусеничные, шт.	12
11. Краны на пневмоходу, шт.	24
12. Автовышки, шт.	12
13. Тяговые агрегаты всего, шт.	131
в том числе: типа ОПЭ-1	79

14. Электровозы постоянного тока ПЭ-2М, шт.	13
15. Тепловозы всего, секций	63
том числе: ТЭ-3	51
16. Маневровые тепловозы, шт.	58
17. Думпкары всего, шт.	1186
в том числе г/п: 100-105 т	598
136 т	338
145 т	37
180 т	88
18. Вагоны - дозаторы, шт.	196
19. Дрезины железнодорожные разные, шт.	73
20. Путевая техника разная, единиц	90

Обеспечение нормальной эксплуатации используемой техники находится в прямой зависимости от состояния ремонтной базы, поставки и уровня ее технического обслуживания.

§ I. Ремонтная база

Для экибастузских разрезов характерно значительное отставание темпов развития ремонтной базы в противовес быстрому росту добычи угля, развитию вскрышных работ, высокому уровню механизации разрезов. На протяжении всего периода освоения Экибастузского угольного бассейна, ремонтная база хотя и развивалась, но оставалась маломощной и не справлялась с возрастающими объемами ремонтов горно-транспортного оборудования.

Ремонтная база ПО «Экибастузуголь» состояла из завода РГТО, управления механизации по ремонту бульдозеров, механических мастерских разрезов, деповского хозяйства ПТУ.

Экибастузский завод РГТО построен по проекту института «Челябгипротяжмаш».

В 1968г. сдана 1-я очередь завода с годовой программой 1 млн.руб. и производственной площадью 6800 м², кислородной станцией, бытовым корпусом и подстанцией.

В 1973г. введена в эксплуатацию 2-я очередь завода с приростом мощности 3 млн.руб. площадью 6000 м² и вводом цехов металлоконструкций и экскаваторного.

В 1974г. сдана 3-я очередь завода с приростом мощности 3,68 млн.руб. и производственной площадью 6500 м², в том числе: цех по

ремонт подвижного состава; электроремонтный цех; открытый склад узлов и деталей и компрессорная.

Таким образом завод введен на полную проектную мощность 7,68 млн.руб. (8,4 млн.руб. в ценах 1984г.): блок № 1 площадью 18900 м²; заводоуправление с бытовыми и столовой на 70 посадочных мест с развернутой площадью 3312 м²; кислородная станция площадью 468 м²; компрессорная станция - 468 м²; подстанция; насосная станция оборотного водоснабжения (162 м³/ч).

Завод РГТО является единственным ремонтным предприятием, имеющим в своем составе технические, производственные и др. службы и помещения, необходимые для нормальной производственной деятельности ремонтного предприятия.

Данные о площади цехов и установленном оборудовании завода РГТО приведены в табл. 49.

Таблица 49

Объекты	Строительная характеристика производственных помещений			Количество металлорежущего оборудования по времени эксплуатации, шт.			Численность промышленно-производственного персонала, чел.	
	Общая развернутая площадь без бытовых помещений, м ²	Высота до подкрановых путей, м	Максимальная грузоподъемность кранов, т	До 10 лет	От 10 до 20 лет	Свыше 20 лет	Всего	в т.ч. рабочих
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Механосборочный участок с ремонтно-механическим и инструментальным отделениями	6804	6	5	29	59	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Участок металлокон- струкций с кузнеч- ным отделением	3024	10	32/5	9	9	-	-	-
Экскаватороремонт- ный участок	3024	10	32/5	6	11	-	-	-
Участок ремонта локомотивов	1512	10	32/5	-	3	-	-	-
Электроремонтный участок	1512	10	32/5	3	7	1	-	-
Вагоноремонтный участок	3024	10	32/5	5	2	-	-	-
Всего	18900	-	-	52	91	1	731	598

В течение 1990-2000 гг. обновление станочного парка почти не происходило.

Завод РГТО проектной мощностью 7,68 млн. руб. предназначен для капитальных ремонтов экскаваторов ЭКГ-4,6 и ЭКГ-8, думпкаров г/п до 100 т, электровозов ЕЛ-1 и ЕЛ-2.

Техническое оснащение завода (станочный парк, грузоподъемные средства и оборудование для ремонта подвижного состава, электрических машин и др.) и его производственные площади не отвечают потребностям и технологии ремонта горно-транспортного оборудования, которое сегодня эксплуатируется на разрезах.

Завод не рассчитан на ремонт всех типов роторных экскаваторов, одноковшовых типа ЭКГ-8И и ЭКГ-12,5, драглайнов ЭШ-10/70А и ЭШ-13/50, тяговых агрегатов ОПЭ-1 и ПЭ-2М, думпкаров 2ВС-105, ВС-145 и 2ВС-180. Он введен в эксплуатацию без нестандартизованного оборудования и технологической оснастки, необходимых для сборочно-разборочных работ, восстановления и упрочения деталей.

С 1980 г. завод вынужден производить централизованно все виды ремонтов мехлопат, текущие и средние ремонты роторных экскаваторов производительностью до 2000 т/ч. Из-за нехватки производственных мощностей завод выполнял только 20% текущих ремонтов экскаваторов. Не производился капитальный ремонт тяговых агрегатов, буровых станков, мощных роторных экскаваторов.

На заводе нет специализированных постов, участков и тем более поточных линий для ремонта однотипных узлов и деталей. Метод ремонта оборудования - преимущественно индивидуальный.

В табл. 50 приведены данные по видам и объемам ремонтов, выполнявшихся заводом РГТО (в тыс. руб.).

Таблица 50

Показатели	1980 г.	1985 г.
1. Валовая продукция	7309	9385
1.1. Капитальный ремонт оборудования	4943	7790
в т.ч.: экскаваторов	2721	5863
электрооборудования	359	411
узлов и деталей	179	414
думпкаров и локомотивов	1540	1020
собственного оборудования и буровых станков	144	82
1.2. Текущий ремонт экскаваторов	1352	62
Всего по ремонту экскаваторов	4073	5925
1.3. Изготовление и восстановление запчастей	-	557
1.4. Изготовление металлоконструкций и нестандартизированного оборудования		224
1.5. Прочие виды работ и разовые заказы		495
1.6. Товарное литье (цветное)		43

Управление механизации имеет производственную площадь 470 м² (мощность 500 тыс.руб. в год), оно выполняет текущие и капитальные ремонты бульдозеров на базе тракторов ДЭТ-250, Т-330, Т-180, Т-130.

Объем работ, выполненный в 1985 г. Управлением механизации, приведен в табл. 51.

Таблица 51

	шт.	тыс. руб.
1. Капитальный ремонт ДЭТ - 250	16	419,0
2. Средний ремонт ДЭТ - 250	22	319,0
3. Кап.ремонт Т-100	11	58
4. Кап.ремонт ШПМ-02	-	-
5. Кап. ремонт Т-130	2	10,5
6. Кап.ремонт двигателя ВЗ-1	5	16,5
7. Техобслуживание бульдозеров	310	82,0
8. Услуги машин и механизмов	-	235,0
9. Товарная продукция	-	1140

Как видно из приведенной таблицы, в Управлении механизации выполнялись ремонты бульдозеров на базе тракторов ДЭТ-250, Т-180, Т-100. За 1985 г. выполнено: 25 капитальных, 33 средних и 50 текущих ремонтов, что составляет незначительную часть потребности. Производство ремонтов осуществлялось в 3-х зданиях типа гаражей без соответствующих средств механизации, технологического оборудования, стендов. Выполнение ремонтов в таких условиях вынуждено производиться с отступлениями от технических условий и требований. Условия для ремонтного персонала не соответствуют санитарно-гигиеническим нормам.

Ремонтное хозяйство разрезов включало механические мастерские и участки по монтажу, демонтажу и ремонту. Мастерские выполняли (да и сейчас выполняют) текущие и аварийные ремонты экскаваторов, строительно-дорожной техники, электрооборудования, ремонты хозоборудования. Общая производственная мощность мастерских составляла примерно 10000 м², объем продукции - 1,5 млн.руб. До 30% производственной площади использовалось для хранения резервного, а также подлежащего ремонту электрооборудования. Разрезы силами своих мастерских выполняли работы по текущему содержанию всего оборудования, а также ремонты экскаваторов, которые из-за малой мощности не брал в ремонт завод РГТО.

Техническая характеристика мастерских разрезов (на 1.01.90 г.) приведена в табл. 52. (без разреза «Восточный»).

Таблица 52

Объекты	Производственная площадь, м ²	Количество станочного оборудования, шт.	Грузоподъемность кранов, т
1. Блок ремонтно-складского хозяйства разрезов "Богатырь" и "Степной"	4750	24	20
2. Мехмастерские разрезов "Северный"	2440	13	10
3. Мехмастерские разрезов "Южный"	1290	19	15
4. Мехмастерские разрезов "Северный"	1020	14	5

Деповское хозяйство всех четырех ПТУ имеет производственную площадь 25500 м² (при потребности 44000 м²). Существующая база предназначена только для производства текущих ремонтов, она не имеет необходимого технологического оборудования и оснастки для больших периодических ремонтов, сдерживаются при этом малые периодические и профилактические ремонты. Например, потребность в ремонтах на 1986г. составляла 10,5 млн.руб., обеспечено только на 4,3 млн.руб. (дефицит 6,2 млн.руб.). По этой причине просрочены сроки заводского ремонта 32 и подъемного ремонта 20 тяговых агрегатов ОПЭ-1, соответственно, 10 и 8 тяговых агрегатов ПЭ-2М.

Все ремонтные предприятия по текущему ремонту и техническому обслуживанию подвижного состава находились в ведении четырех ПТУ. Здесь делались попытки организовать выполнение ремонтов, включая капитальный, для некоторых видов локомотивов и вагонов без соответствующих производственных площадей, в отсутствии требуемого технологического оборудования, стендов, оргоснастки и приспособлений, грузоподъемных средств, с отступлением от технических требований и условий.

Деповские и текущие ремонты думпкарров, обрабатываемых по станциям Южная, Северная, Западная, выполняются на открытых площадках, не оборудованных грузоподъемными и др. средствами. С внедрением в эксплуатацию на разрезе «Северный» тяговых агрегатов ПЭ-2М существующие депо № 1 и № 2 и экипировочное депо

на станции Северная не в состоянии обеспечить выполнение ремонтов и технического обслуживания без соответствующей реконструкции.

С отставанием введены цех подвижного состава на станции Трудовая и цех подвижного состава на заводе РГТО, перенесен срок строительства цеха текущих ремонтов тяговых агрегатов и тепловозов на станции «ТУЗ», комплексов экипировочных устройств и технических служб на станциях Северная, Южная, Ударная, Трудовая на последующие годы.

В табл. 53 приведены ремонтные предприятия (цехи) в составе погрузочно-транспортных управлений и виды выполняемых ими ремонтов (по состоянию на 1.01.86 г.).

Таблица 53

№№ пп	Объекты	Виды ремонтов	Название ПТУ	Местонахождение объекта
1.	Депо РГТО	ОПЭ-1 (2-х секционные) и тепловозы: подъемка, БПР, МПР, ПО, обточка колесных пар, межпоездной ремонт.	Богатырское	Станция Богатырская
2.	Депо подвижного состава	ОПЭ-1 (3-х секционные): МПР, ПО, экипировка, КТО. Думпкары: годовой и профилактический ремонты.	Восточное	Станция Степная
3.	Депо подвижного состава	То же	Восточное	Станция Ковыльная
4.	Депо подвижного состава	ОПЭ-1 (2-х секционные): экипировка, КТО.	Богатырское	Станция Богатырская
5.	Профилактический дизель-поездов	Дизель-поезда и тепловозы: БПР, МПР, ПО.	ЭПТУ	Станция Городская
6.	Депо подвижного состава	Электропоезда постоянного тока: БПР, МПР, ПО. Тяговые агрегаты ПЭ-2М: БПР, МПР, ПО.	Северное	Станция Трудовая

1	2	3	4	5
7.	Депо подвижного состава	ПЭ-2М: БПР, МПР, ПО. Думпкары: деповский и текущий ремонты.	Северное	Станция Ударная
8.	Экипировочное депо	Электровозы и тяговые агрегаты ПЭ-2М: экипировка, КТО.	Северное	Станция Породная - Северная
9.	Цех подвижного состава	Думпкары: текущий, деповский и капитальный ремонты.	ЭПТУ	Станция Трудовая

Примечание: ПО - профилактический осмотр, КТО - контрольно-технический осмотр, МПР - малый периодический ремонт, БПР - большой периодический ремонт.

Ниже приведены данные о потребности в ремонтах оборудования железнодорожного транспорта в бассейне (табл. 54).

Таблица 54

	1985 г.			1990 г.		
	Потребность	Обеспеченность	Дефицит	Потребность	Обеспеченность	Дефицит
Капитальный ремонт горно-транспортного оборудования, млн.руб.	19,2	5,5	12,7	23,7	6,85	17,05
Текущий ремонт оборудования, млн.руб.	5,0	3,4	1,6	6,5	3,8	2,7
Прочие виды работ, млн.руб.	4,8	1,8	3,0	5,8	2,4	3,4
Всего, млн.руб.	28,0	10,7	17,3	36,0	12,2	23,8

Как уже отмечалось, ремонтная база в бассейне в значительной мере отстала от потребностей быстро растущего производства. В то же время имеющаяся проектно-сметная документация на расширение завода РГТО по существу не используется, а расширение завода

на протяжении ряда лет практически не начато (выполнено 3,4% работ от сметной стоимости).

Расширение завода предусмотрено на существующей площади. Годовая программа завода в денежном выражении составит 40,9 млн.руб., в том числе:

капитальный ремонт	- 21,09 млн.руб.
текущий ремонт	- 8,373 млн. руб.
товарное литье	- 4,866 млн.руб.
прочая продукция	- 6,671 млн.руб.

Проектом намечено строительство литейного цеха с программой 19800 т стального литья в год.

В проекте заложен заводско-полевой способ ремонта тяжелых экскаваторов цикличного действия и роторных комплексов с элементами сменно-узлового метода, что позволит значительно сократить простои оборудования в ремонте, повысить производительность труда и качество работ, снизить себестоимость ремонта.

При этом общая разборка перед ремонтом, общая сборка и испытание машин производятся на ремонтных площадках разрезов силами выездных бригад завода.

Для ремонта средств железнодорожного транспорта проектом предусмотрен цех по ремонту подвижного состава в составе специализированных отделений по ремонту локомотивов, вагонов и дизельных двигателей тяговых агрегатов.

Изготовление стального (до 3-х т) и цветного литья на потребность основного и вспомогательного производства, а также для поставок на сторону, предусматривается в литейном цехе с замкнутым циклом производства.

Ремонт узлов экскаваторов, ремонт буровых станков, бульдозеров, кранов и собственного оборудования, изготовление запчастей, нестандартизованного оборудования и металлоконструкций сосредотачивается в имеющемся блоке № 1 площадью 18900 м².

Режим работы завода: 2 смены по 8 час., при пятидневной рабочей неделе, 260 дней в году.

Согласно проектным проработкам института «Карагандагипрошахт» все ремонтные предприятия ПО «Экибастууголь» делятся на две группы. К первой отнесены объекты, находящиеся в ведении объединения, ко второй - ремонтные предприятия, находящиеся в

ведении разрезов и ПТУ, выполняющие объемы ремонта и технического обслуживания горно-транспортного и вспомогательного оборудования, не учтенных в программе объединения.

Ниже приведен перечень ремонтных предприятий (с учетом выполненных проектов) первой группы (табл. 55).

Таблица 55

№ пп	Наименование предприятия	Название	Годовая мощность	Титул строительства, местонахождение	Примечания
1	2	3	4	5	6
1.	Завод РГТО.	Капитальные, средние и текущие ремонты горно-транспортного оборудования	55 млн. руб.	Реконструкция завода РГТО	Начато строительство цеха подвижного состава.
2.	Цех подвижного состава.	Деповские и текущие ремонты думпкаров и вагонов.	По трудовым затратам 661640 человеко-часов.	Новое строительство. Станция Трудовая	Введен в эксплуатацию в 1983г.
3.	Цех ТР-1 и ТО-3 тяговых агрегатов и тепловозов.	Текущие ремонты ТР-1 и технические осмотры ТО-3 тяговых агрегатов и тепловозов.	-	По разрезу "Восточный". Станция "ТУЗ"	Строительство отнесено на 12 пятилетку.
4.	Расширение профилактория дизель-поездов.	Текущие ремонты ТР-3, ТР-2, ТР-1, ТО-3.	110 ремонтов.	По разрезу "Восточный". Станция Городская.	То же.
5.	Ремонтно-производственная база электросетей.	Техническое обслуживание и ремонт подстанций и высоковольтных сетей.	2000 условн. единиц.	По разрезу "Восточный". Станция Трудовая.	То же.
6.	Контрольно-испытательный пункт службы сигнализации и связи.	Ремонт и проверка приборов, защитных средств, инстумента и приспособлений.	Реле-18600 шт. Блоки - 4500 шт. Кабель-2626 км.	-	То же.

1	2	3	4	5	6
7.	Центральная база по ремонту дизельно-строительной техники.	Капитальный и текущий ремонт авто-тракторнобульдозерной техники, подъемно-транспортного и дорожно-строительного оборудования.	8,8 млн. руб.	-	Проектирование отнесено на 12 пятилетку
8.	Путевая производственная база.	Капитальный, средний, подъемочный ремонт железнодорожных путей, сборка-разборка звеньев, ремонт шпал, рельсов, изготовление изостыков. Лесопропитка. Ремонт путевых машин.	Ремонт рельсов-616 км Сборка-разборка звеньев 1080 км. Ремонт шпал - 248,5 тыс. шт.	Реконструкция разреза "Северный"	Начато строительство

Объекты второй группы разреза «Богатырь» построены и действуют, по разрезам «Северный» и «Восточный» имеется только проектно-сметная документация, там пока действуют старые ремонтные цехи.

Проектными проработками института «Карагандагипрошахт» объекты рембазы разрезов на перспективу определились следующим образом.

	Реконструкция разреза "Северный"	Реконструкция разреза "Богатырь"	Разрез "Восточный"
Основная производственная площадь, м ²	46900	64300	67900
Трудоемкость ремонтных работ, тыс.чел.час.	2136	3090	2438

Из объектов первой группы построен и эксплуатируется завод РГТО мощностью 7,68 млн.руб. и цех подвижного состава мощностью по годовым трудозатратам - 661640 чел.

Потребность в капитальном ремонте оборудования на 1985г. 14,19 млн.руб. обеспечена заводом на сумму 7,79 млн.руб., дефицит составил 6,4 млн.руб. Даже с пуском первой очереди завода (по титулу расширения) потребность в капитальном ремонте оборудования полностью не закрывается (дефицит 1,6 млн.руб.).

Общая потребность в продукции ремонтных предприятий в 1985г. составила 26,19 млн.руб., покрыто 9,11 млн.руб., или 34%, дефицит составил 17,08 млн.руб. С пуском первой очереди завода общий дефицит составит 4,6 млн.руб.

Ниже приводятся основные технико-экономические показатели завода РГТО (табл.56).

Таблица 56

Показатели	Ед. изм.	отчет завода		по тех. проекту	
		1980 г.	1985 г.	на 1 пуск комплекс	на полное развитие
1. Годовой выпуск продукции					
- в оптовых ценах	т.р.	7309	9385	20700	40900
- по себестоимости	" - "	6236	7971	-	31783
2. Прибыль	" - "	1060	1120	-	9167
3. Количество работающих,	чел.	662	823	1720	3146
в т.ч. рабочих	" - "	524	598	1360	2497
4. Общее количество основного технологического оборудования,	шт.	203	220	320	650
в т.ч. металлорежущего	" - "	129	140	104	186
- подъемно-транспортного	" - "	50	55	77	237
5. Общая развернутая площадь	м ²				
- производственных зданий		19992	19992	46450	91860
- бытовых помещений и контор	" - "	3312	3312	7700	17924
6. Годовой выпуск продукции в оптовых ценах	т.р.				
- на одного работающего		11,44	11,0	12,0	13,0
- на одного рабочего		14,0	15,4	15,2	16,4

§ 2. Организация ремонта

Планово-предупредительные ремонты оборудования на разрезах осуществляются методом проведения технических уходов, технического обслуживания и плановых периодических ремонтов. Здесь приняты следующие виды технического обслуживания и ремонтов основных видов оборудования:

Экскаваторы карьерные - технические уходы и осмотры, текущий (месячный) ремонт, годовой, средний и капитальный ремонты;

промышленные электровозы и тяговые агрегаты - малый периодический ремонт, большой периодический ремонт, подъемочный ремонт, заводской ремонт;

тепловозы - профилактический осмотр, малый периодический ремонт, большой периодический ремонт, подъемочный ремонт, заводской ремонт;

думпкары - профилактический ремонт, деповский ремонт, заводской ремонт;

буровые станки - технический осмотр, текущий, средний, капитальный ремонты.

Технические уходы и осмотры производятся обслуживающим персоналом в течение смены, между сменами и во время технологических простоев оборудования.

Текущий ремонт предназначен для поддержания горно-транспортного оборудования в технически исправном и работоспособном состоянии. При выполнении этого вида ремонта производятся: замена небольшого количества изношенных деталей, регулировка механизмов, тормозных фрикционных устройств, очистка смазочных систем и т.д. Текущие ремонты выполняются на месте работы оборудования силами обслуживающего персонала и ремонтно-механических мастерских в предусмотренные месячным графиком сроки.

Годовые ремонты оборудования по объему занимают промежуточное положение между средним и текущим ремонтами и проводятся, как правило, с учетом тщательной подготовки машин к работе в зимних условиях. Выполняются они силами обслуживающего персонала и ремонтных бригад предприятия.

Средние и капитальные ремонты, как наиболее сложные и объемные, производятся силами ремонтной базы предприятия или завода РГТО.

В связи с тем, что доставка карьерных экскаваторов (одноковшовых и роторных) на ремонтные базы затруднена из-за больших габаритов и массы, ремонты их производятся непосредственно на рабочих местах - на уступах.

Периодичность текущих, годовых, средних и капитальных ремонтов горного оборудования принята согласно структуре ремонтного цикла для каждого вида оборудования. Например, капитальные ремонты экскаваторов выполняются через четыре года. В промежутке между ними производится один средний и два годовых ремонта. Капитальный ремонт буровых станков производится через 2 года, а в промежутке выполняется средний ремонт.

Нормативы продолжительности ремонтов для основного горного оборудования, принятые в бассейне, представлены в табл.57.

