

Н.М.Белик  
И.П.Федотов  
С.И.Джаксыбаев

# УГОЛЬ ЭКИБАСТУЗА



ББК 33.22  
Б 43  
УДК 622.33

Рецензент *В. Н. Самойлов*

Б  $\frac{2502010000-445}{043(01)-92}$  162-92

© Н. М. Белик, И. П. Федотов,  
С. И. Джаксыбаев, 1992

ISBN 5-247-02716-7

## ВВЕДЕНИЕ

Экибастузский каменноугольный бассейн имеет огромное значение в обеспечении народного хозяйства дешевым энергетическим топливом. В принятом в 1977 г. постановлении «О создании Экибастузского топливно-энергетического комплекса и строительстве линии электропередачи постоянного тока напряжением 1500 кВ Экибастуз — Центр» были определены конкретные меры по ускоренному развитию Экибастузского и освоению Майкубенского бассейнов, строительству в Казахстане крупных ГРЭС, работающих на экибастузском угле, с передачей части дешевой электроэнергии в центральные районы страны.

К этому времени в Экибастузе уже была создана в короткие сроки овая всесоюзная «угольная кочегарка» страны, обеспечившая топливом 20 тепловых электростанций Казахстана, Урала, Западной Сибири. Действительно, добыча экибастузского угля развивалась невиданными темпами — менее чем за 25 лет народному хозяйству страны отправлено 500 млн т высококачественного топлива.

Не снизились темпы освоения Экибастузского бассейна и в последующие годы. В начале декабря 1985 г. отгружена миллиардная с начала освоения бассейна тонна экибастузского угля. Характерно, что, если на добычу первого полумиллиарда ушло 23 года, то на добычу второго — всего 7 лет. В 1988 г. добыча угля в ПО «Экибастузуголь» превысила 89 млн т, что почти в 2 раза больше, чем в 1975 г. Такого бурного развития добычи угля при высоких технико-экономических показателях не удалось достичь ни одному угольному бассейну страны.

Ускоренное развитие добычи экибастузского угля стало возможным благодаря внедрению новой технологии добычи крепких каменных углей из пластов сложного строения с применением в широких масштабах мощных роторных экскаваторов с повышенными усилиями копания отечественного и зарубежного производства, а также благодаря усовершенствованию многих технологических процессов.

В Экибастузе выросли замечательные кадры рабочих, неоднократно выступавших с патриотическими починами и достигавших рекордных по отрасли показателей.

За успехи в развитии добычи угля открытым способом и достижение высоких показателей работы ПО «Экибастузуголь» отмечено правительственными наградами и почетными грамотами.

Накопленный в Экибастузе опыт разработки роторными экскаваторами сложноструктурных пластов каменного угля и развития в больших объемах его добычи при достижении высоких технико-экономических показателей, материалы о котором обобщены в настоящей книге, представляет несомненный интерес для горных предприятий, осуществляющих открытым способом добычу полезных ископаемых, и прежде всего для угольных разрезов страны.

Авторы—непосредственные участники освоения Экибастузского угольного бассейна. Вместе с рабочими и инженерно-техническими работниками они прошли весь сложный путь создания четвертой «угольной кочегарки» и становления Экибастузского топливно-энергетического комплекса.

## Глава 1

# ЭКИБАСТУЗ—ЧЕТВЕРТАЯ «УГОЛЬНАЯ КОЧЕГАРКА»

### 1. ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Достоверных сведений о времени обнаружения экибастузского угля, к сожалению, не имеется. Однако принято считать, что открытие Экибастузского угольного бассейна относится к 1866 г. Весть о найденном здесь «горючем камне», как о чуде, быстро распространилась не только в Казахстане, но и за его пределами. Попытать свое счастье вблизи озера Экибастуз приехал уральский горнопромышленник А. Бенардаки. Он и группа казахов (среди них был местный рудознатец-самоучка Косум Пшембаев, первым нашедший «горючий камень») 13 июня 1867 г. заложили небольшой шурф и на глубине 9,8 м обнаружили каменный уголь. 21 июня 1867 г. А. Бенардаки сделал письменную заявку на открытие Экибастузской угольной копи.

Однако эксплуатация богатейшего угольного бассейна началась только в конце 90-х гг. прошлого столетия. В начале 1898 г. было создано Воскресенское горнопромышленное общество. Учредителем его стал павлодарский купец А. И. Деров, которому принадлежала половина всего капитала\*.

В первое время пытались организовать добычу экибастузского угля открытым способом: были заложены Косумовский и Марининский разрезы, вскрывшие в северо-восточной части бассейна выветрелый и высокозольный уголь, не находивший сбыта. В дальнейшем, отказавшись от открытой разработки, Воскресенское горнопромышленное общество перешло к подземной добыче угля. Были пройдены шахты «Владимирская» и «Артемовская», заложенные, однако, неудачно — без предварительной разведки, в тектонически нарушенных зонах. В 1900 г. на западном крыле бассейна (в поле ныне действующего разреза «Северный») заложили еще три шахты — «Воскресенскую» (наклонную), «Северную» и «Южную» (вертикальные), вскрывшие на небольшой глубине более качественный уголь.

В 1898 г. была построена Воскресенская железная дорога протяженностью 110 км, связавшая Экибастуз с пристанью на Иртыше (ныне г. Ермак). Для того времени дорога считалась хорошо оборудованной — 3 паровоза, около 100 железнодорожных платформ грузоподъемностью 6,5 т каждая, несколько товарных вагонов. По этой дороге экибастузский уголь вывозили к Иртышу и далее транспортировали водным

---

\* Водяников М. Экибастузский каменноугольный бассейн//Урал. Екатеринбург. 1899. № 616.

и водно-дорожным путями. В 1901 г. объем добычи экибастузского угля достиг 69,5 тыс. т.

Однако Воскресенское горнопромышленное общество не сумело по-настоящему развернуть добычу угля. Затратив около 4 млн р. собственных средств и госсубсидий, оно в конце 1903 г. обанкротилось. Все работы были прекращены, а рабочие и служащие уволены. Так бесславно закончился первый этап освоения Экибастузского угольного бассейна.