Таблица 57

Наименование оборудования	Продолжительность ремонтов, в сутках		
	годовой	средний	капитальный
1. Экскаваторы ЭКГ - 4,6	12	18	30
2. Экскаваторы ЭКГ-8И, ЭКГ-6, 3ус	17	28	60
3. Экскаваторы ЭКГ - 12,5, ЭКГ-10ус, ЭКГ-6, 3у	26	35	70
4. Драглайны ЭШ-10/70 и ЭШ-13/50	26	35	62
5. Экскаваторы роторные СРс(к)-470, ЭРП-1250, ЭР-1250	30	45	70
6. Экскаваторы роторные СРс(к)-2000 и ЭРП-2500	40	55	90
7. Экскаваторы роторные ЭРШРД-5000	69	80	110

Планирование работ по планово-предупредительным ремонтам горного оборудования на разрезах осуществляется в соответствии с утвержденными нормативами. График ремонтов оборудования увязывается с направлениями ведения горных работ и совмещается с месячным и квартальным технологическими графиками.

Годовые графики планово-предупредительных ремонтов оборудования разрабатываются главными механиками разрезов совместно с начальниками и механиками участков одновременно с составлением производственной программы по добыче угля и вскрышным работам на предстоящий год. При этом учитываются техническое состояние каждой машины, длительность ее работы, выполнение предыдущих плановых ремонтов и технологическая связь с другими звеньями производственного процесса.

После рассмотрения и утверждения годового графика в объединении разрезы составляют квартальные и месячные графики с учетом равномерной загрузки ремонтного персонала и выполнения плана производства.

План капитального, среднего и др. ремонтов заводу по ремонту горно-транспортного оборудования устанавливается объединением исходя из его производственной мощности и потребностей разрезов.

В проектах строительства новых и реконструкции действующих разрезов принята система ремонта и технического обслуживания горно-транспортного оборудования, обеспечивающая максимальную централизацию, специализацию и кооперацию ремонтных предприятий на основе агрегатного метода.

Кроме того, на разрезах Экибастуза внедряется фирменное обслуживание крупного оборудования путем организации на месте заводами-поставщиками опорных пунктов по ремонту и техническому обслуживанию машин.

Одновременно с улучшением системы и методов ремонта на экибастузских разрезах внедрялись средства механизации на ремонтных работах.

Так, при производстве ремонтов оборудования используются в большом количестве грузоподъемные механизмы: краны на железнодорожном ходу грузоподъемностью до 80 т, краны на пневмоходу - до 30 т, электрические тали, мостовые и козловые краны. Для подъема поворотной платформы одноковшовых экскаваторов применяются электрифицированные домкраты и маслостанции с гидравлическими домкратами грузоподъемностью до 200 т. В ремонтно-механических мастерских разрезов успешно используются горизонтальные прессы с усилием до 600 т местной конструкции.

Из-за несоответствия мощности рембазы фактическим потребностям производства план необходимого объема ремонта экскавато-

ров выполняется всего на 80-85%, а средняя продолжительность простоя экскаваторов в ремонтах, как правило, превышает нормативную на 10-30%.

Процент неисправности подвижного состава ежегодно нарастал, что видно из приведенных ниже данных.

	1980г.	1982г.	1985г.
Неисправные тепловозы, %	10,4	11,5	14,8
Неисправные электровозы, %	24,4	51,8	-
Тяговые агрегаты, ПЭ-2М, %	10,7	27,6	31,4

Не лучшее положение и по думпкарам.

Хотя задания по ремонту локомотивов и думпкаров, как правило, выполнялись, однако расчетная потребность в ремонтах, особенно заводских, ремонтными предприятиями не обеспечивалась. Так, при потребности в заводских ремонтах локомотивов в 1982г. в количестве 57 единиц выполнено 47.

В 1982г. при потребности в ремонтах тяговых агрегатов в количестве 27 единиц не отремонтировано ни одного, в 1985г. при потребности 52 ед., выполнено 17.

Продолжительность простоя подвижного состава в ремонте значительно превышает нормы. Например, при нормативной продолжительности капремонта думпкаров 8 суток фактическое время составило 80-98 суток, тепловозов ТЭ-3 - 25 и 55, электровозов ЭЛ-1 - 25 и 129, соответственно.

Обеспеченность запчастями экскаваторов составила в 1985г. примерно 78%. Еще хуже обеспечивается потребность в запчастях для тракторов, автомобилей (8,4%) и подвижного состава: тяговых агрегатов ОПЭ-1 - на 50%, ПЭ-2М - на 35%, думпкаров - на 5%.

Все это свидетельствует о наличии значительных резервов повышения производительности горно-транспортного оборудования и эффективности его использования за счет сокращения сроков и улучшения качества ремонтных работ.

Глава XII. Организация производства и труда

§ I. Управление производственной системой

В соответствии с постановлением б. ЦК КПСС и Совета Министров СССР (1973 г.) «О некоторых мероприятиях по дальнейшему совершенствованию управления промышленностью» угольная отрасль перешла в основном на двухзвеньевую структуру управления: Министерство угольной промышленности СССР - производственное объединение.

По своему назначению производственное объединение - это единый крупный производственно-хозяйственный комплекс, в состав которого вошли шахта, разрезы, обогатительные и брикетные фабрики, а также предприятия и организации вспомогательного и обслуживающего производства - машиностроительные и ремонтно-механические заводы, шахто- и разрезостроительные организации, предприятия производственной и социальной инфраструктуры.

В 1976 году на базе бывшего комбината «Экибастузуголь» было создано производственное объединение по добыче угля открытым способом «Экибастузуголь» (в дальнейшем - ПО «Экибастузуголь»), в состав которого вошли четыре разреза («Богатырь», «Северный», «Степной» и «Восточный»), четыре погрузочно-транспортных управления (ПТУ) и ряд других специализированных предприятий и организаций.

Подразделения, входившие в ПО «Экибастузуголь», классифицировались на четыре группы: основные предприятия по добыче угля, производственные единицы, предприятия на самостоятельном балансе и организации на несамостоятельном балансе. Статус основного предприятия по добыче угля имели разрезы «Богатырь», «Северный» и «Восточный», которые непосредственно производили добычу угля. К производственным единицам относились вскрышной разрез «Степной», ЭПТУ, Богатырское ПТУ, Северное ПТУ, Восточное ПТУ, а также завод по ремонту горно-транспортного оборудования (РГТО), путевая машинная станция, ИВЦ, УМТС, Управление производственно-технологической связи, автобаза, Управление механизации, УЖКХ, Управление по контролю за качеством (УТКУиС), Управление про-

изводственно-технологической связи (УПТС), Энергоуправление, Управление «Тепловодоканал».

К подразделениям на самостоятельном балансе относились два разрезостроительных управления, совхоз «Горняк» и дирекция строящихся предприятий разреза «Восточный», на несамостоятельном балансе - учебно-курсовой комбинат, Дом научно-технической информации, нормативно-исследовательская станция, проектно-конструкторское бюро, бюро специализированных маркшейдерских работ, санитарно-профилактическая лаборатория и редакция многотиражной газеты «Угольный Экибастуз».

Производственная единица - это особая форма производственного звена, новый вид субъекта права, обладающий более высокой степенью правовой и экономической самостоятельности, чем участок (цех), но более низкой, чем самостоятельное предприятие; у нее довольно широкие возможности для выполнения и использования резервов производства при выполнении планов, а ее права в решении основных административно-хозяйственных функций регулируются законодательством и самим производственным объединением.

Основные предприятия по добыче угля - угольные разрезы - по своему правовому положению занимали срединное место между производственной единицей и самостоятельным предприятием, приближаясь к нему. Разрез имел отдельный бухгалтерский баланс, текущий счет в Госбанке, от имени производственного объединения он мог заключать хозяйственные договоры, участвовать в урегулировании разногласий по ним.

В конце 1982 года Министерство угольной промышленности СССР утвердило «Положение о разрезе», в котором расширена производственно-хозяйственная самостоятельность разрезов: предоставлены права в решении кадровых вопросов, труда и заработной платы, создании фондов экономического стимулирования и др.

Структура ПО «Экибастузуголь» с разграничением подразделений по выполняемым функциям и юридическому положению представлена на рис. 62.

В производственном объединении централизованы расчеты с поставщиками, подрядчиками, потребителями и бюджетом, образовании фондов материального поощрения, социально-культурных мероприятий и жилищного строительства, формирование средств на капитальный ремонт основных фондов, материально-техническое снаб-

жение, транспортное обслуживание, капитальный ремонт оборудования, капитальное строительство и реконструкция предприятий, пользование банковским кредитом, создание и распределение прибыли и др.

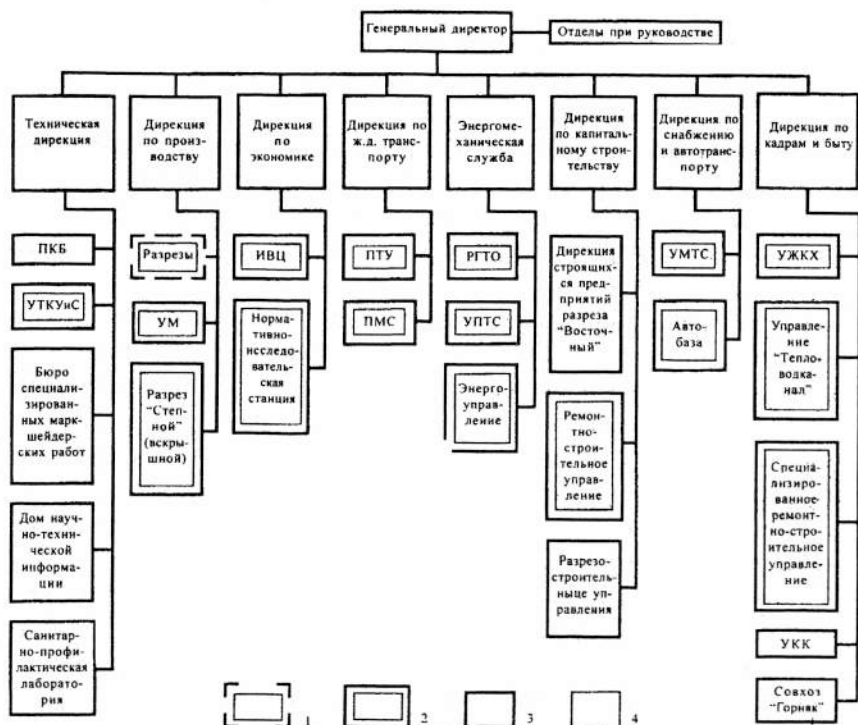


Рис. 62. Структура ПО "Экибастузголь":

1 - основные предприятия по добыче угля; 2 - производственные единицы; 3 - предприятия и организации на самостоятельном балансе; 4 - то же, на несамостоятельном балансе.

Руководство производственным объединением осуществлялось специальным аппаратом управления во главе с генеральным директором, действовавшим на основе единоначалия. Оперативность в руководстве производством специальным аппаратом управления производственного объединения достигалась через систему специализированных (возглавляемых директорами) дирекций: технической, по производству, по железнодорожному транспорту, по капитальному строительству, по экономике, по материально-техническому снабжению и автотранспорту, по кадрам и быту, энергомеханической службы, дей-

ствовавшей на правах дирекции. Кроме того, в состав спецаппарата объединения входило четыре отдела при руководстве: организации управления, контроля исполнения и делопроизводства, юридический и контрольно-ревизионный.

Первым заместителем генерального директора являлся технический директор - главный инженер производственного объединения (он же возглавлял техническую дирекцию).

Директоры спецаппарата управления по видам деятельности имели право действовать от имени производственного объединения, совершать хозяйственные операции и заключать договоры, утверждать инструкции и издавать распоряжения по вопросам, входящим в компетенцию дирекций.

Специальный аппарат производственного объединения, имея непосредственную связь с производством, совместно с руководством разрезов, предприятий и производственных единиц более детально и всесторонне анализировал производственную, финансово-экономическую деятельность трудовых коллективов и на этой основе разрабатывал конкретные мероприятия по устранению выявленных недостатков, а также осуществлял оперативный контроль за выполнением решений как собственных, так и вышестоящих органов.

В производственном объединении создан совет директоров с правами совещательного характера во главе с генеральным директором. Членами совета директоров являлись руководители специализированных дирекций объединения, директоры разрезов, предприятий, производственных единиц и организаций. Задачи, функции, права и порядок работы совета определены его «Положением».

Основное предприятие по добыче угля - разрез - с точки зрения науки об управлении производством являлся сложной динамической системой с характерными особенностями - природными, технологическими и экономическими, которые вносили существенные коррективы в организацию управления угольным производством.

Природная особенность добычи угля состоит в том, что здесь предмет труда (уголь) - не продукт предшествующего труда, а дар природы, качество и трудоемкость добычи которого зависят от многих горно-геологических факторов. Одновременно с добычей угля извлекаются покрывающие его вскрышные породы и производится подготовка нового горизонта. В связи с этим эффективность работы разреза связана с естественными условиями (глубина залегания плас-

та, его мощность и угол падения, крепость покрывающих пород, водообильность и т.п.).

Технологической особенностью разреза является подвижность, перемещаемость рабочих мест, производственных процессов и средств труда (экскаваторов, буровых станков и др.) во времени и в пространстве. Подвижность рабочих мест вызывает постоянное воспроизводство линии очистных забоев и развитие горных работ в направлении сверху вниз, вследствие чего за счет углубки разреза усиливается действие факторов, влияющих на увеличение трудоемкости добычи угля. Поэтому увеличение глубины разработки требует повышения технического уровня разреза. В противном случае при прочих равных условиях замедлится интенсивный путь повышения экономической эффективности труда, что в конечном счете приведет к росту себестоимости добываемого угля.

С другой стороны, увеличение углубки ведения горных работ при транспортной технологии приводит к росту протяженности внутрикарьерных железнодорожных путей и объема их ремонта, к увеличению численности монтеров пути. Так, на разрезах ПО «Экибастузуголь» протяженность железнодорожных путей увеличилась с 745,2 км в 1980 году до 1193 км в 1990 году, а удельный вес монтеров пути за этот период в общей численности рабочих снизился на 1,4 % и составил 7,7 %.

Экономическая особенность разработки угля открытым способом заключается в том, что с развитием технического прогресса и ростом добычи угля на разрезах, как правило, увеличиваются основные производственные фонды, что в свою очередь приводит к росту фондооснащенности труда, изменению количества и качества труда, а также совершенствованию механизма повышения производительности труда. Так, например, за 1980-1990 гг. фондооснащенность труда на экибастузских разрезах увеличилась почти в 1,8 раза. Рост фондооснащенности труда изменяет соотношение материальных и трудовых затрат в себестоимости 1 т добываемого угля. Некоторое представление о соотношении прошлого и живого труда может дать сопоставление удельного веса амортизации и заработной платы в затратах на производство: за 1982-1990 гг. в себестоимости 1 т добытого угля доля амортизации увеличилась на 16,3%, а доля заработной платы с начислениями на социальное страхование снизилась на 7,5% при увеличении себестоимости продукции на 60,8%.

Приведенные выше особенности добычи угля открытым способом оказывают влияние на формирование структуры производства и характер производственно-экономических связей между подразделениями разреза. Производственная структура разреза характеризуется наличием взаимосвязанных участков, цехов и служб, которые относятся к основному (добыча угля, буровзрывные работы) или вспомогательному (путевые работы, ремонт оборудования, энергоснабжение и др.) производству.

Структура управления разрезами ПО «Экибастузуголь» на примере разреза «Богатырь» показана на рис. 63.

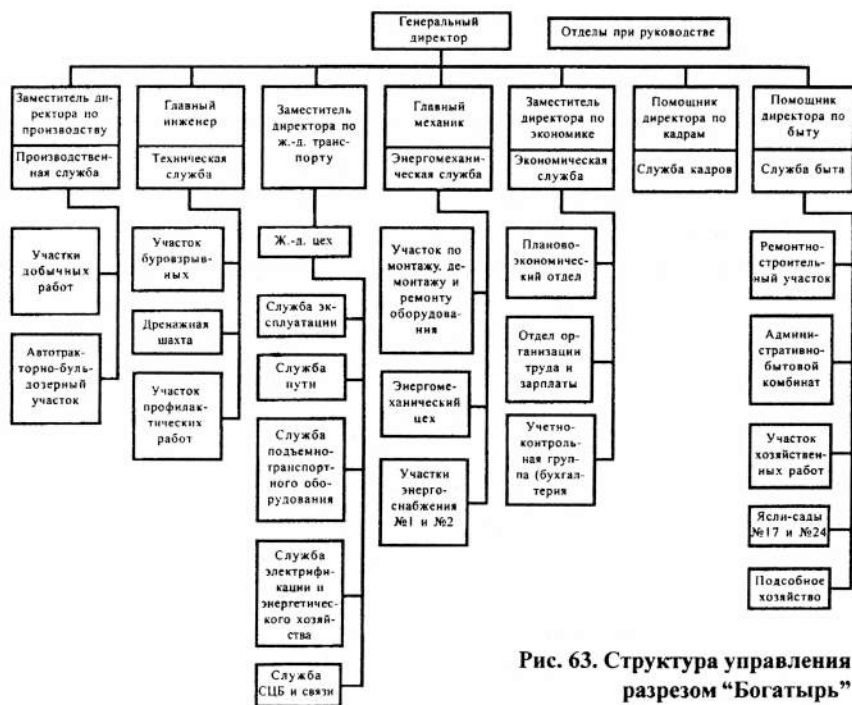


Рис. 63. Структура управления разрезом «Богатырь»

Деятельность разреза строится на сочетании централизованного руководства со стороны производственного объединения с производственной самостоятельностью и инициативой самого разреза. При этом в соответствии с действующим Положением о разрезе соблюдаются основные принципы управления производством: плановость, экономичность, коллегиальность, подбор и расстановка кадров, ответственность каждого должностного лица.

Общее руководство разрезом осуществляет директор. Он на принципе единоначалия последовательно претворяет в жизнь решения правительства по социально-хозяйственным вопросам, обеспечивает выполнение заданий государственного плана в соответствии с установленными количественными и качественными показателями. Его первым заместителем является главный инженер, осуществляющий техническое руководство производством с соблюдением установленных норм и правил, определяющий техническую политику с целью интенсивного развития добычи угля, основные направления рационального ведения горных работ.

Рациональное управление разрезом, как известно, возможно только в условиях четкого установления прав, обязанностей и ответственности подразделений предприятия и должностных лиц. С введением в действие Положения о шахте (разрезе), входящей в состав производственного объединения по добыче угля, были пересмотрены положения о функциональных службах аппарата управления разреза, участке, цехе и других внутренних подразделений, четко распределены полномочия и ответственность как между структурными подразделениями, так и между работниками аппарата управления и линейным персоналом, уточнены положения о внутрипроизводственном планировании и хозяйственном расчете, проведена оптимизация организационно-практических решений, а также улучшены технико-экономическая информация и научная организация инженерно-управленческого труда на каждом рабочем месте по основным направлениям повышения его эффективности. В результате этого получили возможность ликвидации штатных излишеств, параллелизма и дублирования в работе. Так, за 1984-1985 гг. на разрезах, производственных единицах и предприятиях ПО «Экибастузуголь» были высвобождены из аппаратов управления 126 человек.

Основным производственным структурным подразделением разреза является участок горных работ (добычной, вскрышной, отвальный, буровзрывных работ). Организационные структуры участков горных работ идентичны. В структуру руководства участком входят начальник участка и его заместитель, электромеханик, горные мастера.

Основным лицом, оказывающим непосредственное воздействие на ход производства и постоянно информирующим руководство разреза о состоянии производственной деятельности трудовых коллек-

тивов участков и разреза в целом, является начальник смены. Он оперативно управляет всем комплексом операций технологического процесса, организует выполнение сменного задания. Ему оперативно подчинены все участки, службы и производственные бригады. Начальник смены регулирует производственные взаимосвязи участков и служб разреза, осуществляет контроль за работами всех трудовых коллективов. Ему подчинены горные и транспортные диспетчеры.

Разрезы ПО «Экибастууголь» оснащены относительно надёжными средствами телефонной - и радиосвязи. Информация о работе горного оборудования по радиосвязи и внутриразрезовой телефонной связи непосредственно с рабочих мест поступает начальнику смены, который, в соответствии с создавшейся на разрезе обстановкой принимает необходимые меры по бесперебойной работе технологических звеньев производства. Транспортный диспетчер руководит работой железнодорожного транспорта и поддерживает связь с начальником смены.

Учет и контроль за работой экскаваторов и локомотивосоставов ведется горным и транспортным диспетчерами соответственно на общепринятых графиках работы экскаваторов и исполненного движения поездов.

Одной из форм совершенствования организации производства на разрезах являлась работа по линейным недельно-суточным и месячным технологическим графикам, в которых увязаны по времени основные производственные процессы: добыча угля, выемка вскрышных пород, ремонт и перегон экскаваторов, буровзрывные работы, переукладка призабойных железнодорожных путей. На основе общеразрезовского технологического графика разрабатывались графики работ для вспомогательных участков и служб разреза (содержание и ремонт устройств СЦБ и связи, линии контактной сети, бульдозерные работы, перестройка линии высоковольтных электропередач и т. д.).

Последовательность составления месячного технологического графика следующая. На координатной сетке намечают положение железнодорожных путей и расположения экскаваторов на горизонтах, соответствующие началу планируемого месяца. На основании действующих норм выработки с учетом горно-технических и транспортных условий рассчитывают суточную производительность по каждому экскаватору. В соответствии с высотой забоя и шириной заходки определяют выход горной массы и подвигание экскаватор-

ного забоя за сутки. Из графика планово-предупредительного ремонта определяют дни плановых простоев и работы экскаваторов, после чего рассчитывают их месячную производительность. С учетом плановых объемов добычи угля и выемки вскрышных пород, установленных на предстоящий месяц, определяют необходимое число экскаваторов в работе.

В соответствии с положением железнодорожных путей на начало месяца и планируемым объемом производства определяют объем путеукладочных работ на уступах с учетом переустройства боковой контактной сети. Переукладку железнодорожных путей планируют, как правило, в дни ремонта или перегона экскаваторов. При составлении технологического графика учитывают взаимосвязь работы забойных и отвальных экскаваторов в зависимости от числа и сменной производительности локомотивосоставов.

Как уже отмечалось, железнодорожный транспорт ПО «Экибастузуголь» представлен 4 погрузочно-транспортными управлениями (ПТУ). Отношения между разрезами и ПТУ строились на договорных началах, и представляли собой одну из форм сотрудничества самостоятельных хозрасчетных производственных единиц. Контроль за работой промышленного железнодорожного транспорта в целом по бассейну осуществлялся дирекцией объединения по железнодорожному транспорту.

Большую роль в деле управления производством и повышении ритмичности работы экскаваторов играли советы мастеров, созданные на разрезах. Их деятельность направлена на организацию высокопроизводительного труда на рабочих местах. В своей работе совет мастеров руководствовался Положением о советах мастеров, утвержденным комитетом профсоюза разреза. На экибастузских разрезах советы мастеров объединяли 168 человек.