Второй этап (1904—1914 гг.) характеризовался затишьем—Экибастузские угольные копи практически бездействовали. Правда, в 1906—1907 гг. были попытки восстановить добычу экибастузского угля, но успеха они не имели.

В 1914 г. (начало третьего этапа) Экибастузские копи вместе с Воскресенской железной дорогой попали в руки ловкому концессионеру, владельцу многих подземных кладовых в степях Казахстана, англичанину Л. Уркарту, действовавшему под вывеской «Киргизского горнопромышленного акционерного общества».

В 1914 г. добыча угля возобновилась на трех восстановленных шахтах («Воскресенская», «Южная», «Северная»). Затем были заложены еще три. За четыре года добыча угля возросла с 7 тыс. т в 1914 г. до 82,7 тыс. т в 1917 г.\*

В 1915 г. начал действовать цинковый завод с 4 коксовыми печами, а с 1916 г.—с 20 печами. За два года (1915—1917 гг.) была выплавлена 51 т чистого цинка (98,5%) и отправлена на Ижорский завод. Кроме этого были построены также свинцовый, чугунно-литейный и кирпичный заводы. Сырье для свинцового и цинкового заводов доставляли по Иртышу из Риддера (ныне г. Лениногорск). В качестве специалистов Уркарт пригласил английских и немецких инженеров и техников.

Экибастузские копи были самыми крупными в Казахстане. В то время, когда на месте нынешней Караганды работали лишь несколько небольших шахт, Экибастуз являлся крупнейшим промышленным центром: угольные шахты, коксовые печи, кирпичный, свинцовый, цинковый и чугунно-литейный заводы, механические мастерские, электростанция, лесопилка, железнодорожная ветка.

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. Начались 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 горнопромышленного акционерного общества, цинково-свинцовые заво-

---

\* Соколкин Э. Д. Разработка угольных копий//Вперед. Экибастуз. 1977. 8 янв.

ды и Воскресенскую дорогу того же общества». На этом завершился третий и последний дореволюционный этап освоения и развития Экибастузского угольного бассейна.

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 четвертый этап в жизни Экибастуза. Экибастузский ревком получил задание восстановить как можно быстрее шахты и заводы. Рабочие под руководством партийной организации 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 обороны принял постановление, подписанное В. И. Лениным, о строительстве железной дороги Экибастуз—Павлодар и моста через Иртыш у Павлодара, однако реализовать его в те годы не удалось.

Практически разрушенные шахты Экибастуза давали мало угля и были убыточными, средств же для их капитального ремонта Советское государство не имело. К концу 1924 г. запасы руды, привезенной из Риддера еще в 1916 г., иссякли, а новых поставок не было, так как богатейшее риддерское месторождение пришло в полный упадок. 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.

Возобновление освоения Экибастузского угольного бассейна относится уже к 1939 г., когда ЦК ВКП(б) и СНК СССР приняли постановление, в котором разрешалось СНК РСФСР и Омскому облисполкому по согласованию с СНК Казахстана приступить к промышленной разработке Экибастузского угольного бассейна. Летом 1939 г. в Экибастузе началось строительство шахт. Но угроза войны, а затем и сама Великая Отечественная война приостановили строительные работы. Однако исследование бассейна продолжалось. В мае 1940 г. была создана геологоразведочная партия треста «Казахуглеразведка» Наркомугля СССР, которая вела работы вплоть до 1943 г.

В 1946 г. возобновили геологоразведочные работы, а летом 1948 г. в Экибастуз прибыли первые строители. С вводом в эксплуатацию в 1950 г. павлодарского участка Южно-Сибирской железной дороги работы по освоению Экибастузского 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 пятый этап освоения бассейна.

В 1955 г. вступил в строй Иртышский угольный разрез № 1 (северное крыло бассейна) проектной мощностью 3 млн т угля в год. В августе 1956 г. трест «Карагандауглеразведка», в состав которого входил этот

разрез, был переведен из Караганды в Экибастуз и переименован в трест «Иртышуголь». С этого времени началось бурное развитие добычи экибастузского угля. Была проведена специализация разрезов — выделены в самостоятельные предприятия вскрышной разрез, погрузочно-транспортное управление, ЖКО, автобаза, созданы энергоуправление, центральные электромеханические мастерские, строительное управление. А в 1957 г. указом Президиума Верховного Совета Казахской ССР поселок Экибастузуголь был переименован в город Экибастуз.

В 1961 г. сдали в эксплуатацию угольный разрез № 2 мощностью 3 млн т угля в год, в 1964 г. — разрез № 3 такой же мощности. За счет проведения реконструкций и осуществления дополнительных мер производственная мощность разрезов №№ 1, 2 и 3 (ныне — разрез «Северный») к 1971 г. была доведена до 22 млн т угля в год.

В южной части бассейна (поля № 5 и № 6) создали крупнейший в мире угольный разрез «Богатырь» проектной мощностью 50 млн т угля в год (первая очередь его — 5 млн т — была введена в эксплуатацию в 1970 г.). За счет прирезки поля № 9, вскрытие которого осуществлено хозспособом, и в результате начатой реконструкции годовая мощность разреза «Богатырь» достигла в 1988 г. 55 млн т угля. Завершили сооружение разреза «Восточный» проектной мощностью 30 млн т угля в год. Одновременно с развернувшимся строительством начал добычу бурого угля разрез «Майкубенский», отгрузивший в 1988 г. на комбытнужды более 1,5 млн т. Таким образом, суммарная производственная мощность Экибастузских разрезов в конце 1988 г. составила 107 млн т угля в год.

## 2. 35 ЛЕТ ЭКСПЛУАТАЦИИ И СТРОИТЕЛЬСТВА

В декабре 1989 г. исполнилось 35 лет с начала эксплуатации Экибастузского угольного бассейна.

5 октября 1978 г. в ПО «Экибастузуголь» добыли 500-миллионную с начала разработки тонну экибастузского угля, а 3 декабря 1985 г. добыли и отправили 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. Чуть раньше, 6 марта 1982 г., в отвалы был вывезен первый миллиард кубометров вскрышных пород. В 1988 г. добыли уже 89,7 млн т угля.

Победы не пришли сами собой — они дались нелегко, в результате 35-летнего упорного и тяжелого труда по освоению бассейна и становлению крепкого спаянного горняцкого коллектива. Это были годы развертывания добычи угля в условиях непрерывного строительства и реконструкции, решения многочисленных сложных и крупных проблем.

В настоящее время экибастузские разрезы являются крупнейшими в отрасли. Это высокомеханизированные и высокорентабельные горные предприятия с четко разработанными производственными и социальными программами, оснащенные самым современным высокопроизводи-

тельным горно-транспортным и вспомогательным оборудованием. На разрезах объединения «Экибастузуголь» работают 141 карьерный экскаватор, в том числе 24 роторных экскаватора производительностью 1250—5000 т/ч, 8 перегружателей, около 270 локомотивов, свыше 360 бульдозеров и тракторов, около 1200 думпкаров грузоподъемностью 100—180 т, 150 вагонов-дозаторов и 80 буровых станков, 34 конвейерные установки, более 200 единиц путевой техники.

За 35 лет в Экибастузе добыто и отправлено потребителям 1375 млн т угля. Объем добычи угля увеличился с 2,3 млн т в 1955 г. до почти 90 млн т в 1989 г., т. е. в 39 раз. Если бы весь уголь, добытый в Экибастузе с начала эксплуатации, сформировать в один железнодорожный состав, то им можно было бы пять с лишним раз опоясать земной шар по экватору. Месячная производительность труда каждого рабочего возросла в среднем до 860,1 т (по производительности труда ПО «Экибастузуголь» стоит в одном ряду со странами, где развит открытый способ добычи угля). Себестоимость добычи 1 т угля составила в 1988 г. 197 к.: экибастузский уголь является одним из самых дешевых в стране. За 35 лет в развитие Экибастузского угольного бассейна было вложено свыше 1,6 млрд р. капитальных вложений, что позволило ввести в эксплуатацию производственные мощности по добыче 107 млн т угля в год, а также Экибастузскую ТЭЦ, завод по ремонту горно-транспортного оборудования, водоочистные сооружения, водоводы, автодороги, производственную базу для строительства и ремонта и др. Кроме этого было построено более 1 млрд м<sup>2</sup> жилья, детские сады, ясли почти на 6 тыс. мест, школы на 7800 учащихся и горный техникум на 960 учащихся, поликлиника на 600 посещений в день, профилакторий, физиолечебница, спорткомплекс, Дом культуры и ряд других объектов культурно-бытового назначения, продолжается строительство объектов собственной медсанчасти (введен хирургический корпус). Полностью решена проблема питьевой воды за счет сооружения уникального канала Иртыш — Караганда.

За период освоения целины в Казахстане построено 90 новых городов, среди которых и Экибастуз. В настоящее время это современный благоустроенный город с 5—10-этажными домами, асфальтированными и освещенными улицами и тротуарами, зелеными скверами. Население города, поздравившего в 1987 г. своего 150-тысячного жителя, быстро растет.

Экибастузский уголь потребляют свыше 20 тепловых электростанций Урала, Западной Сибири и Казахстана, суммарная электрическая мощность которых составляет около 20 ГВт. Сегодня только они одни производят электроэнергию значительно больше, чем вырабатывалось в нашей стране в довоенные годы.

За 35 лет создан большой (более 25 тыс. человек) многонациональный дружный коллектив ПО «Экибастузуголь», имеющий свои традиции, способный решать самые сложные задачи. Коллектив трудящихся объединения, на протяжении почти всего периода эксплуатации ежегодно досрочно выполнявший производственные планы, завоевал трудовую славу среди предприятий страны и неоднократно отмечался наградами Родины.

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

За развитие и внедрение высокоэффективной добычи каменного угля в больших объемах из сложноструктурных пластов Экибастузского бассейна с помощью мощной роторной техники группе специалистов объединения «Экибастузуголь», научно-исследовательских и проектных институтов в 1978 г. присвоены звания лауреатов Государственной премии СССР в области науки и техники: среди них работники ПО «Экибастузуголь» Н. М. Белик, С. П. Куржей, И. П. Федотов, В. Ф. Гаврюшин, Б. Г. Гудыменко, С. Шешембеков. В 1982—1988 гг. за выдающиеся трудовые достижения звания лауреата Государственной премии СССР были удостоены бригадир роторного комплекса ЭРШРД-5000 А. А. Шишлов, бригадир комплексной бригады разреза «Северный» А. В. Зеленков, машинист экскаватора разреза «Степной» В. М. Возный.

Свыше 50 рабочих и инженеров удостоены званий «Заслуженный шахтер» и «Заслуженный Горняк Казахской ССР», около 700 человек награждены знаком «Шахтерская слава», из них 70 — кавалеры всех трех степеней.

На протяжении 35 лет одновременно с развитием добычи угля осуществлялись непрерывное строительство новых и реконструкция действующих разрезов и их техническое перевооружение. Особенность технического перевооружения экибастузских разрезов — 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 (в которых использовалась соленая вода, так как пресной воды не было) на более мощные — серии СО с тендер-конденсаторами, на вскрышных и отвальных работах — замена трехкубовых экскаваторов четырехкубовыми, а на буровых работах — маломощных станков БС-100/25 на более совершенные — СВЕ-2. К этому периоду относятся также 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 Иртыша (130 км), а затем по водоводу Калкаман — Экибастуз (55 км), позволившему на первых порах решить проблему водоснабжения.

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

Проектные мощности разрезов за этот период были освоены досрочно, однако потребность страны в экибастузском угле не удовлетворялась. Увеличить объемы добычи угля на ограниченном полями разрезов № 1, № 2 и № 3 фронте можно было только на основе интенсификации горно-транспортных работ.