Важнейшими средствами рациональной организации экономической работы, направленной на всемерное повышение эффективности производства, являются совершенствование хозрасчетных взаимоотношений в системе объединения и доведение хозяйственного расчета до каждого участка и каждой производственной бригады.

В ПО «Экибастузуголь» существовала довольно сложная, разветвленная система производственно-технологических связей каждого разреза с общей для них базой вспомогательных и обслуживающих производств, выполнявших соответствующие работы и услуги для

всех подразделений объединения (рис. 64). Эти связи внутри объединения, осуществляемые на хозрасчетной основе, координировались руководством спецаппарата объединения, который утверждал структурным подразделениям технико-экономические показатели производства, цены и сметы на выполняемые работы и предоставляемые услуги, разрабатывал и составлял рекомендации по содержанию хозяйственно-экономических связей.

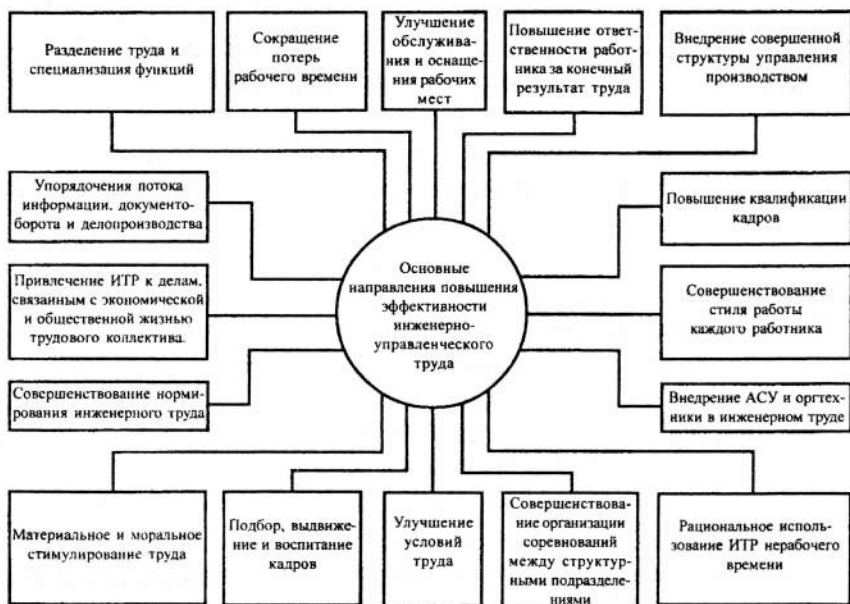


Рис. 64. Схема основных направлений повышения эффективности инженерно-технического труда

Производственно-хозяйственные отношения между подразделениями объединения строились на основе внутренних договоров, соглашений и заказов, оформляемых в соответствии с общетраслевыми и собственными нормативами, содержащими размеры санкций за причиненный ущерб и стоимость работ, выполняемых по заказу.

Взаимоотношения между разрезами и производственными единицами основывались на внутренних соглашениях, заключенных между ними. При этом ответственность по соглашениям несло каждое подразделение.

Внутрихозяйственные отношения между участками, службами, цехами и производственными бригадами регулировались действовав-

шим «Положением об организации внутрипроизводственного хозяйственного расчета на разрезах объединения «Экибастузуголь», в котором установлены порядок планирования технико-экономических показателей структурным подразделениям разреза, система учета и оперативного контроля за деятельностью хозрасчетных подразделений, материальная ответственность участков, цехов и служб и система взаимных претензий, материальные поощрения работников структурных подразделений за результаты хозрасчетной деятельности, а также формы планов и отчетов производственно-хозяйственной деятельности структурных подразделений и сроки отчетности.

На хозяйственный расчет в то время переведены все участки, цехи и службы разрезов, экскаваторные и локомотивные бригады, а начиная с 1985 года - бригады рабочих буровых станков и бригады рабочих с повременно-премиальной системой оплаты труда. В результате удельный вес хозрасчетных производственных бригад в ПО «Экибастузуголь» в 1988 году составил почти 50% от общей их численности (против 42,5% в 1981 году).

Внедрение хозяйственного расчета в производственных бригадах позволило ПО «Экибастузуголь» в 1988 году повысить производительность труда на 3,7%, получить почти 10-миллионную экономию по себестоимости и значительно перевыполнить задание по накоплению прибыли.

Важными этапами на пути совершенствования производственной структуры и повышения эффективности управления производством является укрупнение разрезов, участков, бригад, специализация вспомогательных участков и служб разрезов по технологическим признакам (участки путевых, автотракторно-бульдозерных работ и по монтажу, демонтажу и ремонту оборудования, службы СЦБ и связи, подъемно-транспортного оборудования, контактной сети и т.п.). Так, в 1983 году три самостоятельных разреза - «Центральный» (по добыче угля), «Северный» (вскрышной) и «Южный» (вскрышной) - были объединены административно в один разрез «Северный».

Экономичность управления производством определялась снижением (по сравнению с предшествующим периодом) относительной численности ИТР и служащих в общей численности промышленно-производственного персонала, доли заработной платы работников управления в общем фонде заработной платы, удельной численности ИТР и служащих на единицу выпускаемой продукции.

В табл. 58 приведены показатели эффективности и экономичности управления производством в ПО «Экибастуголь».

Таблица 58

Показатели	Значение показателей за год			Рост (+) и снижение (-) показателей*
	1982	1985	1990	
Выполнение плана добычи угля, %	97,9	103,1	101,6	-
Добыча угля, % к уровню добычи 1982г.	100	116	117,9	-
Выполнение плана себестоимости добытого угля, %	103,9	97,7	95	-
Выполнение плана производительности труда, %	95,9	102,4	110,1	-
Выполнение плана прибыли, %	89,8	105	91,6	-
Доля ИТР и служащих, % к общей численности рабочих	23	21,4	16,4	-5
Доля зарплаты работников управления, % к общему фонду зарплаты	20,5	19,6	12,7	-6,9
Удельная численность ИТР и служащих на 1 млн. т добытого угля, чел.	33,8	32,6	32	-0,6

*Сравниваются только показатели 1990 и 1985 гг.

Как видно из табл.58 все оценочные показатели экономичности управления имели тенденцию к снижению при возрастающем объеме добычи угля. Функционирование действующей системы управления только за 1986-1990 гг. обеспечило выполнение плановых заданий по добыче угля, снижение себестоимости продукции, увеличение производительности труда и прибыли с наименьшими затратами на управление.

§ 2. Организация труда

В развитии угольного производства и повышении его эффективности огромную роль играет постоянное совершенствование организации труда, которое должно обязательно сочетаться с техническим перевооружением разреза. Ведь организация труда на любом уровне производства - это прежде всего процесс соединения живого труда с предметами и орудиями труда. С другой стороны, организация труда

как способ активизации потенции (возможности, способности) индивидуальной производительной силы постоянно должна видоизменяться и прогрессировать. Поэтому под влиянием технического прогресса на экибастузских разрезах повышался уровень организации труда, а соответствие производственных отношений, в свою очередь, создавало производительной силе условия для дальнейшего внедрения в производство высокоэффективного горно-транспортного оборудования и передовой технологии, на основе которых обеспечивались необходимые темпы развития угледобычи (табл. 59).

Таблица 59

Изменение показателей добычи угля под влиянием
технического прогресса

Этапы технического прогресса на разрезах Экибастуза	Добыча угля, тыс.т	Среднегодовые темпы роста добычи угля на разрезах, %	
		Экибастузского бассейна	Минуглепрома СССР (без учета объемов добычи угля в ПО "Экибастузуголь")
1955-1963	$\frac{2282,4}{10005,4}$	20,3	7,5
1964-1967	$\frac{11978,4}{16912,6}$	12,3	4
1968-1980	$\frac{18333,3}{66546,8}$	11,4	3,8
1981-1985	$\frac{67556}{80457,2}$	4,4	1,9
1955-1987	$\frac{2282,4}{88632}$	11,7	4,2

Примечание. В числителе - показатели за первый год этапа, в знаменателе - за последний год.

С вводом в сентябре 1985 г. в эксплуатацию первой очереди разреза «Восточный» мощностью 7,5 млн. т в год добыча угля на разрезах Экибастуза развивалась почти в 3 раза интенсивнее (см. табл. 59), чем на других разрезах Министерства угольной промышленности СССР в целом, поэтому доля экибастузского угля в общесоюзной добыче угля открытым способом возросла с 3,6 % в 1955 г. до 26,2 % в 1987 г.

Рекордный объем добычи угля на разрезах Экибастуза был достигнут в 1987 г. в объеме 88632 тыс. т. В последующие годы общий объем добычи угля по разрезам Экибастуза начал постепенно снижаться до 2000 г. (табл.60).

Таблица 60

Добыча угля по разрезам Экибастуза за 1955-2000 гг.
(тыс.т)

Годы	Всего		В том числе по разрезам					
	за год	с начала эксплуатации	"Северный"		"Богатырь"		"Восточный"	
			за год	с начала эксплуатации	за год	с начала эксплуатации	за год	с начала эксплуатации
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1955	2282	2282	2282	2282				
1956	4603	6885	4603	6885				
1957	5547	12432	5547	12432				
1958	6163	18595	6163	18595				
1959	6428	25023	6428	25023				
1960	5981	31004	5981	31004				
1961	7366	38370	7366	38370				
1962	9207	47577	9207	47577				
1963	10005	57582	10005	57582				
1964	11978	69560	11978	69560				
1965	14288	83848	14288	83848				
1966	15464	99312	15464	99312				
1967	16913	116225	16913	116225				
1968	18333	134558	18333	134558				
1969	21015	155573	21015	155573				
1970	22750	178323	22646	178219	104	104		
1971	27097	205420	21045	199264	6052	6156		
1972	32367	237787	22099	221363	10268	16424		
1973	36116	273903	21823	243186	14293	30717		
1974	41526	315429	21496	264682	20030	50747		
1975	45802	361231	21553	286235	24249	74996		
1976	46147	407378	19509	305744	26638	101634		
1977	50271	457649	20845	326589	29426	131061		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1978	56490	514139	20949	347538	35541	166602		
1979	59221	573360	21426	368964	37795	204397		
1980	66547	639907	21380	390344	45167	249564		
1981	67556	707463	21496	411840	46060	295624		
1982	69345	776808	20387	432227	48958	344582		
1983	73651	850459	21557	453784	52094	396676		
1984	75635	926094	21535	475319	54100	450776		
1985	80457	1006551	21346	496665	56824	507600	2287	2287
1986	85729	1092280	20554	517219	55048	562648	10127	12414
1987	88632	1180912	20540	537759	55064	617712	13028	25442
1988	88100	1269105	20019	557778	54059	671771	14022	39463
1989	84419	1335118	17115	574893	50693	722464	16611	56074
1990	79007	17436539	15549	590442	42538	765002	20920	76994
1991	79463	1518757	13944	604386	42681	807683	22838	99832
1992	78694	1600809	14552	618938	42477	850160	21665	121497
1993	69068	1673414	11997	630935	36008	886168	21063	142560
1994	66414	1743883	10881	641816	36271	922439	19262	161823
1995	58767	1807063	8752	650568	33131	955570	16884	178707
1996	53035	1863563	8577	659145	27411	982981	17047	195754
1997	47900	1914841	11313	670458	21803	1004784	14784	210538
1998	47500	1964598	15135	685593	21454	1026238	10911	221449
1999	38341	2004516	10160	695753	17100	1043338	11081	232530
2000	51792	2056308	12700	708453	23100	1066438	15992	248522

Режим работы на основных горных участках и железнодорожном транспорте - круглосуточный при 12-часовой смене со скользящим графиком при непрерывной неделе, а на других вспомогательных участках - прерывный односменный (8 ч) с двумя выходными днями подряд.

Основными формами организации труда на разрезах (как основных, так и вспомогательных рабочих) являлись простая кооперация, квалифицированное разделение труда и частичное совмещение трудовых функций при коллективной и индивидуальной формах оплаты труда. Следует отметить, что в условиях добычи угля открытым способом к категории основных рабочих относятся машинисты экскаваторов, буровых станков и их помощники, взрывники.

Основные ячейки при любой форме организации труда - специализированные и комплексные, созданные по производственно-территориальному принципу производственные бригады: экскаваторные - на добычных, вскрышных и отвальных работах; локомотивные по вывозу угля и вскрышных пород; взрывников и рабочих по бурению взрывных скважин; монтеров пути, электрослесарей (слесарей) дежурных и по ремонту оборудования и т. д. При этом специализированные и комплексные бригады могут быть сменными или сквозными.

Работа основных рабочих разреза организована по принципу квалификационного разделения труда в специализированных бригадах, занятых непосредственно на добычных, вскрышных, отвальных и буровзрывных работах. В организации работ вспомогательных рабочих заложен принцип простой кооперации или квалификационного разделения труда. Труд основных и вспомогательных рабочих, объединенных в комплексные бригады, предусматривает частичное совмещение трудовых функций.

Основная форма выдачи сменного задания и контроля за его выполнением производственной бригаде и отдельным рабочим на разрезах - наряд, который проводится до начала смены. Во время наряда рабочие на основе суточного плана производства и в зависимости от фактических условий труда получают сменные задания и необходимый инструктаж по технике безопасности.

Внедрение мощных роторных экскаваторов на добыче угля объективно обусловило необходимость повышения квалификации рабочих-механиков, поскольку эти экскаваторы снабжены автоматическим программным управлением с довольно сложной электронной схемой (например, в управлении основными приводами задействовано большое число электронных приводов и коммутационной аппаратуры).

Широкое внедрение на разрезах современной горно-транспортной техники (роторных экскаваторов, тяговых агрегатов ОПЭ-1, экскаваторов ЭКГ-12,5 и др.), комплексной механизации и автоматизации, прогрессивной технологии угледобычи привело к качественным сдвигам в содержании производственного труда. Труд рабочих на этих машинах становится более разносторонним, что способствует профессиональному и общему развитию рабочих. Таким образом, в составе профессиональных обязанностей рабочего наряду с функ-

циями физического труда все больше проявляются элементы умственного труда. Например, машинисты роторного экскаватора должны знать в совершенстве электрическое и механическое устройство этого сложнейшего угольного комплекса, параметры технологического процесса на рабочем месте (структуру и размеры стружки экскавируемых углей и породных прослоек, углы поворота экскаватора для каждого снимаемого слоя, ширину заходки, профиль трассы и т. д.). Кроме того, помимо производственных навыков они должны владеть основами физики, механики, электротехники, горного дела. Иначе говоря, трудовая деятельность этой категории рабочих все больше включает элементы инженерно-технических знаний, поэтому в последнее время на разрезах увеличивалась численность рабочих со средним техническим и высшим образованием. Так, на разрезе «Богатырь» на 12 роторных экскаваторах работали 183 техника и 38 инженеров, т. е. 62% всех рабочих, занятых на этих машинах. Такая тенденция, оптимизирующая синтез человека и орудий труда, является объективной, соответствующей социальным потребностям общества, и выражает определенную закономерность - соответствие квалификации рабочей силы уровню развития техники и технологии, что способствует преодолению различий между умственным и физическим трудом.

Подчеркивая эту закономерность, следует отметить, что для решения задачи планомерного согласования технического прогресса с решением социальных проблем на разрезах разрабатываются планы социального развития коллектива, охватывающие все стороны его жизни: техническое перевооружение, совершенствование экономики, повышение культуры производства, дальнейшее улучшение и оздоровление условий труда и быта, повышение уровня общеобразовательной и технической учебы, подготовки кадров и культурно-воспитательной работы. Так, в 1990 г. на разрезах и предприятиях ПО «Экибастузуголь» было внедрено 64 мероприятия по новой технике и передовой технологии и внесено 386 рационализаторских предложений с экономическим эффектом соответственно 1497 и 2586 тыс. р., подготовлено 1174 рабочих при общей численности рабочих промышленно-производственного персонала 10 583 человека, повысили квалификацию 6578 человек, в результате изучения информационной литературы и обме-

на передовым опытом внедрены в производство 298 новшеств с экономическим эффектом 429 тыс. р.

Повышение квалификации рабочих, степень их удовлетворенности своей работой, проявление способностей и интереса к научно-техническим знаниям способствуют не только изменению содержания труда, но и сокращению текучести кадров. Так, текучесть кадров в целом по производственному объединению за 1990 г. составила 13,3% против 17,2% в 1981 г.

Конкретное исследование текучести кадров показывает, что основной контингент рабочих, часто менявших место работы, - это люди в возрасте от 20 до 30 лет, преимущественно рабочие низкой квалификации. В ПО «Экибастууголь» в 1990 г. рост численности рабочих промышленно-производственного персонала опередил рост добычи угля в 1985г. на 9,2% и составил 110,7%. Отсюда ясно, какое большое значение имело повышение профессионального уровня рабочих. Текучесть же в определенной степени препятствует этому росту, максимальному использованию горной техники и повышению производительности труда. Поэтому задача повышения производительности труда требовала самого большого внимания к творческому содержанию в функциональной структуре и организации труда на вспомогательных работах. Решающей причиной текучести рабочих кадров являлся рост из года в год численности монтеров пути, занятых на ремонтно-путевых работах из-за постоянного углубления горных работ и увеличения в связи с этим протяженности внутриразрезовских железнодорожных путей при транспортной технологии разработки угля. В 1980-1990 гг. при увеличении объема добычи угля и общей численности рабочих ПО «Экибастууголь» соответственно на 22,9 и 55,1% численность монтеров пути за этот период увеличилась почти в 1,7 раза. В то же время известно, что труд монтеров пути является физически тяжелым с преобладанием доли ручных работ, узкоспециализированным и малопривлекательным, выполняемым круглый год на открытом воздухе. Безусловно, он не гарантирует удовлетворения уже самим своим процессом, ведет к потере интереса к нему, вызывает равнодушие у молодого рабочего, как правило, с высокой общеобразовательной подготовкой. Все это является одной из причин текучести кадров среди рабочих этой профессии. Следует отметить также, что в ПО «Экибастууголь» из-за увеличения числен-

ности монтеров пути при развитии технического прогресса практически не сокращались затраты ручного труда.

Изменение численности рабочих (%) в зависимости от степени механизации труда на разрезах ПО «Экибастузуголь» за 1981-1990гг. можно проследить по данным, приведенным ниже:

Годы	1981	1985	1990
Всего рабочих	100	100	100
В том числе выполняющих работу:			
при помощи машин и механизмов	47,8	48,6	49,6
вручную при машинах и механизмах	11,7	10,2	10,7
только вручную	20,1	19,9	17,2
вручную при наладке и ремонте машин и механизмов	20,4	21,3	22,5

Данные свидетельствуют о наличии мощного резерва роста производительности труда, однако при этом необходимо осуществление организационно-технических и социально-экономических мероприятий по снижению трудоемкости ремонтно-путевых работ и совершенствованию технологических процессов транспортирования угля и вскрышных пород.

Одновременно с техническим прогрессом на разрезах проводились мероприятия по улучшению нормирования труда. На предприятиях объединения в качестве мер затрат труда использовались нормы выработки, времени, обслуживания и нормативы численности.

Сменные нормы выработки устанавливались для рабочих со сдельной оплатой труда: для рабочих экскаваторных бригад на погрузку угля в вагоны МПС, вскрышных пород в думпкары и укладку горной массы в отвалы; для машинистов и их помощников на бурение взрывных скважин; для взрывников на расход взрывчатых веществ; для рабочих локомотивных бригад на транспортирование угля и вскрышных пород; для монтеров пути и машинистов железнодорожных кранов на переукладку передвижных железнодорожных путей. Для нормирования труда рабочих-сдельщиков, занятых на ремонте подвижного состава (локомотивов и думпкаров), использовались нормы времени.

Нормы обслуживания устанавливались для рабочих на вспомогательных работах, обслуживающих различное технологическое и вспомогательное оборудование, а также для персонала, обслуживающего производственные помещения и рабочие места.

По нормативам численности определялась мера труда рабочих с повременно-премиальной системой оплаты, инженерно-технических работников и служащих.

В объединении проводилась планомерная работа по совершенствованию нормирования труда. Анализируя выполнение нормативов по труду (нормы выработки и времени) и задания по росту производительности труда, каждый год на всех разрезах и предприятиях составлялся календарный план пересмотра отдельных действующих норм выработки (времени). Например, в 1985 г. в соответствии с календарным планом было пересмотрено 192 заниженных и устаревших норматива по труду, или 2,3% от их общего количества, в результате чего высвобождено 36 человек.

Разработку научно обоснованных нормативов по труду для замены действующих устаревших норм, а также составление новых норм осуществляла нормативно-исследовательская станция объединения.

Для всех видов горных работ на разрезах и работ по транспортированию добытого угля и вскрышных пород применялись научно обоснованные единые отраслевые нормы выработки в соответствии с Едиными нормами выработки на экскавацию и транспортирование горной массы на открытых работах (Минуглепром СССР, М., 1978) и Едиными нормами выработки (времени) на бурение скважин на открытых горных работах предприятий угольной и сланцевой промышленности (Минуглепром СССР, М., 1981). По этим же нормам оплачивался труд 99,9% рабочих со сдельной оплатой труда, занятых на разрезах и в погрузочно-транспортных управлениях.

Состояние нормирования труда, как известно, характеризуется уровнем среднелинейной нормы выработки, средним процентом выполнения норм, удельным весом рабочих, не выполняющих нормы выработки (времени), удельным весом рабочих-сдельщиков, оплачиваемых по научно обоснованным нормам, и удельным весом повременно-оплачиваемых рабочих, охваченных нормированным заданием (табл. 61).

**Изменение нормативных показателей труда
в ПО “Экибастууголь”**

Показатель	1969 г.	1976 г.	1981 г.	1985 г.	1990 г.
Выполнение норм выработки рабочими по добыче угля, %:					
всего	125,1	129,8	125,7	114,6	119,1
в том числе:					
на угольных разрезах	128,9	126,8	124,5	108,2	103,9
на вскрышных разрезах	134,2	132,5	129,8	111,4	111,8
в ПТУ	132,3	129,8	126,8	117,3	130,4
Удельный вес рабочих, не выполняющих нормы выработки, %:					
всего	8,6	5	27	21,4	28,2
в том числе:					
на угольных разрезах	13,4	12,3	23,1	34,8	45,9
на вскрышных разрезах	6,8	1,8	41,3	26,4	21
в ПТУ	5,2	2,1	18,4	13,2	16,7
Удельный вес научно обоснованных норм выработки, %:					
всего	74,3	87,4	99,8	99,9	100
в том числе:					
на угольных разрезах	81,2	86,4		100	
на вскрышных разрезах	78,1	85,9		100	
в ПТУ	64,5	89,9	99,6	99,8	100
Среднединамическая норма выработки за 7 ч.:					
для машиниста экскаватора:					
на погрузку угля в вагоны МПС, т	934	2764	3360	4111	4897
на погрузку вскрышных пород в думпкары, м ³	1637	1790	1716	1815	1921

1	2	3	4	5	6
на укладку горной массы в отвалы, м ³ для машиниста локомотива:	2265	2892	2742	2689	2449
на транспортирование угля, т	1178	1295	1322	1671	1593
на транспортирование горной массы в отвалы, м ³ для машиниста бурового станка на бурение взрывных скважин, м:	764	837	889	1037	1085
по углю	177	192	201	242	269
по породе	92	101	114	131	146
Удельный вес повременно оплачиваемых рабочих, охваченных нормированным заданием, %	-	-	17,9	34,7	Н.д.