В связи с этим инженерно-технической службой треста «Иртышуголь» были разработаны и в течение 1964—1970 гг.—периода второго этапа — претворены в жизнь комплексные меры по техническому перевооружению разрезов, совершенствованию технологии горных работ и организации производства. Институтом Карагандагипрошахт был представлен проект реконструкции разрезов № 1, № 2, № 3 (с доведением их мощности до 20 млн т угля в год), который был реализован, в основном, к 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. За 1964—1967 гг. было сооружено 4 тягово-распределительные подстанции, построено более 300 км контактных сетей, взамен паровозов были внедрены 77 электровазосов сцепной массой 150 и 180 т, введены в работу 420 большегрузных думпкаров, все железнодорожные станции переведены на электрическую централизацию стрелок и сигналов (СЦБ). В результате технического перевооружения транспорта были созданы комфортные и безопасные условия труда, весовая норма поезда возросла почти в 1,5 раза, а пропускная способность железнодорожных станций — на 20—25%. За счет увеличения производительности транспортного оборудования штат обслуживающего персонала сократился почти в 1,5 раза.

В этот период на вскрышных и отвальных работах было внедрено более 20 экскаваторов ЭКГ-8 и ЭКГ-8И с ковшами вместимостью 8 и 10 м<sup>3</sup>, впервые в практике открытых горных работ страны прошел промышленные испытания и был введен в эксплуатацию первый экскаватор ЭКГ-12,5, нарезку новых добычных горизонтов стали осуществлять экскаваторами ЭКГ-4У. Впервые в горной практике для переукладки железнодорожных путей на разрезах использовали путеукладочный поезд системы Платова. За период 1965—1970 гг. были полностью механизированы процессы баллаستировки рельсошпальной решетки и подбивки балласта путем применения вагонов-дозаторов, шпалоподбивочных машин, путеподемников и др.

За эти годы инженерно-технической службой треста в тесном сотрудничестве с коллективами институтов ИГД им. А. А. Скочинского, УкрНИИпроект, Карагандагипрошахт, Гипроуглеавтоматизация, Московского горного, Казахского политехнического и ИГД АН Казахстана, заводов Донецкого им. Ленинского комсомола Украины (ДМЗ им. ЛКУ) и Карпинского рудоремонтного, а также других организаций выполнен большой объем научно-исследовательских, проектно-конструкторских и экспериментальных работ по созданию техники непрерывного действия для разработки крепких углей и пород, в результате чего

созданы опытные образцы отечественных роторных экскаваторов с повышенными усилиями копания (РЭ-1, РЭ-2, РЭ-2Ц, ЭРГ-400Д) и 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 прослоек различной мощности, с применением в широких масштабах мощных роторных экскаваторов производительностью 1250—5000 т/ч. На нарезке новых горизонтов впервые применили экскаватор ЭКГ-6,3У, а на вскрышных уступах и отвальных тупиках начали широко использовать мехлопаты с ковшами вместимостью 12,5 и 16 м<sup>3</sup>. На транспорте внедрили тяговые агрегаты ОПЭ-1 и ПЭ-2М, думпкары грузоподъемностью до 180 т, путеукладочные поезда, разработанные ИГД им. А. А. Скочинского, что резко повысило уровень механизации путевых работ. При бурении скважин широкое распространение получили буровые станки 2СБШ-200Н с режущими долотами, СБР-160, 3СБШ-200-60.

Еще не был полностью завершен третий этап, как начался новый — четвертый этап технического перевооружения, связанный с вводом в эксплуатацию разреза «Восточный», на котором для транспортирования угля начали использовать высокопроизводительные ленточные конвейеры, а для загрузки его в железнодорожные вагоны на поверхности — мощные механизированные погрузочно-усреднительные комплексы с весовой дозировкой угля. Кроме этого новый этап перевооружения характеризуется значительным ростом автоматизации производственных процессов, внедрением АСУП, повышением технического уровня производства и увеличением основных показателей работы разрезов ПО «Экибастууголь» (табл. 1).

В Экибастузе выросли замечательные кадры рабочих, специалистов высокого класса, выступивших инициаторами многих патристических починов и добившихся высоких показателей. С первых дней эксплуатации экибастузских разрезов успешно трудились бывшие паровозники, а затем машинисты электровозов и дизель-поездов А. И. Бондаренко, С. А. Илларионов, И. Д. Фолтин, П. Д. Резепов. В 60-х годах широкое распространение получило движение за выработку на один экскаватор 1 млн т угля в год. Первыми «миллионерами» стали машинисты экскаваторов Ф. В. Мокрослоев и М. И. Евстигнеев, а в последующие годы их рядыполнили Г. И. Мозер, Н. Н. Колотев, В. С. Егоров, Ф. Ф. Белкин и др.

Больших успехов добились бригады экскаваторов, руководимые В. В. Муваракшиным и П. М. Михневичем, первыми получившие звание «Коллектив коммунистического труда».

В 70-е годы отличились экскаваторные бригады И. Г. Кочерги, Г. И. Мозера, С. И. Зубко и В. И. Неупокоева, выступившие инициаторами соревнования за достижение наивысшей нагрузки на машину.

созданы опытные образцы отечественных роторных экскаваторов с повышенными усилиями копания (РЭ-1, РЭ-2, РЭ-2Ц, ЭРГ-400Д) и 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 прослоек различной мощности, с применением в широких масштабах мощных роторных экскаваторов производительностью 1250—5000 т/ч. На нарезке новых горизонтов впервые применили экскаватор ЭКГ-6,3У, а на вскрышных уступах и отвальных тупиках начали широко использовать мехлопаты с ковшами вместимостью 12,5 и 16 м<sup>3</sup>. На транспорте внедрили тяговые агрегаты ОПЭ-1 и ПЭ-2М, думпкары грузоподъемностью до 180 т, путеукладочные поезда, разработанные ИГД им. А. А. Скочинского, что резко повысило уровень механизации путевых работ. При бурении скважин широкое распространение получили буровые станки 2СБШ-200Н с режущими долотами, СБР-160, 3СБШ-200-60.