Из данных табл. 61 видно, что на разрезах и в ПТУ за 1969-1990 гг. уровень перевыполнения норм выработки рабочими снизился со 125,1 до 113,7% за счет повышения уровня напряженности норм. Средний уровень напряженности норм выработки для работ горно-транспортного комплекса по годам характеризовался следующими данными: 1959-0,91; 1962-0,87; 1965-0,86; 1967-0,84; 1969-0,84; 1976-0,77; 1981-0,8; 1985-0,87; 1990-0,845.

Показатель средней напряженности норм определен здесь как величина, обратно пропорциональная среднему проценту выполнения нормы выработки. Эти данные свидетельствуют о высоком уровне научной обоснованности действовавших в то время норм выработки на работы горно-транспортного комплекса и довольно высокой их надежности, поскольку интервал уровня напряженности норм колебался в пределах 0,8-0,87.

На рост производительности труда и выполнение норм выработки большое влияние оказывает неритмичность работы угольных разрезов, главным образом, из-за неравномерности подачи порожних вагонов МПС под погрузку угля, причем аритмичность работы по добыче угля имеет систематический характер. Например, в 1988 г. ПО «Экибастузуголь» из-за недопоставки в течение 82 дней планового числа вагонов МПС (недопоставка составила 29474 вагона) не вы-

попняло суточный план по добыче угля, что равносильно потере 2210 тыс. т угля. С другой стороны, аритмичность работы экскаваторов по добыче угля приводит к ослаблению организации труда на вспомогательных участках. Таким образом, немаловажным фактором повышения производительности труда на угольных разрезах является равномерная подача порожних вагонов МПС по графику.

В условиях ускоренного развития угольного производства, базирующегося на достижениях современного технического прогресса, задачи широкого внедрения научной организации труда (НОТ) в ПО «Экибастууголь» приобретали важное значение. Впервые методы научной организации труда на разрезах стали внедряться в 1966 г. Трудовыми коллективами объединения накоплен большой опыт внедрения в производство мероприятий НОТ и управления, обусловленных вводом в производство новейших высокопроизводительных роторных экскаваторов, горно-транспортной техники, прогрессивных технологических процессов, что неизбежно вызывало необходимость соответствующего повышения уровня организации производства, труда и управления. На рабочих местах, где внедрялись мероприятия планов НОТ, трудилось более 1300 человек, или 12% от общей численности рабочих объединения.

Разработка и внедрение планов НОТ на разрезах проводились поэтапно: выбор рабочих мест для разработки планов НОТ; создание творческих бригад и разработка программы исследования; обследование состояния организации труда на рабочих местах и анализ результатов исследований; разработка планов НОТ; внедрение планов НОТ.

Координацию и руководство деятельностью творческих бригад осуществляли советы НОТ разрезов под руководством главных инженеров. В состав творческих бригад входили начальники участков, служб и цехов (они являлись руководителями бригад), механики, работники экономической службы, главные специалисты аппарата управления разреза, работники здравпункта, мастера, передовые рабочие. Каждый план НОТ обсуждался среди рабочих и ИТР участка, а затем выносился, на обсуждение совета НОТ, утверждался главным инженером разреза и согласовывался комитетом профсоюза.

Творческие бригады по НОТ во время обследования состояния рабочих мест широко практиковал и анкетный опрос, обеспечиваю-

ший массовое участие рабочих и ИТР в проводимых работах по улучшению организации труда. В ПО «Экибастузуголь» действовало 102 творческие бригады, в которых объединены 566 рабочих и ИТР. В 1988 г. их силами внедрено в производство 328 мероприятий по НОТ с условным высвобождением 201 человека. При этом рост производительности труда за счет внедрения этих мероприятий составил 1,8%.

Разрабатывавшиеся в объединении планы НОТ носили комплексный характер и предусматривали мероприятия: экономические, обеспечивающие рост производительности труда, рациональное использование трудовых и материальных ресурсов, улучшение качества работ, создание благоприятных условий труда, способствующих сохранению здоровья людей, повышению их работоспособности, оздоровлению и облегчению условий труда; социальные, обеспечивающие условия для гармоничного и всестороннего развития работников, постоянного роста их культурного и технического уровня, воспитание у трудящихся сознательного отношения к труду, чувства коллективизма и сотрудничества, повышение степени привлекательности труда.

Повышению производительности труда способствовало внедрение типовых проектов организации рабочих мест основных и вспомогательных профессий, инженерно-технических работников, несколько позже внедрены типовые проекты НОТ для бригад роторных экскаваторов ЭРШРД-5000, SRs(k)-2000 и ЭРП-1250, тягового агрегата ПЭ-2М, одноковшовых экскаваторов ЭКГ-12,5, буровых станков 2СБШ-200Н, горных мастеров участка добычных работ, инженерно-технических работников энергомеханической службы разреза, бригад, осуществлявших ремонт и текущее содержание контактных сетей, а также для бригад усреднительно-погрузочного комплекса разреза «Восточный».

За 1981-1985 гг. по всем направлениям совершенствования организации труда, производства и управления благодаря внедрению 900 мероприятий было получено более 4164 тыс. р. экономии.

Большинство новых методов организации труда, возникших в результате использования высокопроизводительной горной техники, прошли проверку и получили широкое распространение на разрезах Экибастуза, где были установлены всесоюзные рекорды (табл. 62).

**Всесоюзные рекорды, установленные
на разрезах Экибастуза**

Ф.И.О. бригадира	Г о д у с т а - н о в - л е н и я р е к о р - д а	Разрез	Тип экска- ватора	Процесс произ- водства	Факти- ческий объем произ- водства, тыс.т (тыс.м³)	% выпол- нения плана
Витт А.И.	1976	“Бога- тырь”	SRs(k)-470	Добыча угля	4412	110,2
Шишлов А.А.	1981	“”	ЭРШРД-5000	То же	8172	124
Пешков Н.Т.	1984	“”	SRs(k)-2000М	“”	6989	121,2
Зеленков А.В.	1985	“Север- ный”	ЭКГ-8и	Отвало- образо- вание	5702	106,6
Федотов А.И.	1988	“Бога- тырь”	SRs(k)-2000М	Добыча угля	7250	100,8

Изменение содержания трудовой деятельности в условиях повыше-
ния уровня технологической дисциплины, высокой степени concentra-
ции погрузочных пунктов позволило по-новому организовать и стиму-
лировать труд рабочих. Если до 1971 г. на разрезах объединения луч-
шей формой организации труда считалась специализированная смен-
ная экскаваторная бригада (с индивидуальным начислением зарабо-
тной платы за сменные итоги работы), то в 1972 г. на разрезе «Бога-
тырь» была внедрена новая прогрессивная форма организации труда
- специализированная сквозная экскаваторная бригада (с оплатой тру-
да за месячный итог работы бригады). При этом заработная плата
рабочих бригады определялась по расценкам 1 т добываемого угля с
премиальной доплатой за выполнение и перевыполнение месячного
плана добычи угля. Весь заработок бригады распределялся между
его членами пропорционально их тарифным ставкам и отработанно-
му времени.

В 1972-1975 гг. все специализированные экскаваторные бригады
на разрезах Экибастуза приняли сквозную форму организации труда.

Практика работы сквозных экскаваторных бригад при коллективной форме оплаты за конечный результат доказала прогрессивность этой формы организации труда, поскольку при оплате труда по единому наряду за конечные результаты коллективной работы бригады, когда заработок каждого рабочего зависит от «бригадного котла», появляется постоянное стремление каждого ее члена к перевыполнению месячного производственного плана добычи угля по экскаватору в целом. Это создало еще большие социальные преимущества: первое и самое главное из них - изменение отношения рабочих к самому процессу труда. Рабочий на основе единомыслия заинтересован трудиться на совесть, с отличным качеством. Он становится нетерпимым к фактам бесхозяйственности и расточительства, не намерен мириться с теми, чья работа идет в ущерб остальным, что в конечном счете отражается на его зарплате. Это является главным импульсом в развитии принципа коллективизма в основном труде. В таких производственных бригадах царит высокая трудовая и производственная дисциплина. Производительность труда сквозной экскаваторной бригады на 10-15% выше, чем производительность сменной бригады. Например, на разрезе «Богатырь» в бригаде роторного экскаватора ЭРШРД-5000 № 7, руководимой лауреатом Государственной премии СССР А. А. Шишловым, за 1976-1990 гг. при численности трудового коллектива 54 человека не было ни одного случая прогула, поэтому она при ежегодном выполнении плана отгрузила потребителям за 15 лет 85186 тыс. т угля, или в среднем почти 5,7 млн. т в год, что значительно выше производительности труда экскаваторщиков других бригад.

После накопления положительного опыта коллективной организации труда в сквозных производственных бригадах встала задача по объединению интересов рабочих, занятых на различных взаимосвязанных процессах производства, таких, как экскавация, бурение взрывных скважин, взрывание, зачистка кровли пласта, планировка трассы забоя, содержание и ремонт призабойных железнодорожных путей. При этом следует подчеркнуть, что комплексный охват полного цикла этих горных работ обусловлен объективной потребностью повышения производительности роторной техники большой единичной мощности.

Так, по инициативе коллектива бригады экскаватора ЭРШРД-5000 № 7 в июне 1979 г. впервые на разрезах Экибастуза сформировалась

по предметно-технологическому принципу сквозная комплексная бригада, в состав которой вошли машинисты экскаватора и их помощники (54 человека), машинисты бурового станка и их помощники (4 человека), машинист бульдозера и монтеры пути (2 человека), т. е. рабочие различных профессий. Материально-техническую базу комплексной бригады составили экскаватор ЭРШРД-5000, буровой станок 2СБШ-200Н, бульдозер на базе трактора ДЭТ-250, передвижные железнодорожные пути протяженностью 2,6 км. С первых дней организации комплексно-сквозной бригады экскаватора ЭРШРД-5000 № 7 был создан совет бригады, организующий всю работу в бригаде, подводящий итоги работы между сменными коллективами, определяющий пути улучшения производственной деятельности бригады. Задание 1979 г. коллектив бригады экскаватора ЭРШРД-5000 № 7 выполнил досрочно к 13 декабря, добыв сверх задания более 439 тыс. т угля. План по производительности труда был выполнен на 112%. Успехи были достигнуты благодаря сокращению внутрисменных неплановых перерывов в работе экскаватора по сравнению с 1978 г. на 8,7% при росте коэффициента использования его на основной работе до 0,74.

Опыт работы бригады А. А. Шишлова обобщен и распространен на всех разрезах. В результате в 1985 г. на разрезах «Богатырь», «Степной», «Северный» и «Восточный» 26 сквозных экскаваторных бригад стали комплексными. Общая численность их составила 679 человек, или 45% от всех рабочих экскаваторных бригад ПО «Экибастуголь».

В комплексных экскаваторных бригадах машинисты и помощники машинистов буровых станков, машинисты бульдозеров и монтеры пути работали при непрерывной рабочей неделе в одну 8-часовую смену с двумя выходными днями подряд (с отработкой каждой 8-й рабочей субботы).

Необходимое число машинистов бурового станка для комплексной бригады определяли путем деления месячного планового объема бурения взрывных скважин на производство числа отработываемых станком 7-часовых рабочих дней за месяц и сменной нормы выработки с учетом ее перевыполнения, а численность монтеров пути - путем умножения протяженности обслуживаемых призабойных железнодорожных путей на нормативную численность монтеров пути, требовавшихся для производства текущего содержания 1 км пути.

В комплексных бригадах накоплен положительный опыт и выработан производственный стиль обеспечения высокой степени надежности работы экскаваторов. Во время подготовительно-заключительных операций экипаж экскаватора знакомился с состоянием забоя и призабойных путей. Каждый член бригады, сдающей смену, докладывал своему напарнику из принимающей смену бригады обо всех неисправностях и отказах, происшедших в течение смены, о техническом состоянии отдельных узлов экскаватора. Если сдающая смена не успела произвести необходимый ремонт какого-либо механизма, то она подробно объясняет принимающей смене причину и характер неисправности. После этого принимающая и сдающая смены производили совместный осмотр узлов экскаватора. На все подготовительно-заключительные операции затрачивалось в смену не более 20 мин. вместо 30 мин. по нормативу.

В комплексной бригаде четко распределены обязанности: все узлы экскаватора закреплены за отдельными членами бригады, что позволяло оперативно выявлять любые неисправности, своевременно устранять и предупреждать их появление.

Ежемесячно члены бригады производили профессиональные осмотры и обслуживание согласно инструкции по технической эксплуатации и картам смазки, а во время технологических простоев экипаж проводил техническое обслуживание и осмотр закрепленных за ними узлов и агрегатов. В результате высокоэффективного технического ежесменного обслуживания повышалась работоспособность экскаватора, поэтому планово-предупредительные ремонты (ППР) выполнялись по потребности или по наработке отдельных узлов экскаватора. Организация ППР предусматривала круглосуточную работу рабочих по звеньям. В ряде случаев для ускорения ремонта роторного экскаватора практиковалось создание из числа рабочих бригады специальной группы, которая днем заранее готовила фронт работы для ночной смены (обычно электросварочные работы, вулканизация конвейерных лент и заготовка необходимых деталей для замены изношенных).

В конце отчетного месяца бригада экскаватора совместно с ИТР добычного участка составляла планограмму работ в забое с указанием всех производственных процессов, намечаемых к выполнению ими на предстоящий (планируемый) месяц, с увязкой их во времени и в пространстве (рис. 65).

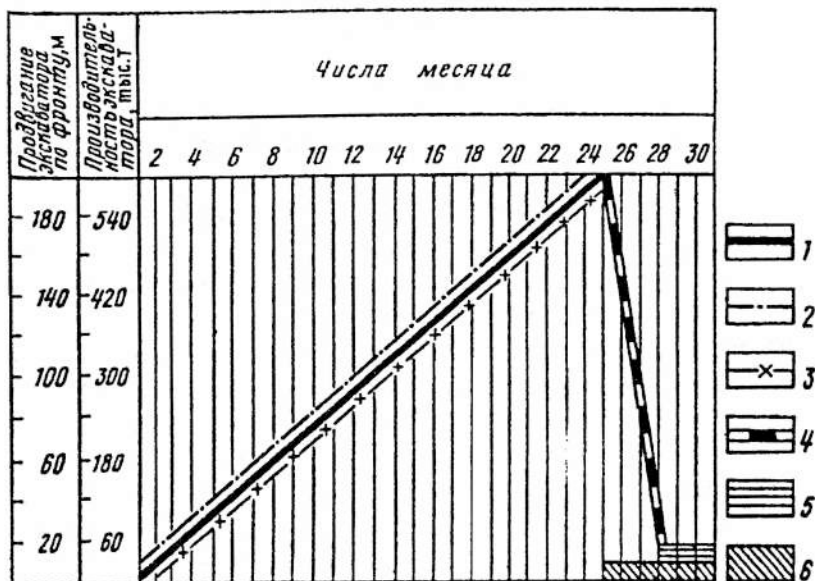


Рис. 65. Плянограмма работы экскаватора ЭРШРД-5000
№7 за октябрь 1985г.:

Показатели работы:

Параметры забоя, м:

ширина заходки 90

высота уступа 20

Производительность экскаватора по углю, тыс. т:

суточная 25

месячная 600

Продвижение экскаватора по фронту, м:

за сутки 8,3

за месяц 199,6

Продолжительность основных работ, дней:

погрузка угля 24

ППР 6

Условные обозначения: 1 - работа экскаватора, 2 - буровзрывные работы; 3 - бульдозерные работы; 4 - переукладка ж.-д. пути; 5 - ППР бурового станка; 6 - ППР экскаватора.

В начале смены машинист бульдозера получает от бригадира указания о первоочередных работах (планировка трассы, очистка габарита, зачистка кровли уступа и др.), которые необходимо выполнить,

чтобы обеспечить высокопроизводительную работу экскаватора и бурового станка.

Монтеры пути выполняют работы по текущему содержанию призабойного железнодорожного пути в технически исправном состоянии. Участок добычных работ, куда входит комплексная бригада, готовит и сдает по акту трассу под железнодорожный путь участку путевых работ, а последний, в свою очередь, передает готовый путь после переукладки комплексной бригаде. С этого момента текущее содержание и ремонт данного пути до следующей его переукладки выполняют уже члены комплексной бригады.

На разрезах производство ППР экскаватора, как правило, совпадало по времени с переукладкой и заделкой призабойных железнодорожных путей. При этом, если экскаватор отремонтирован досрочно, а путь к нему еще не готов, то комплексная бригада в полном составе оказывала помощь монтерам пути участка путевых работ. Для квалифицированного ведения работ по текущему содержанию и ремонту призабойных железнодорожных путей все члены комплексных экскаваторных бригад обучались в учебно-курсовом пункте разреза. Экскаваторной бригаде выделялся рабочий и мерительный инструмент, необходимый для работы на железнодорожных путях и контроля за их состоянием.

Главные преимущества комплексных экскаваторных бригад заключались в том, что обеспечивалась полная загрузка каждого рабочего в течение всей смены, ликвидировались простои, возникавшие из-за неувязки между вспомогательными процессами производства, совмещались экскаваторщиками профессии машинистов бурового станка и их помощников, монтеров пути. Таким образом, в основе комплексной экскаваторной бригады действовали принципы взаимосвязи и сплоченности коллектива, всеобщей заинтересованности в работе меньшей численностью и получении наивысшего производственного эффекта по результатам коллективного труда.

Опыт работы показал, что комплексные экскаваторные бригады имели относительно высокий коэффициент использования календарного фонда времени, который в 1981-1988 гг. составил 0,75-0,8 против 0,5-0,6 для всех бригад разрезов. Поэтому производительность труда в комплексных бригадах на 15-20% выше, чем в сквозных некомплексных экскаваторных бригадах. В 1985г. 10 комплексными экска-

ваторными бригадами было добыто 48,8 млн. т угля, или 60,7% от всего объема добычи ПО «Экибастууголь».

Благодаря сокращению неплановых простоев наибольшей среди комплексных бригад эффективности добилась бригада роторного экскаватора ЭРШРД-5000 № 7 (бригадир А. А. Шишлов).

Ниже приведены показатели производительности неплановых простоев экскаватора ЭРШРД-5000 №7 (остальных экскаваторов разреза «Богатырь») в % к календарному фонду времени.

Всего	7,2 (10,5)
В том числе из-за:	
аварий на механизмах	2,5 (1,6)
отсутствия электроэнергии	0,6 (0,7)
плохого содержания	
железнодорожных путей	1,5 (2,9)
отсутствия средств транспорта	1,6 (1,1)
Прочие	1 (4,2)

Коллективом этой комплексной хозрасчетной бригады добыто 32873,3 тыс. т угля, в том числе 678,3 тыс. т сверх плана, и отгружено на внешние отвалы 804,2 тыс. м³ внутренней вскрыши. В результате среднегодовая производительность экскаватора по горной массе составила 3961,2 тыс.м³, что на 5% выше норматива. График работы роторного экскаватора ЭРШРД-5000 № 7 на погрузке угля в вагоны МПС представлен на рис. 66.



Рис. 66. График работы экскаватора ЭРШРД-5000 №7 на погрузке угля в вагоны МПС (грузоподъемность локомотивосостава 900 т)

В постановлении б. ЦК КПСС (1983 г.) «О дальнейшем развитии и повышении эффективности бригадной формы организации и стимулирования труда» указывалось на необходимость проведения экспериментов по внедрению новых форм с учетом специфики производства. Первым шагом в этом направлении явилось создание экскаваторных бригад, работающих по методу бригадного подряда (договора). В ПО «Экибастузуголь» бригадный подряд был разработан и внедрен в марте 1983 г. на разрезе «Северный» в экскаваторной бригаде под руководством А.В. Зеленкова. Бригада экскаватора ЭКГ-8И в составе 10 человек в порядке эксперимента заключила с администрацией разреза хозрасчетный договор на выполнение работ по приемке и укладке в отвалы горной массы с 1 марта 1983 г. по 31 декабря 1983 г. в объеме 2310 тыс. м³, а администрация разреза обязалась обеспечить бригаду согласно существующим нормам и расчетам всем необходимым для выполнения указанного в договоре объема работ. Проведению данного эксперимента предшествовала большая подготовительная работа: изучен опыт бригадного хозрасчета на родственных предприятиях отрасли; разработано положение о хозрасчетном подряде применительно к условиям отвалообразования; составлены плановые калькуляции на планируемые объемы, включающие фонды заработной платы, материалов, оборудования, амортизации, услуги других служб; утверждены нормы расхода материалов. При досрочном выполнении объема работ в договоре была предусмотрена выплата премии из фонда материального поощрения в размере 2 тыс.р. Кроме того, положением предусматривалось премирование за снижение себестоимости выполненных работ в размере 50 % от сэкономленных средств.

Так как на практике существенным тормозом в работе отвальных экскаваторов является, как правило, плохое состояние железнодорожных путей, уложенных на насыпном грунте, рабочие бригады взяли на себя обслуживание подъездных железнодорожных путей протяженностью 4 км. Именно поэтому все члены бригады прошли курс обучения путевым работам и получили допуск к их выполнению. Кроме этого, они обязались также осуществлять путепереукладочные работы и производить ремонт экскаватора. В бригаде все помощники машиниста экскаватора получили права управления экскаватором и в случае необходимости заменяли машинистов.

Бригадный подряд был выполнен бригадой экскаватора ЭКГ-8И № 1236, возглавляемой А. В. Зеленковым, на 50 дней раньше срока, предусмотренного графиком. С 1 марта по 31 декабря 1983 г. бригадой было уложено в отвалы 2787 тыс. м³ горной массы, а всего за 1983 г. объем экскавации горной массы составил 3289 тыс. м³, что на 90 тыс. м³ больше, чем в 1982 г. При этом затраты на производство горных работ по сравнению с 1982 г. снижены на 9,1 тыс. р., в том числе по материальным ресурсам - на 6,1 тыс. р.

В 1984 г. бригада А.В.Зеленкова стала обслуживать два экскаватора, уложила в отвалы 5031 тыс.м³ горной массы, выполнив годовой план на 115%, и обеспечила рост производительности труда на 14,7% при снижении себестоимости укладки 1м³ породы в отвалы на 18,5%. С высокой производительностью работал коллектив подрядной бригады и в 1985 г.: им было уложено в отвалы 5702 тыс. м³ горной массы, что составило 106,6 % к плану. За счет снижения себестоимости укладки 1 м³ грунта с 2,03 до 1,69 к. сэкономлено 5,5 тыс. р. Заработная плата рабочих бригады возросла на 4,8 % при росте производительности труда на 35,8 %. За выдающиеся трудовые заслуги, достигнутые в 1985 г., бригадиру А. В. Зеленкову присуждена Государственная премия СССР.

Итоги и анализ работы бригады А. В. Зеленкова по новому методу открыли возможность широкого распространения бригадного подряда. Так, если в 1985 г. на разрезах Экибастуза по методу бригадного подряда работали 16 экскаваторных бригад, то их число в 1988 г. составило 28. Все подрядные бригады в 1988г. перевыполнили годовые планы производства и сэкономили за счет снижения плановой себестоимости 232 тыс.р.

В целях содействия развитию и повышению эффективности бригадной формы организации и стимулирования труда в ПО «Экибастуз-уголь» функционировал совет бригадиров с президиумом в количестве 11 человек. Кроме того, на разрезах, производственных единицах и предприятиях созданы 17 советов бригадиров, установлен «День бригадира», который проводится каждую третью декаду месяца во всех трудовых коллективах. Данные, характеризующие состояние бригадной формы организации труда на экибастузских разрезах (на конец 1988 г.), приведены ниже:

Разрез	«Бога- тырь»	«Север- ный»	«Вос- точный»	«Степ- ной»
Общее число производственных бригад	56	125	15	91
В том числе:				
специализированных	40	89	5	57
подрядных	3	5	-	20
комплексных	13	31	10	14
Численность рабочих, охваченных бригадной формой, % к общей численности рабочих разреза	87,8	80,1	86,3	84,6

К концу 1988 г. число производственных бригад на разрезах бассейна достигло 28 (с охватом 87,1% рабочих), из них 242 бригады работали на единый наряд. Комплексными экскаваторными бригадами было добыто в 1988 г. почти 60 млн. т угля, или 66,4% от всей добычи по объединению. Коэффициент трудового участия (КТУ) применяли 170 бригад общей численностью 7526 человек, или 76% численности рабочих в бригадах, из них на всю зарплату - 94 бригады численностью 3921 человек, что на 797 человек больше, чем в 1987г. При этом следует отметить, что для установления каждому члену трудового коллектива уровня КТУ на практике обычно учитывались следующие основные критерии: эффективность труда, профессиональное мастерство, отношение к труду, социальная активность.

По методу хозрасчета трудились 88,5% от общего числа рабочих в бригадах. На разрезах объединения проводились меры по совершенствованию внутрипроизводственного хозрасчета. Так, внедрена система взаимной экономической ответственности участков, служб, цехов за ненадлежащее ведение работ, вошли в практику взаимные претензии трудовых коллективов друг к другу как на уровне производственных единиц, так и на уровне участков, служб, цехов. Это действенный рычаг экономического воздействия: сорвал задание, подвел смежников - плати штраф. Взаимоотношения между хозрасчетными разрезами, а внутри них - между хозрасчетными участками, регулировались договорами между коллективами-смежниками. В договоре установлена прямая материальная ответственность смеж-

ников за невыполнение плана-договора производственными коллективами.

Начиная с 1988 г. на горных участках организовано внедрение чековой системы взаиморасчетов за оказываемые им услуги (бульдозерами, тракторами и другими механизмами) на разрезах «Северный» и «Майкубенский», материально-технические ресурсы на разрезе «Богатырь» и заводе РГТО.

За 1988 г. хозрасчетными участками сэкономлено 4,9 млн. р., подано 163 претензии, из них удовлетворено 130 на 170 тыс.р. За результаты хозрасчетной деятельности работникам участков выплачена премия 284 тыс.р., 244 хозрасчетные бригады разрезов, погрузочно-транспортных управлений и других производственных единиц сэкономили по основному производству 442,4 тыс. р., 6014 человек получили премии в сумме 155,1 тыс. р., или почти 25,8 р. на одного работающего.

Несмотря на довольно высокий (80,1—87,8%) охват рабочих бригадной формой организации труда на разрезах, интенсификация угольного производства выдвинула перед коллективом ПО «Экибастуз-уголь» задачу дальнейшего (не только в низовых звеньях производства) развития на научной основе бригадного подряда и перехода к созданию укрупненно-подрядных бригад-участков, состоящих из рабочих и ИТР, охватывающих весь комплекс закрепленных за ними работ по добыче угля (или выемке вскрышных пород) с последующим их объединением в единый подрядный, хозрасчетный коллектив - бригада-разрез - с оплатой за конечные результаты труда (добытый объем угля или погруженный объем вскрышных пород). Так, на разрезе «Богатырь», начиная с ноября 1988 г., во всех структурных подразделениях были созданы хозрасчетные бригады-участки. Основная цель организации таких участков - создание общности интересов всех рабочих и ИТР в каждом отдельном трудовом коллективе, поскольку общность интересов зависит от единства целей и действий.

В 1988 г. на всех разрезах первичным хозрасчетным звеном стала бригада-участок. В этом коллективе на основе норматива заработной платы по результатам работы за месяц начислялась коллективная заработная плата, которая распределялась затем между членами коллектива (по КТУ) с учетом индивидуального вклада каждого работника в достигнутые результаты. Кроме того, этому коллективу выплачивалась дополнительная премия за хозрасчетную деятельность

отчетного месяца в размере до 50 % от суммы экономии, отраженной в лицевом счете бригады-участка.

§ 3. Автоматизированная система управления

В результате дальнейшей интенсификации добычи экибастузского угля на основе повышения производительности экскаваторов большой единичной мощности требовалось коренное улучшение форм и методов управления производством, включая широкое внедрение автоматизированных систем управления (АСУ) разрезами. Поэтому в ПО «Экибастууголь» большое внимание уделялось созданию и внедрению комплексной программы развития АСУ, представлявшей собой совокупность вычислительной, организационной техники, экономико-математических методов и средств связи, позволявших аппарату разрезов осуществлять эффективное управление производством в условиях нового метода хозяйствования. АСУ ПО «Экибастууголь» включала в себя информационно-вычислительный центр (ИВЦ) и АСУ разреза «Богатырь».

В ИВЦ использовались две ЭВМ общего назначения (ЕС-1046, ЕС-1045), малые машины (СМ-1406, СМ-1420), персональные компьютеры (IBM-PC-XT, АРМ на базе ПЭВМ РС-XT, ПЭВМ СМ-1910 «Роботрон», ПЭВМ «Амстрад»), управляющие вычислительные комплексы (УВК СМ 1420.05, УВК СМ 1420.01), устройство подготовки данных на магнитной ленте МЛ ЕС-9004, станция подготовки данных ЕС-9005. В 1990г. стоимость основных фондов по обработке информации составила 10408 тыс. р., а ее удельный вес в общей стоимости фондов был равен почти 1%. Численность обслуживающего персонала – 243 человека, или 1,8% от общей численности трудящихся объединения. Эксплуатационные расходы на содержание ИВЦ составили 2307 тыс. р., или 0,96 % от общей суммы расходов по объединению.

В начале 1981 г. введена первая очередь организационно-технологической автоматизированной системы управления разрезом «Богатырь» (АСУ ОТ), включавшая в себя комплексы технических средств автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). АСУ ОТ частично охватывала производственную деятельность разреза «Богатырь» и Богатырского ПТУ. В ее составе: 6 задач о работе и простоях роторных экскаваторов и по автоматизированному ведению графика их работы; 4 задачи по формирова-

нию угольных маршрутов в зависимости от качества загруженного в вагоны угля; 6 задач по учету поступивших на станцию порожних вагонов, формированию из них угольных подач из подач маршрутов и автоматизированному составлению сопроводительной документации к этим маршрутам. С внедрением этих технологических задач значительно повысилась оперативность управления процессом добычи угля, формирования маршрутов по качеству, уменьшилось время на операции по отправке сформированных маршрутов. Так, например, начальник смены избавлен от необходимости ведения графика работы и простоев роторных экскаваторов. До последнего времени распределение порожних вагонов по забоям экскаваторов осуществлялось на основе практического опыта начальников смен. При этом наблюдались частые случаи несоответствия между числом выделенных вагонов для конкретного экскаватора и объемом угля необходимого качества в этом забое, что отрицательно сказывалось на качестве отгружаемого угля в целом по разрезу и затрудняло формирование грузёных маршрутов. С внедрением АСУ намного упростился процесс формирования маршрутов с углем по качеству. Это достигалось в результате того, что информация о качестве угля в забое каждого конкретного экскаватора заранее вводилась в память ЭВМ, туда же поступала информация о подачах (из 15 - 17 вагонов), отправленных под каждый экскаватор. Получив через систему «КРР-Инфра» информацию о загрузке подачи и ее массе, мастер пункта опробования заранее передавал транспортному диспетчеру информацию: на какой путь следует принять подачу под таким-то номером, чтобы без лишних перестановок предварительно сформировать состав с углем определенного качества в целом по маршруту. Диалог согласования всех параметров маршрута (масса, качество) мастером пункта опробования, грузовым и транспортным диспетчерами велся через ЭВМ и занимал считанные минуты.

Значительно снизилась трудоемкость составления сопроводительной документации по каждому маршруту, поскольку вся исходная информация заранее вводилась в память ЭВМ, и грузовой службе требовалось только вызвать нужную информацию и дать команду машине на ее обработку, включая печатание. Кроме того, информацию о работе разреза и грузовой службы одновременно можно получить как на экран дисплея, так и в печатном виде за любой период смены.

В то время ИВЦ решала 41 комплекс инженерно-управленческих задач по планированию технической подготовки производства, технико-экономическому планированию, материально-техническому снабжению, оперативно-производственному планированию, учету и регулированию производства. К числу наиболее трудоемких задач относились: учет времени работы и простоев экскаваторов; учет количества и качества отгруженного угля по разрезу «Богатырь»; анализ времени нетрудоспособности трудящихся; учет и анализ основных фондов; учет расхода спецодежды; автоматизированный расчет и начисление заработной платы; планирование основных и вспомогательных работ разреза «Богатырь»; учет материально-технических ресурсов. Широкое распространение в ИВЦ получили также комплексы задач: учет и анализ выхождаемости рабочих; маркшейдерские; расчеты с квартиросъемщиками; автоматизированный контроль за исполнением делопроизводства; расчет производительности экскаваторов; учет и анализ травматизма.

Важнейшие показатели использования вычислительной техники - среднесуточная загрузка ЭВМ и полезное время их работы. Фактическая среднесуточная загрузка ЭВМ в 1990 г. возросла по сравнению с 1988 г. почти в 1,2 раза и составила 20,5 ч, в том числе 16 ч для решения задач. Время профилактического обслуживания - 2 ч, время простоев по разным причинам 1,5 ч.

Наиболее распространен в ИВЦ пакетный режим обработки информации, поступавшей в виде документов от разрезов. В таком режиме обрабатывалось примерно 90 % всей информации. Оперативная информация, как правило, поступала по каналам связи.

§ 4. Экономические показатели добычи угля

В 1985 г. объем добычи угля по разрезу «Богатырь» составил 56824 тыс. т. Этот результат остается пока непревзойденным.

2 ноября 1987 г. началась добыча бурого угля на разрезе «Майкубенский», входившем в состав ПО «Экибастууголь». В последующих годах объемы добычи угля по разрезам ПО «Экибастууголь» указываются с учётом добычи на разрезе «Майкубенский».

За период с 1981 по 1990 г. объем добычи угля на разрезах ПО «Экибастууголь» возрос на 21 % и достиг 81,8 млн. т (табл. 63).

Технико-экономические показатели работы разрезов ПО "Экибастууголь"

Показатели	Абсолютные значения показателей за год		Значения показателей 1990 г. к уровню 1981г., %
	1981	1990	
Добыча угля, тыс. т	67556	81762	121
Объем вскрышных работ, тыс.м ³	54911	90970	165,7
Численность промышленно-производственного персонала, чел.	9412	13528	143,7
В том числе рабочих	7149	10583	148
Производительность труда рабочего по добыче, т/мес.	1008,4	793	78,6
Себестоимость 1 т угля, коп.	135	254	188,1
Балансовая прибыль, тыс.р.	52500	51792	98,7

В этот же период наметилась тенденция к снижению производительности труда и росту себестоимости добываемого угля, обусловленная увеличением глубины разработки и снижением эффективности использования мощного горно-транспортного оборудования.

В 1990 г. в фонд материального поощрения было направлено 9573,5 тыс. р. Около 51% из этой суммы израсходовали на премирование рабочих, ИТР и служащих, более 18% - на выплату вознаграждений по итогам года («тринадцатая зарплата»). Остальная часть средств направлена на единовременное поощрение работников, отличившихся при выполнении особо важных заданий, выплату премий коллективам и работникам, оказание единовременной помощи.

Средства фонда соцкультурмероприятий и жилищного строительства в сумме 20701 тыс. р. были израсходованы на строительство жилья, детских учреждений, удешевление стоимости и усиление питания, проведение культурных и оздоровительных мероприятий. Фонд развития производства в сумме 27 719 тыс. р. израсходован на приобретение оборудования.

За период 1981-1990 г. стоимость основных промышленно-производственных фондов (ОППФ) возросла почти в 1,6 раза при росте валовой продукции более чем в 1,5 раза. При этом удельный вес активной части основных фондов в общей стоимости ОППФ увеличился на 5% и составил 686,1 млн. р., стоимость пассивной части основных фондов - 403,7 млн. р. В связи с опережением темпов роста ос-

новых фондов по сравнению с темпами роста добычи угля фондоотдача снизилась на 54,1% и составила 75 т на 1000 р. ОППФ.

Оснащение разрезов ПО «Экибастузуголь» современной техникой позволило полностью механизировать вскрышные, добычные и отвальные работы, бурение скважин, перенос и укладку железнодорожных путей. Технический прогресс на разрезах привел к снижению удельного веса рабочих, выполняющих работы вручную, с 20,1 до 17,2%. Интенсивный рост добычи угля и технический прогресс обусловили значительные темпы роста активной части основных производственных фондов. Так, если за 1981-1990 гг. среднегодовые темпы прироста добычи угля составили 2,4%, то темпы прироста активной части основных фондов - 13,6%.

Степень влияния технического прогресса на эффективность добычи угля можно проследить по данным табл. 64.

Таблица 64

**Изменение технико-экономических показателей работы
ПО «Экибастузуголь» по добыче угля**

Показатели	Абсолютные значения показателей за год		Значения показателей 1990 г. к уровню 1981г., %
	1981	1990	
Средняя теоретическая производительность роторного экскаватора, т/ч	2345	2900	123,4
Средняя вместимость ковша экскаватора, м ³	8,1	8,7	107,4
Удельный вес добычи роторными экскаваторами, %	86,4	88,1	102
Фондовооруженность труда, р/чел.	43935	88558	183,4
Фондоемкость продукции, р/т	7,12	13,3	186,8
Энерговооруженность труда, кВт.ч./чел.	37969	51427	135,4
Энергоемкость продукции кВт.ч./т	5,28	7,51	142,2
Трудоемкость добычи, чел/1000т	50,9	60,4	118,7
Материалоемкость добычи, р/т	0,38	0,52	136,8
Себестоимость добычи, р/т	0,43	0,45	104,7
Рентабельность производства, %	10,7	4,7	43,8

В 1987 г. ПО «Экибастууголь» перешло на новые условия хозяйствования, характеризующиеся повышением его относительной самостоятельности, сокращением числа регламентируемых показателей, повышением роли утверждаемых показателей (расчетная цена, расчетные реализации и прибыль, поставка и качество угля). Повышена роль прямых хозяйственных договоров, усилен контроль за своевременностью их исполнения. Формирование фонда материального поощрения и фонда социально-культурных мероприятий поставлено в зависимость от меры выполнения и перевыполнения важнейших фондообразующих показателей: встречного плана, плана добычи и поставки угля, роста производительности труда, улучшения качества отгружаемого угля. В этих условиях работы объединение успешно справилось с выполнением плана 1987г. по основным технико-экономическим показателям (табл.65).

Таблица 65

**Изменение технико-экономических показателей работы
ПО «Экибастууголь» в новых условиях хозяйствования**

Показатель	Фактические значения показателей плана на 1986 г.	Значения показателей плана 1987 г.		% выполнения плана 1987г.	Значения фактических показателей 1987 г. к уровню 1986г., %
		заданные	фактические		
Поставка угля, тыс. т	85640	87040	88481	101,6	103,1
Выработка валовой продукции на одного работающего, р/мес.	87187	85790	90886	105,9	104,2
Месячная заработная плата одного работающего, р.	333,7	335,2	344,2	102,6	103,1
Прибыль балансовая, тыс. р.	70565	63183	77538	122,7	109,9
Себестоимость добычи 1 т угля, коп.	183	190	183	96,3	100

Среднемесячная численность промышленно-производственного персонала в 1987 г. по сравнению с 1986 г. уменьшилась на 608 человек, следовательно, весь прирост добычи угля в 1987 г. был обеспечен за счет роста производительности труда. В результате введения новых экономических рычагов и стимулов, развития и совершенство-

вания хозяйственного расчета в объединении в 1987 г. получили почти 14,4 млн. р. сверхплановой прибыли, что обеспечило устойчивое финансовое положение, дополнительное образование фондов экономического стимулирования, увеличение выплат из фонда материального поощрения, рост социального развития. В 1987г. были введены в эксплуатацию 65,1 тыс. м² жилья и дошкольные детские учреждения на 470 мест, завершено строительство школы на 1568 учащихся, поликлиники на 600 посещений, спортивного комплекса, хирургического корпуса медсанчасти на 150 коек, кафе-мороженого на 25 посадочных мест, магазина промышленных товаров площадью 773 м², спального корпуса на 72 места в доме отдыха на озере Джасыбай, АТС на 10 тыс. номеров, теплицы площадью 1 га. На приобретение путевок для лечения, профилактики и отдыха работников объединения было израсходовано более 13,2 тыс. р., что на 6% больше, чем в 1986 г.

В новых условиях хозяйствования возросла экономическая и социальная роль трудовой дисциплины. Отделы кадров ежеквартально анализировали состояние трудовой дисциплины, причины нарушений, намечали меры по их устранению. Всех новичков, поступавших на разрезы, знакомили с правилами внутреннего трудового распорядка, традициями коллектива. На большинстве участков прием новичков велся непосредственно через бригаду. В 1987 г. основное внимание было уделено воспитательной работе в общежитиях и по месту жительства, созданию самостоятельных объединений и клубов. В результате этих мероприятий потери рабочего времени из-за прогулов уменьшились (по сравнению с 1986 г.) почти на 6%. Важный обобщающий показатель повышения уровня социального развития коллектива - дальнейшее сокращение текучести кадров, которое составило в 1987г. 12,8% против 13,8% в 1986 г.

Раньше в качестве одного из оценочных показателей хозяйственной деятельности экскаваторных бригад было выполнение ими плана добычи угля. Однако такая оценка не учитывала потенциальной возможности каждой бригады, поскольку их планы с точки зрения напряженности, как правило, не одинаковы. В последующем этот недостаток устранен. Оценку выполнения планов стали производить с учетом степени их напряженности: $K = \Phi / Н$ (K - коэффициент напряженности выполнения плана добычи угля; Φ - фактическая величина показателя добычи угля, т; $Н$ - нормативная величина показателя добычи угля, т).

Лучшим считался коллектив той бригады, у которой коэффициент напряженности выполнения плана добычи угля выше. При такой оценке результаты работы бригад становились действительно сопоставимыми, позволяющими определить, какая бригада полностью реализовала свои возможности, а какая придерживала резервы роста производительности труда и снижения издержек производства. Кроме того, степень напряженности позволяла распределить все бригады по величине коэффициента напряженности выполнения плана добычи угля.

Оценка эффективности работы каждого трудового коллектива производилась по конечным результатам работы коллектива разреза в целом, т.е. определялась уровнем выполнения плана добычи угля по разрезу. В связи с этим работа трудящихся низовых коллективов разреза организовывалась таким образом, чтобы вся их деятельность была подчинена и исходила из интересов всего разреза в целом. При нарушении этого принципа происходило раздвоение интересов, и эффективность работы заметно снижалась. Следовательно, важнейшая гарантия повышения эффективности труда на уровне предприятия - тесная увязка оценочных показателей низовых звеньев с оценочными показателями работы всего производственного организма.

В этом деле немалое значение имел хорошо налаженный повседневный контроль за работой всех подразделений предприятия со стороны производственной службы разреза. Если ежемесячно все звенья, бригады и участки на основе трудовой состоятельности, соперничества обеспечивали выполнение и перевыполнение плана добычи угля по разрезу, то можно утверждать, что, в конечном счете, эффективность их работы по результатам за месяц будет высокой. Поэтому в последнее время на разрезах осуществлялась значительная организационно-подготовительная работа и контроль.

Общую количественную оценку экономической эффективности работы за конкретный период времени (месяц, квартал, год) по какому-либо участку горных работ, разрезу, отдельной экскаваторной бригаде или объединению в целом определяют, исходя из суммы экономии, полученной за счет сверхпланового объема добытого угля. Реальную величину этой экономии в рублях рассчитывают по формуле

$$\Xi = (D_1 + D_2) \left(C_1 - \frac{D_1 C_1 + D_2 C_2}{D_1 + D_2} \right),$$

где Σ - сумма экономии по себестоимости добычи угля за конкретный период времени (месяц, квартал, год), р.; D_1, D_2 - плановый и сверхплановый объемы добычи угля, т; C_1 - плановая себестоимость 1 т добычи угля, р.; C_2 - плановая себестоимость 1 т добычи угля по элементу «переменные расходы», р.

В связи с переходом объединения с декабря 1987 г. на новые условия оплаты труда на разрезах проведена большая подготовительная работа по изысканию необходимых средств для перехода на новые тарифные ставки и должностные оклады при соблюдении правильного соотношения между приростом производительности труда и заработной платы. Всего для введения новых условий оплаты труда в расчете на год требовалось 2887 тыс. р. Благодаря мероприятиям по НОТ, расширению зон обслуживания, увеличению объема выполняемых работ за счет пересмотра действующих норм выработки (времени), совмещению профессий, совершенствованию структуры управления все необходимые средства были изысканы разрезами при высвобождении 437 человек.

С введением в 1988 г. Закона СССР о Государственном предприятии (объединении) в трудовых коллективах разрезов активизировались работы по подготовке к переходу на полный хозяйственный расчет и самофинансирование, по внедрению экономических методов управления, расширению демократических основ и развитию самоуправления.

На основе Закона о Государственном предприятии в ПО «Экибастуголь» разработано Положение о структурной единице, которым разрезы руководствовались в своей работе.