Еще не был полностью завершен третий этап, как начался новый — четвертый этап технического перевооружения, связанный с вводом в эксплуатацию разреза «Восточный», на котором для транспортирования угля начали использовать высокопроизводительные ленточные конвейеры, а для загрузки его в железнодорожные вагоны на поверхности — мощные механизированные погрузочно-усреднительные комплексы с вековой дозированной угля. Кроме этого новый этап перевооружения характеризуется значительным ростом автоматизации производственных процессов, внедрением АСУП, повышением технического уровня производства и увеличением основных показателей работы разрезов ПО «Экибастузуголь» (табл. 1).

В Экибастузе выросли замечательные кадры рабочих, специалистов высокого класса, выступивших инициаторами многих патриотических починов и добившихся высоких показателей. С первых дней эксплуатации экибастузских разрезов успешно трудились бывшие паровозники, а затем машинисты электровозов и дизель-поездов А. И. Бондаренко, С. А. Илларионов, И. Д. Фолтин, П. Д. Резепов. В 60-х годах широкое распространение получило движение за выработку на один экскаватор 1 млн т угля в год. Первыми «миллионерами» стали машинисты экскаваторов Ф. В. Мокрослоев и М. И. Евстигнеев, а в последующие годы их ряды пополнили Г. И. Мозер, Н. Н. Колотев, В. С. Егоров, Ф. Ф. Белкин и др.

Больших успехов добились бригады экскаваторов, руководимые В. В. Муваракшиным и П. М. Михневичем, первыми получившие звание «Коллектив коммунистического труда».

В 70-е годы отличились экскаваторные бригады И. Г. Кочерги, Г. И. Мозера, С. И. Зубко и В. И. Неупокоева, выступившие инициаторами соревнования за достижение наивысшей нагрузки на машину.

Таблица 1

## Основные показатели работы разрезов ПО «Экибастууголь» за 1988 г.

| Показатель                                                 | Разрезы         |           |                 |                  |                     | Всего  |
|------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|-----------------|------------------|---------------------|--------|
|                                                            | «Бога-<br>тырь» | «Степной» | «Север-<br>ный» | «Восточ-<br>ный» | «Майку-<br>бенский» |        |
| Добыча угля:                                               |                 |           |                 |                  |                     |        |
| годовая, млн т                                             | 54,06           | —         | 20,02           | 14,02            | 1,59                | 89,69  |
| среднесуточная,<br>тыс. т                                  | 147,7           | —         | 54,7            | 38,3             | 4,4                 | 245,1  |
| Теплота сгорания то-<br>варного угля,<br>МДж/кг            | 17              | —         | 16,6            | 17,1             | 17,6                | 16,9   |
| Удельный вес добычи<br>угля роторными<br>экскаваторами, %  | 91,2            | —         | 78              | 100              | —                   | 88     |
| Вскрыша, млн м <sup>3</sup> :                              |                 |           |                 |                  |                     |        |
| общая                                                      | 1,69            | 39,9      | 41,37           | 0,14             | 3,02                | 86,12  |
| внешняя                                                    | —               | 32,49     | 39,98           | 7,51             | 3,02                | 83     |
| Коэффициент вскры-<br>ши, м <sup>3</sup> /т                | 0,63            | —         | 2,07            | 0,54             | 1,9                 | 0,96   |
| Протяженность<br>фронта работ, км:                         |                 |           |                 |                  |                     |        |
| добычного                                                  | 18,525          | —         | 39,51           | 4,77             | 0,65                | 63,39  |
| вскрышного                                                 | —               | 43        | 94,96           | —                | 2,06                | 139,02 |
| Высота уступа, м:                                          |                 |           |                 |                  |                     |        |
| добычного                                                  | 15              | —         | 9,5             | 13,1             | 7,4                 | 12,7   |
| вскрышного                                                 | —               | 13,5      | 11,8            | —                | 8,5                 | 12,4   |
| Число уступов:                                             |                 |           |                 |                  |                     |        |
| добычных                                                   | 6               | —         | 7               | 3                | 1                   | 7      |
| вскрышных                                                  | —               | 7         | 10              | —                | 1                   | 10     |
| Среднемесечное по-<br>движение фронта<br>работ, м:         |                 |           |                 |                  |                     |        |
| по углю                                                    | 10,4            | —         | 3               | 12               | 20,8                | 6,05   |
| по вскрыше                                                 | —               | 5,7       | 3               | —                | 14,4                | 4,02   |
| Глубина разработки, м                                      | 147,7           | —         | 172             | 53,8             | —                   | —      |
| Высота отвалов, м                                          | —               | 35,2      | 35,1            | —                | 15                  | 34,6   |
| В том числе:                                               |                 |           |                 |                  |                     |        |
| 1-го яруса                                                 | —               | 36,6      | 37,1            | —                | 15                  | 36,2   |
| 2-го яруса                                                 | —               | 32,2      | 24              | —                | —                   | 29,7   |
| Приемная способ-<br>ность тупика, м <sup>3</sup> /м        | —               | 1480      | 1300            | —                | 450                 | 1365   |
| Протяженность<br>ж.-д. путей, км                           | 155             | 180,9     | 302,3           | —                | 30,4                | 1268,1 |
| В том числе пере-<br>движных путей                         | 46,4            | 131,3     | 248,5           | —                | 10,2                | 436,4  |
| Годовая производи-<br>тельность списочного<br>экскаватора: |                 |           |                 |                  |                     |        |
| по углю, тыс. т:                                           |                 |           |                 |                  |                     |        |
| роторного                                                  | 5215,2          | —         | 3135,8          | 4052,5           | —                   | 4411,6 |
| одноковшового                                              | 2307,1          | —         | 1643,1          | —                | 1578,1              | 1869,8 |
| по вскрыше,<br>тыс. м <sup>3</sup>                         | 1265,4          | 1773,6    | 1533,9          | 206,8            | 1321,1              | 1621,9 |
| на отвалах,<br>тыс. м <sup>3</sup>                         | 1086,4          | 2122,4    | 2464,2          | —                | 2119,4              | 2255,9 |