Нормой производственной жизни рабочих коллективов стала обязательная периодическая отчетность руководителей и главных специалистов перед трудящимися, переориентации работников на обеспечение ускоренного социально-экономического развития возглавляемых ими предприятий, участков и служб. Расширились демократические начала в управлении производством. Только в 1988 г. было избрано около 80 бригадиров производственных бригад (или 37% от их общего числа), 6 начальников участков. На разрезе «Восточный» все руководители производственных бригад, начальники участков добычных работ, технологического комплекса разреза, помощник директора по кадрам и быту были назначены на должности по воле трудящихся низовых коллективов. На разрезе «Северный» из трех канди-

датур, претендовавших на должность директора разреза, трудящиеся выбрали наиболее достойного и опытного руководителя. На этом же разрезе на конкурсной основе и по желанию большинства членов трудового коллектива был выбран главный инженер.

Опыт показал, что деятельность производственных бригад и участков, которыми руководили избранные работники, отличался устойчивым выполнением плановых показателей, образцовой трудовой и технологической дисциплиной, высокими результатами труда.

В соответствии с Законом СССР о Государственном предприятии (объединении) на угольных и вскрышных разрезах были сформированы из числа выбранных трудящихся советы трудовых коллективов, основная цель которых - содействие развитию инициативы трудящихся в увеличении вклада каждого работника в общее дело. Члены советов трудовых коллективов выполняли свои обязанности на общественных началах. Заседания советов проводились по мере необходимости, но не реже одного раза в квартал.

С января 1988 г. ПО «Экибастузуголь» начало работать в условиях первой модели хозяйственного расчета при полной самоокупаемости и самофинансировании. Для перехода коллектива на новые условия хозяйствования в объединении провели: учебу среди инженерно-технических работников аппарата, линейного состава, служащих; анализ работы за предыдущий год с необходимыми расчетами и экономическими выкладками; инвентаризацию имеющегося оборудования, инвентаря, машин и механизмов. Были разработаны регламентирующие документы, необходимые для работы в новых условиях хозяйствования, в том числе: Положение о порядке образования и использования фонда развития производства, науки и техники; Положение о порядке образования и использования фонда социального развития; Положение о порядке образования и использования фонда материального поощрения. Одновременно были внедрены мероприятия по улучшению качества продукции, проведена инвентаризация действующих норм и нормативов (часть из них обновлена), переориентирован весь экономический механизм на нужды полного хозрасчета, осуществлены меры по росту производительности труда, снижению себестоимости, экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов, усовершенствованы бригадные формы организации и стимулирования труда, проведен первый

этап эксперимента по внедрению второй модели хозрасчета в отдельных подразделениях разрезов.

Первый этап внедрения второй модели хозрасчета включал в себя разработку и применение системы последовательных взаимных расчетов участков между собой и с разрезом, основанные на использовании расчетных внутрипроизводственных цен на все виды работ (услуги, материалы, топливно-энергетические ресурсы), применении лицевых счетов и введении для взаиморасчетов чековой книжки.

Годовые итоги подтвердили преимущества второй модели. Так, среди коллективов, работавших по второй модели хозрасчета, лучших результатов в 1988 г. добился коллектив участка пути № 2 разреза «Богатырь», который выполнил план переукладки передвижных железнодорожных путей в экскаваторных забоях на 107,8%. При этом затраты на укладку одного погонного метра пути снизились на 39% против плана 1988 г. и на 52% против плана 1987 г. В результате коллектив численностью 40 человек, переуложив за год 134,2 км пути, сэкономил более 210 тыс. р. по статье материальных затрат. По итогам хозрасчетной деятельности каждый работник участка помимо зарплаты ежемесячно получал премию за экономию материальных затрат (в среднем 30 р.). Таким образом, вторая модель хозрасчета имела существенные положительные стороны, обеспечивая более тесную увязку оплаты труда с конечными результатами. Это обстоятельство позволило всем коллективам, принявшим вторую модель, резко повысить производительность труда и значительно снизить затраты ресурсов.

§5. Инвестиционная деятельность американской компании «БАК»

С 6 ноября 1996 г. на основании Генеральной доверенности от 4 ноября 1996 г. № 2812/02, выданной Государственным комитетом Республики Казахстан по приватизации, американская компания «Access Industries, Inc», выигравшая открытый тендер 18 октября 1996 г., приступила к производственной деятельности в Экибастузском угольном бассейне. В ноябре 1996 г. эта компания создала дочернюю фирму под вывеской «ТОО Богатырь Аксес Комир», в состав которой вошли разрезы «Богатырь» (рис. 67), «Степной», Богатырское погру-



Рис. 67. Административно-бытовой комбинат разреза «Богатырь»

зочно-транспортное управление, завод по ремонту горно-транспортного оборудования, Путевая машинная станция, Управление технического контроля качества угля и стандартов.

Новая структура управления разрезом «Богатырь» показана на рис.68.

6 ноября 1997 г. коллективом разреза «Богатырь» с начала его эксплуатации добыта миллиардная тонна угля. Из них ТОО «Богатырь Аксес Комир» за 1997-2000 гг. добыло 83457 тыс.т.

ТОО «Богатырь Аксес Комир» в 1997-1999 гг. в поддержание, развитие мощностей, переоснащение и внедрение новой техники и технологии процесса добычи и транспортировки угля и вскрышных пород вложило около 100 млн. долларов США.

10 июля 1998 г. на разрезе «Богатырь» закончен монтаж первого в мире межуступного самоходного перегружателя СФБ-Р/к/ 1800.25 производительностью 5500 т угля в час, способного поднимать уголь на высоту 28 м.

Использование этого исполина на добычных работах позволяет нарезать новые угольные горизонты роторными экскаваторами с решением одной из главных проблем, стоящих перед угольщиками, -

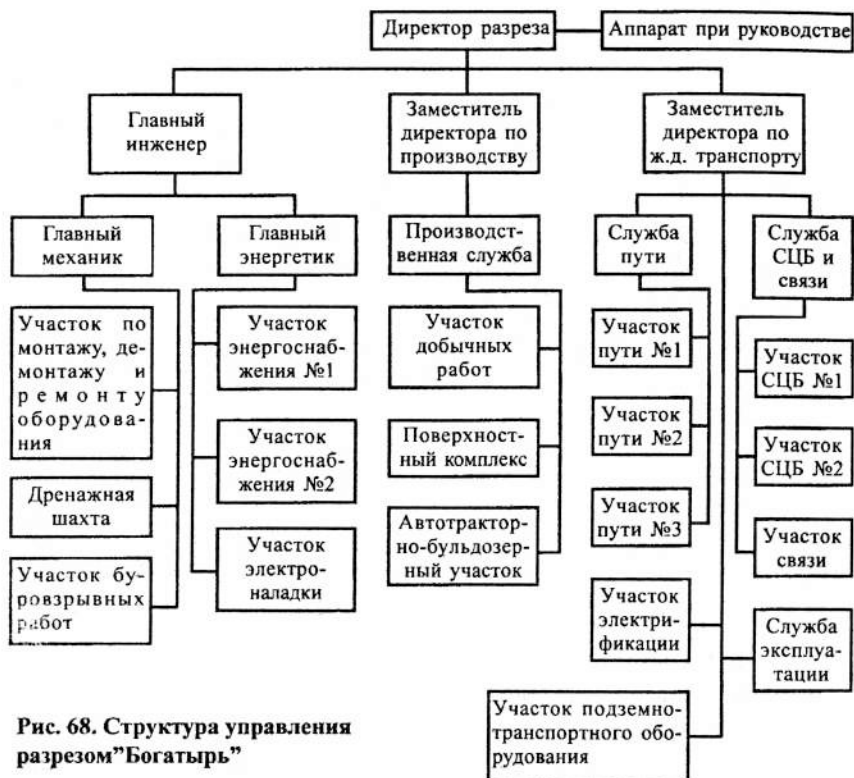


Рис. 68. Структура управления разрезом "Богатырь"

безусловное выполнение технических условий энергетиков по размеру пуска - не более 300 мм в наибольшем измерении.

Проведена большая работа по переводу тяговых агрегатов ОПЭ-1 с дизель-электрической на электрическую тягу при транспортировке вскрышных пород. Это удалось благодаря построенной и принятой в эксплуатацию тягово-распределительной подстанции ТРП-12 «Опорная» ВЛ-110 кВ, протяженностью более 7 км. Кроме того, с ее вводом в действие практически отпала необходимость в услугах сторонних организаций. С расширением этого важного энергетического объекта ТРП-12 будет иметь двойное назначение - тяговое и силовое электроснабжение.

Согласно инвестиционной программе на 1998-2000 гг. на железнодорожных станциях разреза «Богатырь» построены и введены в действие весодозировочные комплексы, что обеспечило нормы ве-

совой загрузки полувагонов и, тем самым, уменьшились претензии со стороны потребителей к недогрузам отгружаемого угля.

На добычных экскаваторах установлено более 20 «Моторол». Более 100 оперативных работников и руководителей компании пользуются новым видом связи - транкиговой связью, или радиотелефоном. Приобретены несколько новых АТС.

По инвестиционному плану компании один из карагандинских институтов разрабатывает проект организации связи основного офиса с подразделениями радиолинейными линиями с установкой на его территории башни высотой 42 м. Это даст компании независимость и надежность в обеспечении бесперебойной связи.

Имеющиеся проекты технического перевооружения разрезом «Богатырь» предусматривают переход на циклично-поточную технологию добычи и вскрыши с применением мобильной техники - самосвалов грузоподъемностью 200 и более тонн и гидравлических экскаваторов с вместимостью ковша 20 и более кубических метров.

Творческой группой специалистов компании разработана новая технология усреднения угля на конвейере при одновременной погрузке на него низкосолярного и высокосолярного угля двумя роторными комплексами с перегружателями. Эта технология в сочетании с реконструкцией погрузочного комплекса на стационарном борту позволит повысить производительность конвейерно-железнодорожного комплекса в 3,5-4 раза.

ТОО «Богатырь Аксес Комир» выполнило следующие контрактные обязательства:

- 1) оплатило бонус за приобретенное имущество в сумме свыше 20 млн. долларов США;
- 2) выплатило роялти на сумму 370 млн. тенге;
- 3) инвестировало в оборотный капитал 11,3 млн. долларов США;
- 4) приняло обязательства по германской кредитной линии на сумму 27,9 млн. немецких марок и начало осуществлять платежи: произвело инвестиции в производство на сумму 56,3 млн. долларов США.

В ТОО «Богатырь Аксес Комир» сформирована система социальной помощи работникам. Общие расходы на оказание помощи работникам за 1996-1999 гг., составили свыше 700 млн. тенге.

В компании уже три года существует общественный благотворительный фонд, главной задачей которого является оказание адресной помощи работникам в виде ссуд и безвозмездной материальной по-

мощи малоимущим работникам, частичной компенсации стоимости операционного лечения неработающих пенсионеров и лечения детей-инвалидов, беспроцентных ссуд на операционное лечение и ритуальные обряды, а также организация помощи ветеранам труда, многодетным семьям, одиноким пенсионерам, инвалидам. Вкладчиками фонда являются ТОО «Богатырь Аксес Комир» и его работники. За три года общественным фондом выплачено благотворительной помощи на сумму около 25 млн. тенге. Из них работники компании внесли в фонд добровольные взносы на сумму более 1,5 млн. тенге, которые были направлены адресной помощью конкретно неработающим пенсионерам, инвалидам, на операции детей работников компании.

В сфере забот общественного фонда находятся около 200 неработающих пенсионеров, участники Великой Отечественной войны и трудового фронта.

Несмотря на то, что городских вкладчиков у фонда нет, оказана материальная помощь 31 жителю г.Экибастуза на сумму 104 тыс. тенге. С августа 1999г. в компании действует Общественный медицинский фонд «Халык денсаулығы» («Здоровье народа»), который создан с целью обеспечения обслуживания работников «БАК» при обращении за медицинской помощью. Средства фонда формируются за счет добровольных взносов и частично спонсорской помощи компании.

В настоящее время членами фонда «Халык денсаулығы» являются 4643 работника, а с членами их семей 8672 человека. За время существования фонда 848 человек пролечились в стационарах, амбулаторное лечение прошли 3535 человек.

В соответствии с условиями Коллективного договора по социально-экономическим вопросам, заключенного между администрацией и профсоюзным комитетом, производятся следующие выплаты:

- неработающим пенсионерам и инвалидам 1 и 2 группы оказывается материальная помощь в размере одного расчетного показателя в квартал;

- неработающим матерям-одиночкам, находящимся в отпуске по уходу за ребенком до достижения им 1,5 лет, оказывается ежемесячная материальная помощь в сумме 1500 тенге;

- матерям-одиночкам, вдовам и вдовцам, имеющим детей в возрасте от 1,5 лет до 18 лет, оказывается помощь один раз в год в сумме 1500 тенге на каждого ребенка;

- семьям, имеющим несовершеннолетних детей, оказывается материальная помощь один раз в год в сумме 1500 тенге на третьего и последующего ребенка в возрасте до 18 лет.

Компания активно участвует в оказании благотворительной и спонсорской помощи организациям Павлодарской области и города Экибастуза, а также частным лицам.

Общий объем финансирования на развитие социальной инфраструктуры города и области в 1999г. составил 107,56 млн. тенге.

Так, во время проводимого в декабре 1999г. благотворительного марафона компанией было выделено 10 млн. тенге, которые использовались акиматом как адресная помощь многодетным семьям и малоимущим гражданам для погашения задолженности за потребленную электроэнергию.

За 9 месяцев 2000 года на финансирование объектов социальной инфраструктуры города и области направлено более 20 млн. тенге, в т.ч. православному храму г.Экибастуза - 6,6 млн. тенге; православному храму г. Павлодара - 4,6 млн. тенге; общественному фонду «Парыз» - 1 млн. тенге; на путевки детям-сиротам в летний оздоровительный лагерь «Карлыгаш» на озере Жасыбай - около 4 млн. тенге; на празднование Дня города - 417 тыс. тенге, финансирование общественного фонда «Халык денсаулыгы» - 706 тыс. тенге.

С декабря 2000 г. заработная плата работников разреза «Богатырь» повышена на 17%.

Летний отдых работники компании и члены их семей проводят по льготным путевкам в доме отдыха «Березка», а дети - в оздоровительном лагере «Карлыгаш», которые находятся на берегу живописного озера Жасыбай. В лагере для детей имеются четыре двухэтажных корпуса и столовая на 450 мест. Осуществляется пятиразовое питание из расчета 380 тенге в сутки.

Дом отдыха «Березка» и оздоровительный лагерь «Карлыгаш» по итогам тендера в 1998 г. был признан самым лучшим в Павлодарской области.

Общий размер платежей в бюджет и внебюджетные фонды за период деятельности ТОО «Богатырь Аксес Комир» составил более пяти миллиардов тенге.

Глава XV. Перспективы развития открытой добычи угля в Экибастузе

§ 1. Реконструкция и строительство разрезов

Характерной особенностью успешного освоения Экибастузского угольного бассейна является не только строительство здесь новых разрезов, но и практически непрерывная реконструкция действующих. Так, например, разрез «Северный» реконструировался дважды: реконструкция Иртышского угольного разреза № 1, которая началась вскоре после ввода его в эксплуатацию, привела к росту мощности с трех до 4,5 млн.т угля в год (1964г.); затем суммарная мощность разрезов №№ 1, 2 и 3 возросла за счет последующей реконструкции с 10,5 до 20 млн.т (1970г.), а с учетом проведения дополнительных технических мероприятий, выполненных за счет основной деятельности, - до 22 млн.т угля в год.

Еще не были полностью завершены работы по реконструкции разрезов №№ 1, 2 и 3 на мощность 20 млн.т угля в год, как в 1978 году начались первоочередные работы по новой реконструкции разреза «Северный». В декабре 1976 года Минуглепром СССР одобрил ТЭО, а в октябре 1981г. Совмин СССР утвердил технический проект реконструкции разреза «Северный», разработанный институтом «Карагандагипрошахт».

В соответствии с утвержденным техническим проектом разреза «Северный» на вскрышных работах задалживаются одноковшовые экскаваторы ЭКГ-12,5 с транспортированием пород вскрыши на внешние отвалы. Учитывая значительный ежегодный объем вскрышных пород, поступающих на отвалы, рекомендуется экскаваторный способ отвалообразования первого яруса мехлопатами ЭКГ-8и (10м³) и второго яруса - драглайнами ЭШ-13/50 и ЭШ-10/70А.

Транспортировку угля и пород вскрыши намечено осуществлять железнодорожным транспортом, режим работы которого совпадает с режимом на горных работах.

Буровзрывные работы предусмотрены: на вскрышных уступах по коренным породам с развалом массива, на добычных работах по горной массе на встряхивание без нарушения структуры пластов.

В качестве бурового оборудования приняты: на вскрыше - станки 2СБШ-200Н, на добыче угля - СБР-160.

Проектная мощность разреза утверждена в размере 35 млн. т угля в год при селективной выемке пластов (при этом производительность разреза по вскрыше - 82,6 млн.м³). В связи с новыми кондициями на экибастузские угли, предусматривающими в основном их валовую выемку, мощность разреза по укрупненным расчетам может достигнуть 50,0 млн. т за счет вовлечения в добычу высокозольных угольных пачек и углистых пород (при сохранении годового объема горной массы пластов).

В связи с отставанием вскрышных работ на нижних горизонтах восточного борта и на всех горизонтах западного борта проектом предусмотрены форсирование работ на восточном борту и постепенная отработка западного. Из-за медленного разворота работ по реконструкции (за 8 лет освоено около 10% планированных средств) горные работы на момент освоения проектной мощности разреза окажутся значительно (примерно на 45 м) ниже проектных горизонтов.

Поэтому при мощности разреза 50 млн.т угля в год объем вскрышных работ должен составить 90 млн.м³, для вывозки которого потребуется строительство нового породного комплекса: выездной траншеи, станции и отвала.

Достижение мощности в 50 млн. т угля в год проектом предусмотрено в два этапа.

На первом этапе реконструкции разреза сохраняется железнодорожный транспорт на добычных и вскрышных работах, при этом увеличение его провозной способности обеспечивается переводом электротяги на напряжение 3,3 кВ и применением тяговых агрегатов ПЭ-3Т.

На втором этапе реконструкции намечен перевод добычных работ на комбинированный транспорт (железнодорожный и конвейерный), на вскрышных работах будет сохранен железнодорожный транспорт со строительством в северном торце упомянутого выше нового породного комплекса.

Мощность разреза на первом этапе: по углю - 35 млн.т угля в год, при годовом объеме вскрыши 60 млн.м³.

Проектом рекомендован ввод мощностей в три очереди: 4 млн.т - первый, 4 млн.т - второй и 5 млн.т угля - третий пусковой комплекс.

Объем первого пускового комплекса определен исходя из объемов реконструкции южного вскрышного комплекса, куда вошли: перевод электротяги с 1,5 на 3,3 кВ и замена подвижного состава на тяговые агрегаты ПЭ-3Т, строительство двух дополнительных же-

лезнодорожных путей в выездной траншее, трех приемоотправочных путей на станции Южная, второго яруса на Южном отвале, внутрикарьерной станции Тупиковая на гор. +130м и поста № 16 на гор. +160м западного борта и комплекса экипировки подвижного состава на станции Южная.

Второй пусковой комплекс базируется на реконструкции северного породного комплекса, объем которой содержит: перевод электротяги на напряжение 3,3 кВ с вводом тяговых агрегатов ПЭ-3Т, строительство дополнительного железнодорожного пути от поста №9 до станции Северная, развитие внутренней станции Карьерная и постов № 1 и 12 на гор. +130м западного борта, строительство станции Вскрышная на гор.+160м в северном торце разреза, второго яруса северного отвала и комплекса экипировки подвижного состава.

Третьим пусковым комплексом намечается завершение реконструкции разреза, включающее строительство усреднительно-погрузочного комплекса (УПК) станции Погрузочная и реконструкцию путевого развития станции Ударная и внутрикарьерной станции Добычная, а также строительство новых угольных станций на гор. +100 и +80 м.

Завершение перечисленных выше объемов работ позволит перейти полностью на валовую выемку угля.

Ниже приведены данные распределения проектной мощности по пластам и типам экскаваторов, на конец первого этапа реконструкции:

- мощность при валовой выемке - 35 млн.т;
- добыча роторными экскаваторами - всего 31,9 млн.т, в том числе по пласту 1,2 - 9,3 млн.т, по пласту 3 - 22,6 млн.т;
- добыча одноковшовыми экскаваторами - 3,1 млн.т, в том числе по пласту 1,2 - 1,9 млн.т.

Основные показатели режима горных работ приведены в табл. 66.

Таблица 66

Показатели	Ед. изм.	Фактические данные за 1979 г.	По утвержденному ТЭО	По первому этапу реконструкции
1	2	3	4	5
1. Мощность	млн.т	22,0	35,0	35,0
2. Добыча угля	"	21,42	35,0	35,0

1	2	3	4	5
3. Общий объем вскрыши, всего	млн.м ³	36,13	82,2	60,0
из них: внешняя, всего		34,22	70,9	58,0
в том числе:				
- восточный борт			58,9	48,0
- западный борт			12,0	10,0
внутренняя вскрыша		1,91	9,3	2,0
4. Вскрыша от нарезки новых горизонтов	млн.м ³		2,0	-
5. Коэффициент эксплуатационной вскрыши	м ³ /т	1,69	2,35	1,71
6. Погружение горных работ	м/год	8,4	8,1	5,5
7. Подвигание фронта добычных работ	м/год	50	95	90
8. Подвигание фронта вскрышных работ	-"-	20	30	35

При разработке наклонных и крутопадающих мощных сложно-структурных угольных пластов Экибастузского бассейна направление отработки существенно влияет на величину объемов внешней вскрыши, потерь и засорения угля при селективной выемке угольных и породных комплексов.

Максимальные объемы вскрыши имеют место при разработке пластов от кровли к почве, т.к. высота рабочей зоны вскрышных горизонтов равна максимальной текущей глубине разреза.

При обратном направлении разработки (от почвы к кровле) уменьшается высота рабочей зоны вскрышных работ на величину рабочих зон угольных и разрезных горизонтов, при этом объемы внешней вскрыши минимальны.

В последнее время выемка угольных пластов 1, 2 и 3 ведется 3-4 уступами с направлением отработки как к почве пласта 3, так и к

кровле пласта 1. При этом наиболее сложный пласт 3 разрабатывается в основном от кровли к почве.

С учетом изложенного, а также принимая во внимание переход на технологию валовой выемки пластов, в проекте заложен переход отработки угольных пластов от почвы к кровле с завершением этого процесса в северной части разреза на гор. -15м, в южной - на гор. -55м.

Преобладающее крутонаклонное залегание угольных пластов предопределило одновременную отработку вскрыши как на восточном, так и на западном бортах разреза, что исключает возможность создания внутренних отвалов.

Технологическая схема отработки угля принята горизонтальными слоями с подвиганием фронта добычных работ вкрест простирания угольных пластов.

До передачи имущества разреза «Северный» в руки иностранных инвесторов пласты отрабатывались здесь роторными экскаваторами типа ЭРП-1250, ЭР-1250 и СРС(к)-470 с гравитационным и центробежным рабочими органами, а также мехлопатами типа ЭКГ-4у и ЭКГ-4,6Б (средняя высота добычных уступов составляет 8,5 м). Нарезка новых горизонтов производилась по углю в пластах 2 и 3 экскаваторами ЭКГ-4у.

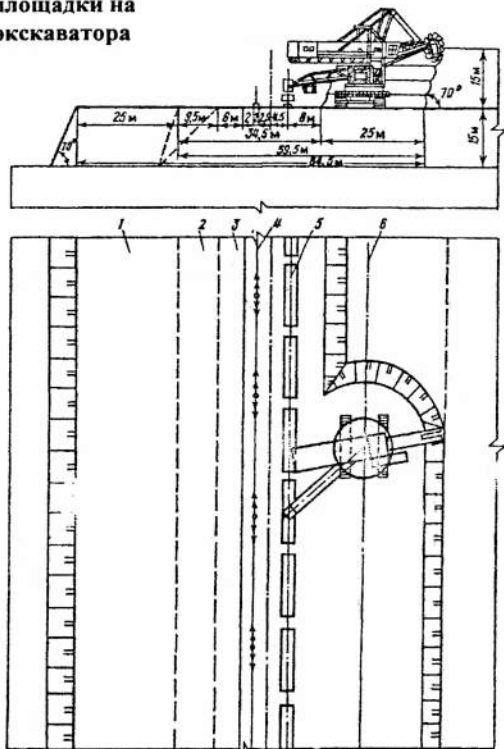
Разнотипность и большое количество добычных экскаваторов, малые их параметры и сравнительно низкая производительность мехлопат при одновременной отработке нескольких добычных горизонтов усложняли транспортную схему и общую организацию работ. Кроме того, как показала практика, одноковшовые экскаваторы не обеспечивали качественную селективную выемку угля без больших потерь и поставку его потребителям стандартной крупности.

В связи с этими факторами техническим проектом реконструкции разреза «Северный» предусмотрена полная замена мехлопат на роторные экскаваторы ЭРП-1250 с отработкой угольных пластов по двухуступной схеме. И как исключение, часть угля полей 4 и 11 будет попутно отрабатываться вскрышными экскаваторами ЭКГ-6,3ус при подвигании восточного рабочего борта.

Элементы ширины рабочей площадки на добычных работах приведены на рис.69.

Рис. 69. Параметры рабочей площадки на добычном уступе при работе экскаватора ЭРП-1250. 16/1Д:

1 - заходка резервная; 2 -
берма безопасности; 3 -
полоса для дополнитель-
ного оборудования; 4 - 6
- оси соответственно хо-
дового ж.-д. пути, погру-
зочного ж.-д. пути и дви-
жения экскаватора.



В качестве локомотивов на вывозке угля предусмотрены тяговые агрегаты постоянного тока с тиристорной системой управления ПЭ-3Т напряжением 3,3 кВ сцепной массой 372 т в составе электровоза управления, тепловозной тележки с дизелем мощностью 2000 л.с.

В зависимости от качества добытого угля транспортировка его от добычных экскаваторов намечается непосредственно во внешнюю сеть железных дорог в полувагонах различной грузоподъемности и на усреднительно-погрузочные комплексы в полувагонах типа «Тальбот» грузоподъемностью 91 т.

Для снижения размаха колебаний зольности угля в вагонах, подачах, маршрутах отработку забоев рекомендуется производить вертикальными стружками.

Нарезку новых добычных горизонтов намечено осуществлять теми же роторными машинами ЭРП-1250, которые задолжены на разработке угольных уступов, в комплексе с ленточными перегружа-

телями типа П-1600, серийно изготавливаемыми Донецким машзаводом с небольшой модернизацией для погрузки в средства железнодорожного транспорта. Техническая характеристика этого перегружателя приведена ниже.

Производительность в рыхлой массе, м ³ /ч	1600
Радиус загрузки, м	50 ^{а)}
Высота приема (миним.), м	3,5
То же (максим.), м	8,5
Ширина ленты, мм	1200
Скорость ленты, м/с	
- приемной консоли	4,5
- разгрузочной консоли	5,0
Поворотность перегружателя, град.	360
Угол схождения стрелы, град.	120
Угол подъема стрелы, град.	17°45'
Радиус приема, м	22,5
Рабочий уклон почвы, град.	3
Высота разгрузки, м	6,5
Скорость передвижения, м/мин.	5,75
Масса, т	350
Высота уступа, м	17/10

^{а)} в числителе - показатели серийного варианта на конвейерный, в знаменателе - с учетом реконструкции на ж.-д. транспорт.

Как показали исследования Казахского политехнического института, при нарезке нового добычного горизонта роторным экскаватором ЭРП-1250 (в комплексе с перегружателем на железнодорожный транспорт) его производительность снижается на 30-50%.

Основные элементы системы разработки при селективной и валовой выемке угольных пластов определяются техническими параметрами роторного экскаватора ЭРП-1250.

При селективной выемке наиболее сложный по строению пласт 3 отрабатывается в основном от кровли к почве (при углах падения свыше 35°, т.е. при согласном залегании угольных и породных прослоек откосу уступа), что обеспечивает минимальные потери и засорение угля.

При углах падения до 35° величины потерь и засорения, а следовательно, и зольности угля, не зависят от направления отработки. Поэтому пласт 3 может отрабатываться в этом случае как от кровли к почве, так и от почвы к кровле.

Пласты 1 и 2 в настоящее время отрабатываются в основном от почвы к кровле. Это направление сохранено и в проекте реконструкции как при селективной, так и при валовой выемке.

Основные элементы системы разработки угля одноковшовыми экскаваторами определились их техническими параметрами и горно-геологическими условиями залегания пластов.

В 1982г. Карагандагирошахтом выполнены проектные проработки обоснования целесообразности вскрытия поля участка № 4.

Ускоренное вовлечение в отработку этого участка должно обеспечить: создание условий для поддержания мощности на разрезе в период его реконструкции; уменьшение нагрузки на добычные горизонты и снижение грузопотоков по стационарному борту, что облегчит условия строительства проектной транспортной схемы; организации дополнительного транспортного породного выхода из разреза, а также возможность подачи щебня с балластного карьера по ускоренному пути.

В целях обеспечения правильного развития горных работ разреза в период проведения его реконструкции институтом «Карагандагипрошахт» в 1984 году выполнены дополнительные проработки горно-технической части технического проекта.

Этими проработками уточнены запасы угля после их утверждения ГКЗ на валовую выемку; режим горных работ на период до 2005 года; график проведения реконструкции внутрикарьерной транспортной схемы с учетом фактических сроков подготовки фронта работ и освоения строительно-монтажных работ в условиях действующего разреза; сроки ввода пусковых комплексов в увязке с графиками поставки основного горно-транспортного оборудования и реконструкции транспортной схемы; планы горных работ и транспортных коммуникаций с учетом ускоренного вовлечения в отработку участка 4 и исключения скользящих съездов в южном торце разреза.

Одновременно рассмотрены вопросы, связанные с ускоренным вовлечением в отработку участка 4: качества угля, ремонтно-складского хозяйства, электроснабжения и электрификации железнодорожного транспорта.

До ввода в эксплуатацию усреднительно-погрузочных комплексов (УПК) для обеспечения требований ГОСТа 8779-79 к предельной зольности угля в отдельных вагонах до 55% принята выемка угольных комплексов с кондиционной зольностью не выше 55% вместо 60% по утвержденным кондициям. Это решение влечет за собой отгрузку кондиционного (но не стандартного) угля во внутреннюю вскрышу. Его объем при средней зольности 59,5% за весь период реконструкции разреза составит 14,2 млн.т, в том числе максимальный годовой объем - не более 1,5 млн.т.

Техническим проектом предусмотрена отработка вскрышных уступов высотой 20 м экскаваторами ЭКГ-12,5. Однако опыт работы мехлопат в условиях Экибастузского бассейна показал, что при обратном падении угольных пластов и надугольной толщи отработка уступов высотой, превышающей высоту черпания экскаватора, вызывает огромные трудности. Отсутствие техники по ликвидации нависей, сложность управления буровзрывными работами при изменчивости геологического строения диктуют применение на данном этапе высоты вскрышного уступа, равной высоте черпания одноковшового экскаватора.

В Экибастузе силами завода РГТО переоборудованы три экскаватора ЭКГ-12,5 на ЭКГ-10ус (емкость ковша 10 м³) с высотой черпания 21 м, которые успешно использовались на разрезе «Степной». ИГД им. А.А.Скочинского и Ижорским заводом разработано техническое задание на создание экскаватора типа ЭКГ-10ус, серийное производство которых ожидается в скором будущем.

Поэтому дополнительными проработками рекомендуется на вскрышных работах в качестве основного оборудования применение экскаваторов ЭКГ-10ус.

Для отработки объемов вскрыши на границе между горными работами участков полей № 1 и 4 из-за большой криволинейности фронта работ рекомендуется отработку уступов производить драглайном ЭШ-10/70 с организацией перевалки вскрышных пород в навалы с последующей погрузкой их мехлопатами в думпкары.

Высота вскрышного уступа принята равной 15-20 м, ширина заходки при 20-метровом уступе составит 18 м.

Формирование стационарного борта разреза производится путем погашения рабочих уступов с использованием экскаваторов с удлиненным рабочим оборудованием типа ЭКГ-6,3ус.

В проекте заложена следующая производительность вскрышных экскаваторов при вместимости локомотивосостава 600 м³ (табл. 67).

Таблица 67

Тип экскаватора	Наименование работ	Производительность		Количество рабочих дней экскаватора в году
		среднесуточная, м ³	годовая, млн. м ³	
ЭКГ-12,5	выемка	10620	2,6	247
ЭКГ-10ус	“-”	8331	2,1	255
ЭКГ-8И	“-”	8115	2,0	241
ЭКГ-6,3 ус	“-”	6498	1,7	267
ЭКГ-6,3 ус	зачистка	5190	1,3	257
ЭШ-10/70	перезакавка	8550	1,8	266

По техническому проекту добыча угля на участках 1,2 и 3 предусмотрена роторными экскаваторами ЭРП-1250, на участке 4 – экскаваторами ЭКГ-6,3ус с вывозом угля с верхних горизонтов через породную станцию Северная.

Дополнительными проработками отработка угольных пластов участка 4 принята роторными экскаваторами ЭРП-1250 с вывозом его через станции Карьерная и Добычная на станции Трудовая и Ударная, минуя породную станцию Северная.

Технологическая схема отработки угля принята горизонтальными слоями с продвижением фронта добычных работ вкост простирания угольных пластов на участках 1,2,3 от почвы пласта 3 к кровле пласта 1 двумя уступами, на участке 4 - от кровли пласта 1 к почве пласта 3 одним уступом.

Элементы системы разработки добычных работ определились исходя из параметров роторного экскаватора ЭРП-1250: минимальная ширина рабочей площадки - 51 м, высота добычного уступа -15 м, ширина заходки - 25 м.

Складирование пород на внешних отвалах - Северном, Южном и Западном - предусматривается на первом ярусе экскаваторами ЭКГ-8И с ковшом 10м³ (рис. 70) и на втором ярусе - драглайнами ЭШ-10/70 и ЭШ-13/50 с вместимостью ковшей 10 и 13 м³.

Расстояние транспортировки до отвалов равно, соответственно, 14, 12 и 19 км. Высота отсыпки первого и второго ярусов принята до 60 м.

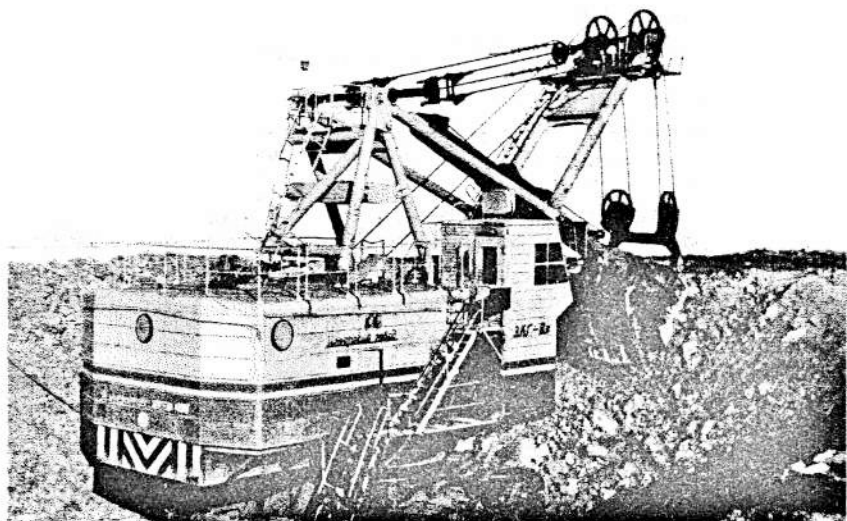


Рис.70. Экскаватор ЭКГ-8И (ковш 10 м³) на отвале

Складирование вскрышных пород с участка 4 предусматривается как на Северном отвале (транспортируется с северо-восточного борта), так и на отвале участка 4 (с юго-западного борта). Под отвал участка 4 предусмотрено использование района озера Экибастуз за пределами разноса борта разреза. Высота первого яруса здесь равна 25 м, вместимость отвала при этом - 125 млн.м³.

Северный отвал будет развиваться в основном только в двух направлениях - северном и восточном (западное и южное направление ограничено автодорогой, транспортными и хозяйственными коммуникациями).

Южный и Западный отвалы будут развиваться только в Южном направлении, на востоке площадь отсыпки Южного отвала ограничена отвалом разреза «Степной».

Вывозка угля и вскрыши предусматривается тяговыми агрегатами постоянного тока напряжением 3,3 кВ типа ПЭ-3Т с тиристорным управлением.

Вывоз угля с участка 4 предусмотрен на существующие углесборочные станции в полувагонах парка железных дорог. Руководящий уклон угольных путей - 40%. Поток угля с участка 4-4 млн.т в год.

Максимальный объем вскрышных пород, вывозимый через станцию Озерная, составит 14 млн.м³ в год. Вместимость породной вертушки здесь 600 м³.

Общий объем вскрыши на разрезе «Северный» с вводом в эксплуатацию участка 4 не увеличивается. Поэтому количество подвижного состава против технического проекта также не изменяется.

В дополнительных проработках по сравнению с техническим проектом средняя зольность угля пластов 1,2 и пласта 3 увеличилась незначительно - соответственно, на 0,9 и 0,3%.

Объем и качество товарного угля по проработкам приведены в табл. 68.

Таблица 68

Показатели	Всего	в том числе угля	
		первой группы	второй группы
Объем товарного угля, млн.т	35	10,85	24,15
Средняя низшая удельная теплота сгорания, ккал/кг	3704	4243	3472
МДж/кг	15,510	17,681	14,536
Средняя зольность, %	45,2	39,0	48,0

Техническим проектом реконструкции разреза принята следующая организация отгрузки угля: 24,5 млн.т стандартного по качеству угля (70% от всей добычи) отгружается непосредственно забойными экскаваторами в вагоны парка железных дорог (формирование маршрутов в режиме усреднения осуществляется на углесборочных станциях Трудовая и Ударная); 10,5 млн.т подлежащего усреднению угля (30% всей добычи) загружаются экскаваторами в вагоны местного парка и направляются на усреднительно-погрузочный комплекс (УПК), состоящий из приемного сооружения, усреднительных складов и высокопроизводительных погрузочных пунктов. Такая организация отгрузки угля сохраняется и в дополнительных проработках, равно как и все технические решения по УПК.

Ускоренное вовлечение в обработку участка 4 потребовало из-за отсутствия тяговых агрегатов ПЭ-ЗТ электрификации дополнительных железнодорожных путей в объеме 55 км, в том числе передвижных 20 км, и пяти распределителей 3,3 кВ.

Уточнен график реконструкции разреза и объемы пусковых комплексов.

Первый пусковой комплекс (4 млн.т) включает завершение строительства постоянных коммуникаций западного борта гор. +100м и

гор. +80м. Дополнительно в состав пускового комплекса включаются транспортные объекты участка 4.

Второй пусковой комплекс (4 млн.т) включает строительство постоянных коммуникаций гор. +55м по породным путям и гор. +30м по угольным путям.

Третий пусковой комплекс (5 млн.т) включает строительство постоянных коммуникаций гор. +30м по породным путям и гор. -20м по угольным путям.

Состав пусковых комплексов по осушению, технологическому комплексу, ремонтно-складского хозяйства и др. сохраняется в объеме технического проекта.

В 1978 году начаты первоочередные работы по сооружению угольного разреза «Восточный», на мощность 30 млн.т угля в год. Проект выполнен в институте «Карагандагипрошахт».

В 1985г. введена первая очередь разреза мощностью 7,5 млн.т угля в год, в 1986, 1987 и 1988 годах - вторая, третья и четвертая (последняя) очереди такой же мощности.

Проектная мощность разреза «Восточный» 30 млн.т угля в год установлена при условии валовой разработки угольных пластов.

Достижение указанной мощности определено исходя из горно-геологических условий залегания, порядка и условий отработки пластов 1, 2 и 3, долевого участия их в добыче с учетом расстановки добычных роторных экскаваторов СРс(к)-2000М. Утвержденный в 1979г. новый ГОСТ на угли Экибастузского бассейна для пылевидного сжигания регламентирует качество добываемого угля при валовой технологии его добычи.

Ввод мощностей на разрезе осуществлялся четырьмя пусковыми комплексами по 7,5 млн. т угля в год каждый, что обеспечивало ритмичность в строительстве объектов разреза и создавало благоприятные условия для освоения вводимых мощностей с параллельной нарезкой нижележащих горизонтов и монтажом конвейерного оборудования на них. Освоение проектной мощности разреза намечено на пятый год его эксплуатации (с момента ввода первой очереди), в том числе: мощность по первому пусковому комплексу осваивается на пятый год, по второму - на четвертый, по третьему - на третий и по четвертому - на второй год.

Производственная мощность разреза «Восточный», объемы внутренней вскрыши и горной массы пластов приведены в табл.69.

Таблица 69

	Единица измерения	годы эксплуатации разреза				
		1	2	3	4	5 (освоение проек. мощн.)
1. Мощность, всего	млн.т млн.м ³	7,5 4,4	15,0 9,0	22,5 13,9	30 18,4	30 18,4
в том числе: - пласт 1,2	млн.т млн.м ³	- -	3,3 2,1	11,0 7,1	13,4 8,6	13,2 8,5
- пласт 3	млн.т млн.м ³	7,5 4,4	11,7 6,9	11,5 8,8	16,6 9,8	16,8 9,9
2. Объем внутренней вскрыши	млн.т млн.м ³	0,65 0,33	1,02 0,52	1,02 0,52	1,44 0,73	1,46 0,74
3. Объем горной массы пластов	млн.т млн.м ³	8,15 4,7	16,02 9,5	23,52 14,4	31,44 19,2	31,46 19,2

Отработка Экибастузского каменноугольного бассейна в перспективе предусматривается двумя крупными разрезами: «Северный» мощностью 50 млн.т и «Южный» - 100 млн.т угля в год. В последний войдут «Богатырь» - 70 млн.т и «Восточный» - 30 млн.т угля в год.

Дальнейшее наращивание мощностей будет сдерживаться не только горно-техническими условиями и возможностями оборудования, но и ограниченными запасами угля. При намечаемых темпах развития добычи угля оставшийся срок отработки бассейна составит 75 лет, из которых в последние 10 лет будет происходить затухание горных работ. Таким образом, срок службы разреза «Восточный», как и всего бассейна, составит 75 лет.

Как показали расчеты, предварительный объем вскрыши значительно увеличивается через каждые 4-5 лет. Поэтому проектом предусмотрено усреднение годовых объемов внешней вскрыши.

Объемы внутренней вскрыши колеблются в пределах 0,69-0,74 млн.м³ в год.

Ниже приводятся основные показатели режима горных работ разреза «Восточный» на освоение проектной мощности.

Мощность по углю, млн. т	30,0
Общий объем вскрыши, млн.м ³	21,7
в т.ч. внешней,	21,0
из которой:	
вскрышные уступы	17,5
зачистка	3,5
Коэффициент эксплуатационной вскрыши, м ³ /т	0,72
в т.ч. внешней	0,70
внутренней	0,02
Погружение горных работ, м/год	13,6
Подвигание фронта добычных работ, м/год	170
Подвигание фронта вскрышных работ, м/год	130

Эти показатели будут такими же и на 15-й год эксплуатации разреза за исключением погружения горных работ и подвигания вскрышного фронта, которые будут, соответственно, равны 9 и 60 м.

Конвейерный транспорт угля и внутренней вскрыши (горной массы) из разреза на технологический комплекс станции Восточная пред-

ставлен четырьмя независимыми друг от друга добычными конвейерными линиями: южной, центральными № 1 и № 2 и северной (рис.15). Каждая из них работает в комплексе с роторным экскаватором СРс(к)-2000М.

Конвейерные линии состоят из забойных, соединительных, подъемных и магистральных ленточных конвейеров для подачи горной массы на технологический комплекс.

Забойные конвейеры центральных (№ 1 и № 2) линий располагаются на верхнем, а южной и северной конвейерных линий – на нижнем добычных горизонтах.

Соединительные конвейеры, также как и забойные, располагаются в разрезе и передают горную массу с забойных конвейеров на подъемные.

Подъемные конвейеры располагаются в трех наклонных траншеях на стационарном борту (южной, центральной и северной), они доставляют горную массу из разреза на поверхность.

Два магистральных конвейера располагаются вдоль стационарного борта на поверхности. Очистка конвейерных лент от просыпей осуществляется экскаваторами-подборщиками ЭО-2621.

Каждая из четырех добычных конвейерных линий обеспечивает транспортировку 7,5 млн.т угля и около 1,35 млн.т внутренней вскрыши в год при работе 300 дней в году и 22 ч в сутки. Разрез же в целом работает 357 дней в году.

Управление конвейерными линиями - автоматизированное, оно контролируется из центрального диспетчерского пункта разреза (ЦДПР) и четырьмя операторами с головных по пуску конвейеров. Для исключения управления с двух мест одновременно предусмотрены переключатели в пунктах операторов на головных конвейерах.

Для общего контроля за работой конвейерных линий в ЦДПР выводятся сигналы о работе забойных конвейеров, а в пункты операторов и ЦДПР - сигналы о готовности каждого конвейера к работе.

В связи с довольно большими годовыми объемами внешней вскрыши (21 млн.м³) проектом предусмотрено использование на вскрышных уступах одноковшовых экскаваторов ЭКГ-12,5.