| Показатель                                                                          | Разрезы    |           |            |             |                | Всего  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|------------|-------------|----------------|--------|
|                                                                                     | «Богатырь» | «Степной» | «Северный» | «Восточный» | «Майкубенский» |        |
| Годовая производительность списочного бурового станка, м длины скважины:            |            |           |            |             |                |        |
| по углю                                                                             | 3912       | —         | 5779       | 6694        | 1444           | 4800   |
| по вскрыше                                                                          | —          | 3061      | 4426       | —           | 635            | 3737   |
| Среднесуточная производительность локомотивосостава на вскрыше, тыс. м <sup>3</sup> | —          | —         | —          | —           | —              | 3938   |
| В том числе:                                                                        |            |           |            |             |                |        |
| ОПЭ-1                                                                               | —          | 4100      | —          | —           | —              | 4100   |
| ПЭ-2М                                                                               | —          | —         | 3816       | —           | —              | 3816   |
| Среднемесячная производительность труда:                                            |            |           |            |             |                |        |
| по углю, т                                                                          | 4278,2     | —         | 1000,6     | 1631,9      | 432,6          | 860,1  |
| на выход, т                                                                         | 191,4      | —         | 43,1       | 71          | 18,3           | 37,4   |
| по вскрыше, м <sup>3</sup>                                                          | —          | 2995,3    | —          | —           | —              | 2320,3 |
| Себестоимость, р.:                                                                  |            |           |            |             |                |        |
| 1 т угля                                                                            | 0,533      | —         | 1,64       | 2,027       | 3,244          | 1,97   |
| 1 м <sup>3</sup> вскрыши                                                            | —          | 0,554     | 0,501      | —           | 0,976          | 0,88   |
| Прибыль в оптовых ценах, млн р.                                                     | —          | —         | —          | —           | —              | 74,8   |
| Сверхплановая прибыль, млн р.                                                       | —          | —         | —          | —           | —              | 13,6   |

Высоких производственных показателей добивались в 1976—1980 гг. экипажи роторных и одноковшовых экскаваторов, возглавляемые Героем Социалистического Труда А. И. Виттом, Д. П. Сидельниковым, Н. П. Ермоченко, А. С. Волковым, машинистами локомотивов А. А. Страшко, А. Г. Токаревым, машинистами буровых машин И. Л. Наконечным, Г. И. Соболевым, Ю. А. Скрылевым.

В 1980 г. начало развиваться комплексное социалистическое соревнование «Уголь — вагон — энергия» между угольщиками, железнодорожниками и энергетиками, которое на основе дружбы и товарищеской взаимопомощи способствовало бесперебойной отгрузке потребителям необходимых объемов экибастузского угля, а в 1984—1985 гг. широкую поддержку получило социалистическое соревнование за достойную встречу 50-летия стахановского движения и 40-летия Великой Победы.

На разрезе «Богатырь» развернулось дружеское соперничество экскаваторных бригад за право погрузки 500-миллионной с начала ввода в эксплуатацию разреза тонны угля. Это почетное право завоевали бригады А. И. Федотова и А. А. Шишлова, досрочно выполнившие пятилетние и годовые обязательства. Наибольший накал социалистического соревнования вызвали почины «За право отгрузки в 1985 г. миллиардной тонны угля», «Каждой тонне добытого угля — необходимую вскрышу», «27 ударных декад в честь XXVII съезда КПСС».

В 1986—1988 гг. получило широкую поддержку социалистическое соревнование в честь 70-летия Великого Октября и 30-летия Экибастуза.

Все эти патриотические починны способствовали формированию у трудящихся повышенной ответственности за результаты своего труда и обеспечивали высокопроизводительное использование горно-транспортной техники.

### 3. ЭКИБАСТУЗСКИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

В принятом в 1977 г. ЦК КПСС и Советом Министров СССР постановлении «О создании Экибастузского топливно-энергетического комплекса и строительстве линии электропередачи постоянного тока напряжением 1500 кВ Экибастуз—Центр», отмечалось, что освоение Экибастузского и Майкубенского угольных бассейнов—одно из важных направлений улучшения топливно-энергетического баланса страны и дальнейшего развития экономики Казахстана. Увеличение добычи угля в этих бассейнах и строительство на их базе новых электростанций значительно улучшит электроснабжение Казахстана, центральных районов страны, Урала, Средней Азии и Западной Сибири. В постановлении было признано необходимым сооружение Экибастузского топливно-энергетического комплекса 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, природоохранных мероприятий. Постановлением были предусмотрены также конкретные задания по созданию топливно-энергетического комплекса по следующим основным направлениям:

осуществить интенсивное развитие Экибастузского и Майкубенского угольных бассейнов с увеличением добычи угля в 2,8 раза;

построить пять ГРЭС мощностью 4000 МВт каждая, в том числе четыре—в районе Экибастуза и одну—на озере Балхаш, ввести в действие на этих, а также на действующих электростанциях Урала, Казахстана и прилегающих районов Западной Сибири, использующих в качестве топлива экибастузский уголь, энергетические мощности в размере 16,6 ГВт—к 1985 г. и 25,1 ГВт—к 1990 г.;

соорудить уникальную линию электропередачи постоянного тока напряжением 1500 кВ Экибастуз—Центр протяженностью 2415 км и линии электропередач переменного тока высокого напряжения общей протяженностью 5316 км, проложить сеть железнодорожных путей, включая вторые пути протяженностью 1090 км, и электрифицировать 1170 км железнодорожного полотна;

предусмотреть создание производственной базы строительных и монтажных организаций;

наметить меры по строительству жилья общей полезной площадью 1,2 млн м<sup>2</sup>, Дворца Культуры на 1000 мест, стадиона, спортивного

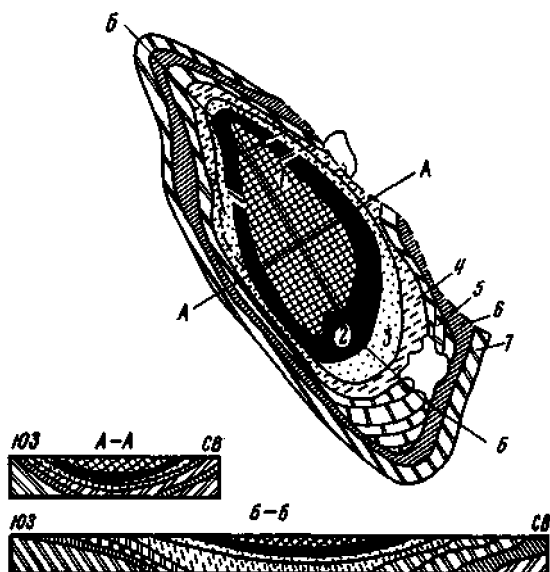
Климат здесь резко континентальный с частыми засухами и суховеями, характерными для антициклонного режима погоды. Резкая континентальность климата проявляется в значительных годовых и суточных колебаниях температуры воздуха, малом количестве атмосферных осадков, высоких летних и низких зимних температурах. Среднегодовая температура воздуха в Экибастузе  $+2,4^{\circ}\text{C}$ . Наиболее жаркий месяц — июль (среднемесячная температура  $+21,5^{\circ}\text{C}$ ), самый холодный — январь ( $-18,5^{\circ}\text{C}$ ). Амплитуда крайних среднемесячных температур достигает  $40^{\circ}$ . 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 м, толщина снежного покрова на равнине не превышает 10 см.

Растительность скудная, представленная преимущественно разреженным травостоем с преобладанием ковыльно-типчаковых форм. В пределах района бассейна расположено несколько соленых бессточных озер — Экибастуз, Туз, Карабиданк и др.

В структурном отношении Экибастузский бассейн приурочен к одноименной асимметричной мульде, вытянутой с северо-запада на юго-восток (рис. 1). Протяженность ее 24 км, наибольшая ширина 8,5 км. Мульда сложена среднерифмовыми и нижнесреднекаменноугольными отложениями. Угленосные отложения нижнего карбона подразделяются на Алякширскую, Карагандинскую и Надкарагандинскую свиты.

Рис. 1. Геологическая карта Экибастузского бассейна:

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



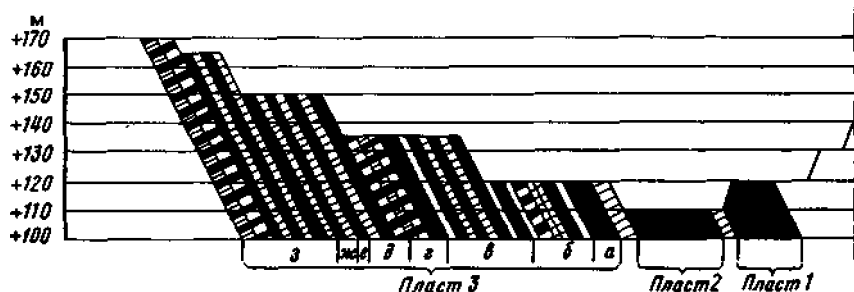


Рис. 2. Геологическое строение угольных пластов

Рабочими пластами бассейна, имеющими промышленное значение, являются четыре пласта.

Пласт 4—самый нижний, его мощность и строение не выдержаны. Рабочая мощность пласта 4 колеблется от 4,1 до 30,6 м и в среднем составляет 18,9 м. При коэффициенте вскрыши, превышающем  $6 \text{ м}^3/\text{т}$ , запасы пласта отнесены к забалансовым.

Выше пласта 4 залегает толща пород, представленная алевритами 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.

Выше этой толщи залегает свита углей и углистых пород с разделяющими их маломощными пачками аргиллитов и каолинитов, составляющая единый продуктивный горизонт, в котором выделяются три сближенных мощных пласта 3, 2 и 1 (рис. 2). Мощность и строение пластов весьма изменчивы. Наиболее выдержанными являются верхние пласты 2 и 1.

Пласт 3—самый мощный и сложный по строению. Средняя мощность его составляет 95,1 м, максимальная—более 150 м. Пласт 3 характеризуется наименьшей угленасыщенностью: на угольную массу приходится в среднем 77,5%, на внутрипластовые породы  $a—з$  (см. рис. 2)—22,5% от рабочей мощности пласта.

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—38,3 м. На глубоких горизонтах разреза «Северный» и на площади разреза «Богатырь» мощность пласта 2 достигает 46 м. Основная часть пласта представлена преимущественно полуматовыми и полублестящими разностями углей, чередующимися со светлыми породными и углистыми прослойками. Угленасыщенность пласта 2 сравнительно

высокая: на угольную массу приходится 82%, на внутрипластовые породы — 17,4% от общей мощности пласта.

Пласт 1 является верхним рабочим пластом. Он отделен от пласта 2 углистыми породами, являющимися хорошим опорным горизонтом. Средняя 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. Угленасыщенность пласта 1 самая высокая: на угольную массу приходится 90,7%, а на внутрипластовые породы — 9,3% от общей мощности пласта.

В связи с утверждением в 1979 г. новых кондиций по зольности угля существенно изменились показатели, характеризующие угольную залежь (мощность всей угольной массы и рабочей ее части, угленосность, углеплотность, засоренность породными прослойками и др.).

Площадь Экибастузской мульды составляет 155 км<sup>2</sup>, из них на долю продуктивных отложений, включающих пласты 4, 3, 2 и 1, приходится 77 км<sup>2</sup>. Наибольший прогиб мульды отмечен вдоль ее северо-восточного борта, где максимальная глубина погружения угольного пласта 1 по его кровле составляет 530 м, 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 юга-запада и северо-востока) под острым углом 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 участков 11, 12 и частично 4, 3 (рис. 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. Самые крупные нарушения приурочены к пласту 3 (см. рис. 2), а частота нарушений возрастает от пласта 1 к пласту 3 при довольно резком их выполаживании. Число 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 составляет 10—20 м, 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 частично 8 (см. рис. 3), а также северо-западный ее сектор 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°) падением крыльев и таким же пологим (5°) погружением его оси, постепенно затухающим в северо-западном направлении.