На зачистке угольных уступов, углубке наклонных траншей угольных подъемников, нарезке железнодорожных и автомобильных съездов используются одноковшовые экскаваторы ЭКГ-6,3у с удлиненным рабочим оборудованием. Среднегодовая производительность

вскрышных машин предусмотрена 3,3 млн. и 1,9 млн. кубометров, соответственно, для ЭКГ-12,5 и ЭКГ-6,3у.

В проекте заложены следующие основные технологические параметры вскрышных работ:

- ширина заходки, м	24
- высота уступа, м	20
- ширина рабочей площадки (минимальная), м	75,3
- протяженность фронта вскрышных работ, км	2,8
- количество уступов, шт.	3
- угол откоса рабочего уступа, град.	70

Транспортирование вскрыши на внешний отвал осуществляется электрифицированным железнодорожным транспортом. В качестве локомотивов приняты тяговые агрегаты переменного тока с тиристорной системой управления серии ОПЭ-ІВ напряжением 10кВ сцепной массой 372 т в составе электровоза управления, тепловозной секции с дизелем мощностью 2000 л. с. и моторного думпкара.

Вскрыша грузится в думпкар ВС-145, руководящий уклон железнодорожных путей - 40°/‰.

Общий объем породы, складываемой в отвалах (вскрыша разрезов «Восточный» и частично «Богатырь», селективная разработка, зачистка кровли пласта 1, нарезные работы), составляет (при освоении проектной мощности) 27,2 млн.м³ в год, в том числе с разреза «Богатырь» - 5,5 млн.м³, «Восточный» - 21,7 млн.м³.

Технология отвалообразования: первый ярус высотой 30 м отсыпается экскаваторами ЭКГ-8и с ковшом 10 м³, второй ярус высотой 60 м - драглайнами ЭШ-13/60, ширина отвальной заходки при этом достигает 85 м.

Количество отвальных тупиков на первом ярусе - 6, на втором - 2. Длина отвальных тупиков - 13,2 км, в том числе на первом ярусе - 9,3, на втором - 3,9 км. Приемная способность 1 м отвального тупика на первом ярусе - 900, на втором - 2550 м³.

Внутрикарьерные железнодорожные пути (на уступах, станциях, отвале, соединительные пути) обеспечивают скорость движения поездов 25-40 км/ч, тип рельс Р-65 и Р-50, руководящий уклон - 40°/‰. Шпалы - железобетонные и деревянные, число шпал на 1 км внутрикарьерных соединительных путей - 1840 шт. а на кривых - 2000, на станционных путях - 1600.

На освоение проектной мощности к отработке вовлекаются вскрышные горизонты +150, 170 и 186 м, вывоз вскрыши с которых предусмотрен прямыми заездами через выездную породную траншею на отвалы.

В последующем, при отработке гор. +130 м и ниже, вывоз вскрыши с этих горизонтов на отвалы будет производиться через стационарный борт разреза, где будут построены отдельные пункты.

Для вывоза вскрыши с разреза «Богатырь» с гор.+90м и выше намечено строительство дополнительного выезда (обходной траншеи) с укладкой стационарных железнодорожных путей на поле разреза «Восточный».

По мере погружения горных работ на разрезе «Восточный» транспортировка вскрыши с участка № 6 разреза «Богатырь», начиная с гор.+70 м и ниже, будет осуществляться по одноименным рабочим горизонтам разреза «Восточный».

Протяженность железнодорожных путей (км) разреза «Восточный» приведена ниже (табл. 70).

Таблица 70

Наименование	постоянные		передвижные		Всего
	уголь- ные	вскрыш- ные	уголь- ные	вскрыш- ные	
Общая протяженность в том числе:	73,96	57,44	-	35,10	166,10
Внутрикарьерные	-	7,9	-	17,0	24,9
Отвальные	-	7,6	-	18,10	25,7
Станция Восточная	27,10	-	-	-	27,10
Станция Породная	-	20,78	-	-	20,78
Откаточные ж.-д. пути: гор.+186м и +170м раз- реза “Степной” и обход- ной траншеи до стан- ции Породная	-	11,0	-	-	11,0

Вывозку вскрыши проектом рекомендуется производить как в тяговом режиме, так и в режиме толкания, для чего следует провести вначале испытания локомотивосоставов на тяговом режиме.

Ниже приведены технологические параметры внутрикарьерного транспорта на освоение проектной мощности.

1. По угляю:

1.1. Конвейеры передвижные, м	8090
в т.ч.: забойные, м	7500
	(10 ставов х750м)
соединительные, м	590 (2 х 300)
1.2. Конвейеры стационарные, м	3375
в т.ч.: подъемные в разрезе, м	1375 (4 х 390)
магистральные на поверхности, м	1500 (2 х 750)
подъемные на техкомплекс, м	500 (4 х 125)

2. По вскрыше:

2.1. Вместимость породной вертушки, м ³	600
	(10 думпкаров х 60 м ³)
2.2.Средняя дальность транспортировки вскрыши, км	8,5
2.3.Время оборота одного состава, мин.	121
2.4. Годовая производительность одного локомотивосостава списочного парка, млн.м ³	1,44
2.5. Объем путепереукладочных работ в год, км	158

Институтом «Карагандагипрошахт» выполнен проект реконструкции разреза «Богатырь». Основные задачи этого проекта - прежде всего поддержание мощности, а также увеличение ее с 53 до 62 млн.т за счет интенсификации отработки вскрыши.

Проектом предусмотрено вскрытие горизонтов +45, +20, -5м на участках № 5 и 6 и горизонтов +137, +117 и +97 м на участке № 9.

В проекте заложены новые технические решения:

- переход на валовую отработку угольных пластов в соответствии с утвержденными кондициями и новыми запасами;
- усреднение кондиционного нестандартного угля зольностью 55 - 60% на экскаваторных складах до требований ГОСТа;

- строительство дополнительного породного выхода и комплекса железнодорожной станции Породная-9;
- разделение грузопотоков угля и вскрыши по внутрикарьерной транспортной схеме;
- нарезка новых горизонтов роторными экскаваторами в комплексе с машинами МПУ-5000/28;
- дозированная погрузка вагонов парка МПС в забое с применением МПУ-5000/28 и МПУ-5000/5;
- организация вторых ярусов на породных отвалах;
- применение мощных экскаваторов-драглайнов при отработке вскрыши на глубоких горизонтах;
- увеличение высоты добычного уступа до 50-55 м, отрабатываемого на один транспортный горизонт;
- увеличение высоты вскрышного уступа до 20 м за счет применения экскаваторов ЭКГ-12,5ус и ЭКГ-15;
- глубокий ввод 110 кВ;
- осушение площадки станции Богатырская подземными горными выработками дренажной системы гор.-50 м;
- переход на централизованное теплоснабжение от Экибастузской ТЭЦ.

Проектом намечено строительство ряда объектов по ремонтно-складскому хозяйству, а также нового балластного карьера на Елемесском месторождении камня производительностью 300 тыс.м³ щебня в год.

Для улучшения бытового обслуживания трудящихся разреза предусмотрено строительство новых АБК на станциях Породная-9 и Соединительная на 1150 и 300 мест, соответственно, а также расширение АБК на станции Богатырская на 350 мест бытовых помещений.

Дренажные воды от осушения поля разреза после очистки используются для пылеподавления в разрезе.

Проектом предусмотрен также комплекс мер по охране окружающей среды.

Все то, что предусматривалось проектом разреза «Восточный», сегодня в основном реализовано на практике.

В табл. 71 приведены основные технико-экономические показатели разрезов по техническим проектам реконструкции и нового строительства.

Показатели	Разрез «Северный» (реконстр.)	Разрез «Богатырь» (реконстр.)	Разрез «Восточ- ный»
Проектная мощность, млн.т	35	60	30
Прирост мощности, млн.т	13	10	-
Средний коэффициент вскрыши, м ³ /т	2,19	0,75	1,74
Среднемесячная производи- тельность труда рабочего, т	874	960	1472
Общая сметная стоимость стро- ительства, млн.руб.	271	269,2 ^{х)}	529
Полная себестоимость 1 т угля, руб.	1,63	1,57	1,66
Фондоотдача на 100 руб. основ- ных фондов, т	9,4	11,5	7,4
Рентабельность, %	5,0	10,1	7,0
Удельные капвложения на 1 т вводимой мощности, руб./т	20,8	26,9 ^{х)}	17,62

^{х)} С учетом капитальных вложений на поддержание ранее введенных мощностей.

§2. Перспективы развития добычи и комплексного использования экибастузского угля

После завершения реконструкции разрезов «Северный» и «Богатырь» и перехода на валовую выемку угля производственные мощности Экибастузского угольного бассейна могут возрасти до 140 миллионов тонн угля в год, что полностью обеспечит потребности стран СНГ в дешевом энергетическом топливе на длительное время.

При переходе на валовую выемку после полной реконструкции добыча угля на разрезе «Северный» может возрасти до 50 млн.т, на разрезе «Богатырь» - до 60 млн.т.

ТОО «Богатырь Аксес Комир» для поддержания уровня и наращивания объема добычи угля провело в 1998-2000 гг. ряд технических мероприятий: ввод в эксплуатацию первого в мире межступенного перегружателя производительностью 5500 т/ч (об этом уже говори-

лось ранее), перевод тяговых агрегатов ОПЭ - 1 с дизель-электрической тяги на электрическую на транспортировке вскрышных пород, ввод в эксплуатацию на ж.-д. станциях разреза весодозировочных комплексов, тягово-распределительной подстанции ТРП-12 «Опорная» и ВЛ-110 кВ протяженностью более 7 км и др.

В настоящее время разрабатывается новая программа на 2001-2003 годы, в основу которой заложено дальнейшее развитие угольных разрезов «Богатырь» и «Северный» с доведением уровня добычи угля до 45 млн. тонн в год.

Почти половина всего объема угля будет сжигаться по существу на месте (Экибастузские и Аксуская ГРЭС, Павлодарские и Экибастузская ТЭЦ), остальная часть будет потребляться тепловыми электростанциями Казахстана, Урала и Западной Сибири.

Использование экибастузского угля, как энергетического топлива, началось в 1954г. на электростанциях Урала - Среднеуральской ГРЭС и Красногорской ТЭЦ, ранее сжигавших челябинские и богословские бурые угли. Предпосылкой перевода действующих электростанций на уголь перспективного Экибастузского бассейна послужил дефицит топлива, низкая себестоимость добычи экибастузского угля и многие его достоинства как энергетического топлива.

Уже в 1965 г. в результате освоения технологии сжигания тепловыми электростанциями Урала использовалось около 73% всего добываемого экибастузского угля.

В последующие годы в связи с вводом энергетических мощностей потребление экибастузского угля нарастало высокими темпами и в широких масштабах. В 1975 г. его сжигали уже более чем на 20 ТЭС. К этому времени построены и введены в эксплуатацию такие мощные потребители экибастузского угля как Троицкая, Ермаковская (Аксуская) и Рефтинская ГРЭС. Только с 1970г. по 1975г. установленная мощность электростанций, потреблявших экибастузский уголь, увеличилась с 7,9 до 11,5 млн.кВт, а потребность натурального топлива - с 22,1 до 46,3 млн.т. Вступили в строй действующих Экибастузская ГРЭС-1 мощностью 4000 МВт и ЭГРЭС - 2 мощностью 1000 МВт (2 блока).

В перспективе мощности электростанций, потребляющих экибастузский уголь, возрастут до 31,5 млн.кВт (ЭГРЭС - 3, ЭГРЭС - 4, Южно-Казахстанская ГРЭС). Эффективная и надежная эксплуатация тепловых электростанций Урала, Сибири и Казахстана, работаю-

щих на экибастузском угле, свидетельствует о правильном направлении решения важной народнохозяйственной задачи по ускоренному развитию в больших объемах добычи дешевого энергетического топлива в Экибастузе.

Поэтому в более дальней перспективе (после 2030 года) добыча угля в Экибастузском бассейне может превысить 140 млн.т в год. Этому способствуют относительно благоприятные горно-геологические условия, большая концентрация запасов угля, наличие водных ресурсов в связи с сооружением канала Иртыш-Экибастуз-Караганда, развивая сеть железных дорог, благоприятное географическое положение района.

Уголь Экибастузского бассейна, как известно, является весьма дешевым и эффективным энергетическим топливом.

Как показали исследования, высокозолые прослойки являются ценным сырьем для крупномасштабного производства ферро- и кремнеалюминиевых сплавов, строительных, абразивных, огнеупорных и др. материалов.

Исследования и опытные работы по созданию технологии указанных материалов проводились Институтом горючих ископаемых (ИГИ) Минуглепрома СССР и производственным объединением «Экибастузуголь» совместно с рядом научно-исследовательских, проектных и промышленных организаций и предприятий Минуглепрома СССР, Минцветмета СССР, Минстройматериалов СССР, Минчермета СССР и др.

Как известно, в золе экибастузского угля наряду с высоким содержанием двуокси кремния содержится от 26 до 50% окиси алюминия, наиболее высокое содержание которой отмечено в поле разреза «Богатырь».

По данным ИГИ, ВАМИ, СОПСа при б. Госплане СССР, а также ХМИ АН Казахстана высокозолые прослойки могут быть использованы для производства глинозема.

Еще в 1973-1974 гг. на одной из печей Ермаковского завода ферросплавов были проведены опытно-промышленные работы по получению кремнеалюминиевых сплавов - раскислителей. Из шихты, состоящей из углистой породы, получен сплав - ферросиликоалюминий (55-65% кремния, 10-16% алюминия, 30-20% железа). Этот сплав может заменить при раскислении стали одновременно ферросилиций и металлический алюминий. В результате опытных плавов, прове-

денных на Череповецком металлургическом комбинате с использованием ферросиликоалюминия в качестве раскислителя, получена сталь хорошего качества.

Из углистой породы разреза «Богатырь» с повышенным содержанием окиси алюминия и низким - окиси железа (соответственно на прокаленную массу - 35-39% и 0,5-1,5%) в полупромышленном масштабе получен сплав - силикоалюминий (32-34% алюминия и 55-57% кремния), который может служить основой для получения силумина. При этом сократится расход металлического алюминия и кремния, используемых для производства силумина путем сплавления.

В опытных печах института ВНИИАШ б. Минстанкопрома СССР и промышленных печах Ташкентского абразивного комбината из низкожелезистой углистой породы разреза «Богатырь» получен абразивный материал, который по данным испытаний может заменить карбид кремния при изготовлении абразивного инструмента.

Исследованиями ИГИ и ВНИИСТрома, проведенными на опытных и опытно-промышленных установках, выявлено, что высокозольные отходы после обогащений углистых пород являются весьма перспективным сырьем для получения строительной керамики, пористых заполнителей для легких бетонов (аглопорита), в том числе для производства жаростойких бетонов.

По данным полужавовских испытаний из углистой породы разреза «Богатырь» при добавке к ней местной глины методом пластического формования на стандартной отечественной аппаратуре может быть получен высококачественный строительный кирпич красивого внешнего вида (белый или кремовый) марки «200».

Исследованиями на стендовых установках разработана технология получения из отходов обогащения аглопорита высокой прочности с насыпной массой 500-600 кг/м³. Возможно использование его для получения легких бетонов марок «75-300».

Вследствие специфического состава углистых пород (высокое содержание окиси алюминия и относительно низкая концентрация железа) полученный из них аглопорит на основании изучения его физико-химических свойств, проведенного ИГИ, НИИЖБ Госстроя и ВОСТИО Минчермета б. СССР, может быть использован как огнеупорный заполнитель в жаростойких бетонах.

Организация такого рода производств из углистой породы в непосредственной близости от места ее добычи позволит эффективно

использовать местные ресурсы, а также электроэнергию с одновременным сокращением расходов дефицитного традиционного сырья.

Все это свидетельствует о значительной эффективности дальнейшего увеличения добычи и комплексного использования угля Экибастузского бассейна.

Об этом не должны забывать иностранные фирмы, владеющие имуществом экибастузских угольных разрезов, а также и местные предприниматели и акционерные общества. Вложение капитала в угольную отрасль Экибастуза принесет огромные дивиденды.

Экибастузский каменноугольный бассейн должен и будет эффективно развиваться в XXI веке третьего тысячелетия!

Список литературы

1. Владимиров В.М., Шендеров А.И. и др. Карьерные роторные экскаваторы. Киев, Техника, 1968.
2. Белик Н.М., Федотов И.П., Джаксыбаев С.И. Уголь Экибастуза. М., Недра, 1992.
3. Геология месторождений угля и горных сланцев СССР. М., Недра, 1973.
4. Джаксыбаев С.И., Антоненко И.Г. Эффективность комплексной бригады. М., Недра, 1984.
5. Джаксыбаев С.И., Муравьев И.Я. Большой уголь Экибастуза. М., Недра, 1990.
6. Куржей С.П., Федотов И.П., Джаксыбаев С.И. и др. Совершенствование технологии добычи угля в Экибастузском бассейне. М., Недра, 1980.
7. Записки Западно-Сибирского отдела императорского русского географического общества. Книга XXIX, Омск, 1902.
8. Каландаришвили В.В., Джаксыбаев С.И. и др. Опыт работы разреза "Богатырь". М., Недра, 1980.
9. Каландаришвили В.В., Джаксыбаев С.И. Наш "Богатырь". Алма-Ата, "Казахстан". 1982.
10. Ридель Р.И. Оптимизация и прогнозирование качества угля на разрезах. М., Недра, 1980.
11. Тихонович Н.Н. О некоторых каменноугольных и медных месторождениях Киргизской степи. Л., 1926.
12. Федотов И.П., Винницкий Л.С. Открытая разработка сложно-структурных пластов. М., Недра, 1982.
13. Федотов И.П., Белик Н.М., Винницкий Л.С. Опыт внедрения роторных экскаваторов. М., ЦНИИУголь, 1975.
14. Федорякин Н.И., Федотов И.П. Разработка сложно-структурных угольных пластов роторными экскаваторами. М., "Уголь", №10, 1975.
15. Чернегов Ю.А. Экономические методы управления в горной промышленности. М., Недра, 1987.

Содержание

Введение	4
Глава I. Экибастуз-мощная «угольная кочегарка»	6
§ 1. Из истории Экибастуза	6
§ 2. Годы эксплуатации и строительства разрезов	27
§ 3. Экибастузский топливно-энергетический комплекс.	34
Глава II. Горно - технические условия бассейна	41
§ 1. Геологическое строение, характеристика пластов, запасы угля.	41
§ 2. Свойства и характеристика горных пород.	51
§ 3. Сопrotивляемость каменного угля разработке роторными экскаваторами	54
Глава III. Осушение разрезов.	60
§ 1. Гидрогеологическая характеристика бассейна.	60
§ 2. Способы осушения угольных разрезов.	66
§ 3. Выбор способа осушения экибастузских разрезов.	71
§ 4. Осушение разреза «Северный».	76
§ 5. Осушение разрезов «Богатырь» и «Восточный».	82
§ 6. Организация и показатели дренажных работ.	89
Глава IV. Вскрытие карьерных полей.	93
§ 1. Вскрытие полей разреза «Северный»	93
§ 2. Вскрытие разреза «Богатырь» и участка № 9	99
§ 3. Вскрытие разреза «Восточный»	104
Глава V. Разработка угольных пластов.	107
§ 1. Особенности разработки и выбор рационального направления отработки угольных пластов.	107
§ 2. Разработка угольных пластов одноковшовыми экскаваторами.	115
§ 3. Промышленные испытания первых образцов роторных экскаваторов.	117
§ 4. Совершенствование конструкций и внедрение роторных экскаваторов.	147
§ 5. Селективная разработка угля роторными экскаваторами	194
§ 6. Валово-раздельная выемка угля роторными экскаваторами.	213
§ 7. Валовая разработка угольных пластов.	219
§ 8. Технологические схемы разработки угля при применении конвейерного транспорта.	220
§ 9. Возможности шнекобуровой и струговой выемки угля.	225

§ 10. Концентрация горных работ и интенсификация использования мощного добычного оборудования.	229
Глава VI. Качество угля.	233
§ 1. Характеристика угольных пластов по качеству.	233
§ 2. Прогнозирование зольности угля в зависимости от технологии разработки.	235
§ 3. Геолого-технологические карты отработки забоев.	242
§ 4. Контроль зольности товарного угля.	244
§ 5. Усреднение зольности товарного угля.	253
§ 6. Управление зольностью товарного угля при конвейерном транспорте.	267
§ 7. Обогащаемость экибастузского угля.	271
Глава VII. Техника и технология разработки вскрышных пород.	275
§ 1. Технологические схемы вскрышных работ.	275
§ 2. Контроль качества вскрышных работ.	282
§ 3. Опыт использования экскаваторов ЭКГ-12,5 на разработке вскрышных пород.	288
§ 4. Применение экскаваторов ЭКГ-12,5 с ковшем 16м ³ на отвалах.	296
§ 5. Шагающие драглайны на отвалах.	301
§ 6. Результаты промышленных испытаний и эксплуатации экскаватора ЭКГ-6,3у.	303
§ 7. Возможность применения роторных экскаваторов на вскрышных работах.	307
§ 8. Пути повышения концентрации вскрышных работ и интенсификации использования оборудования.	312
Глава VIII. Буровзрывные работы.	321
§ 1. Буровзрывные работы на вскрышных уступах.	321
§ 2. Взрывная подготовка угольного массива.	329
§ 3. Организация и механизация взрывных работ.	336
Глава IX. Железнодорожный транспорт.	340
§ 1. Организация работы транспорта.	340
§ 2. Подвижной состав.	346
§ 3. Путевые работы.	351
Глава X. Электроснабжение разрезов.	359
§ 1. Схемы энергоснабжения.	359
§ 2. Тягово-распределительные подстанции и тяговые сети.	371
Глава XI. Ремонт горно-транспортного оборудования.	374
§ 1. Ремонтная база.	375

§ 2. Организация ремонта.	387
Глава XII. Организация производства и труда.	391
§ 1. Управление производственной системой.	391
§ 2. Организация труда	402
§ 3. Автоматизированная система управления.	426
§ 4. Экономические показатели добычи угля.	428
§5. Инвестиционная деятельность американской компании.	436
Глава XIII. Перспективы развития открытой добычи угля в Экибастузе.	442
§ 1. Реконструкция и строительство разрезов.	442
§2. Перспективы развития добычи и комплексного использования экибастузского угля.	462
Список литературы	466

**Иван Петрович Федотов,
Серик Имантаевич Джаксыбаев**

Экибастузский каменноугольный бассейн

Набор: В.Сытина

Верстка: Е.Дегтярева

Корректор: Е. Торопчанина

Сдано в набор 18.07.2001 г. Подписано в печать 15.08.2001 г.
Формат 60х90 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman Cyr
Тираж 300 экз. Заказ №241. Цена договорная.

Отпечатано в НПП "ЭКО", г. Павлодар
637000, Казахстан, г. Павлодар, ул. 29 Ноября, 2.
Тел. (3182) 32-87-55, 32-33-47, 32-16-08.