Экибастузский бассейн характеризуется высокой степенью разведан-



Балансовые запасы угля по Экибастузскому бассейну, млн т

| Уголь                  | По старым<br>кондициям<br>1960 г. | По новым кондициям 1979 г.<br>при выемке |         |
|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|---------|
|                        |                                   | селективной                              | валовой |
| Рядовой                | 8275                              | 7519                                     | 13 332  |
| Без пород засорения    | 6967                              | 6118                                     | 10 706  |
| Чистый, зольностью 45% | 6967                              | 6118                                     | —       |

институтом Карагандагипрошахт совместно с Северо-западной экспедицией Центрально-Казахстанского территориального геологического управления были разработаны Техничко-экономические обоснования новых кондиций на угле Экибастузского бассейна, а в 1979 г. ГКЗ СССР утверждены новые постоянные кондиции для подсчета запасов экибастузского угля.

Параметры новых кондиций при селективной и валовой выемках пластов роторными экскаваторами следующие: минимальная мощность частей пласта (угольных комплексов), подлежащих отдельной отработке — 4 м; минимальная мощность отдельно отработанных 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) при селективной выемке — 45%, при валовой — 60%; пачка угля, отделенная от угольного комплекса породным прослойком, включается в этот угольный комплекс при условии, что средняя зольность угольной пачки и породного прослойка не превышает при селективной выемке 45%, при валовой — 60%; предельный коэффициент вскрыши для балансовых запасов  $6 \text{ м}^3/\text{т}$ , для забалансовых —  $16 \text{ м}^3/\text{т}$ . Ожидаемые запасы угля по Экибастузскому бассейну при реализации новых кондиций приведены в табл. 2. Пересчет запасов угля по новым кондициям выполнен пока в пределах проектных горизонтов действующих разрезов, а для глубоких горизонтов (до полной отработки запасов) будет завершен в ближайшие годы.

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

К моменту завершения подсчета запасов угля глубоких горизонтов будут уточнены и запасы попутных полезных ископаемых.

## 5. СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРНЫХ ПОРОД

Покровные образования, представленные супесями и суглинками, а также 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, а в откосах бортов устойчивы.

## Физико-механические свойства пород, вмещающих угольные пласты

| Породы                               | Временное<br>сопротивле-<br>ние сжатию,<br>МПа | Временное<br>сопротивле-<br>ние растя-<br>жению,<br>МПа | Угол<br>внутрен-<br>него тре-<br>ния, гра-<br>дус | Сцеп-<br>ление,<br>МПа | Есте-<br>ственная<br>влаж-<br>ность,<br>% | Плот-<br>ность,<br>г/см <sup>3</sup> |
|--------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| Песчаник                             | 20,4—67,4                                      | 3,4—5,8                                                 | 35                                                | 170—180                | 3—6                                       | 2,5                                  |
| Алевролит                            | 16 — 60                                        | 1,6—4                                                   | 32                                                | 90—600                 | 4—10                                      |                                      |
| Аргиллит                             | 15,5—44,5                                      | 1,3—3,5                                                 | 27                                                | 105—610                | 2—6                                       | 2                                    |
| Слабоуглистый и<br>углистый аргиллит | 15 — 44,5                                      | 1,5—2,8                                                 | 30                                                | 431                    | 2—8                                       |                                      |
| Уголь                                | 12 — 37                                        | 1 — 1,5                                                 | 36                                                | 260—267                | —                                         | —                                    |

Породы, вмещающие угольные пласты, представлены песчаниками, алевролитами, аргиллитами, слабоуглистыми и углистыми аргиллитами, а породы внутренней вскрыши — полностью двумя последними разностями (табл. 3).

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 и плотностью и при разработке требуют применения буровзрывных работ. Показатель прочности их достигает максимального значения на глубине более 200 м.

Рекомендуемые институтом ВНИМИ значения коэффициента структурного ослабления прочности массива (%): в песчаниках и аргиллитах — 0,05; в алевролитах — 0,07; в углях — 0,08. Размокаемость песчанников, алевролитов, слабоуглистых и углистых аргиллитов трудная, аргиллитов — легкая и средняя.

Породы внешней вскрыши, в основном, соответствуют коэффициенту крепости 4,1—5,6 по шкале проф. М. М. Протоdjяконова. Коэффициент крепости угля и углистых пород составляет 1,5—5,3, разделяющих породных прослоек — 2÷8, а в отдельных случаях — 11.

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

По содержанию свободной двуокиси кремния порода и уголь разрабатываемых пластов являются силикозоопасными, а угольная пыль — взрывоопасной. Уголь склонен к самовозгоранию, происходящему в местах осыпей и навалов по откосам бортов и после предварительного буровзрывного рыхления.

Содержание метана в угле достигает 20 м<sup>3</sup>/т. В результате исследования газоносности выявили, что угли пластов 1—3 характеризуются малым давлением газа, высокой крепостью угля и пород, исключаящей внезапные выбросы угля и газа. Содержание серы в экибастузском угле составляет 0,5—0,65%, углерода —  $0,79 \div 0,82\%$ , водорода —  $4,7 \div 5,8\%$ , азота —  $1,2 \div 1,9\%$ , фосфора —  $0,069 \div 0,074\%$ .

Исследуя химический состав золы экибастузского угля ( $\text{SiO}_2$ — $58,4 \div 59$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ — $26,3 \div 29,7$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ — $5,6 \div 8,8$ ,  $\text{CaO}$ — $1,3 \div 3,3$ ,  $\text{MgO}$ — $0,37 \div 1,58$  и  $\text{SO}_3$ — $0,29 \div 1,53\%$ ), видно, что она содержит большое количество алюмосиликатов, потому является тугоплавкой и имеет абразивные свойства.

По данным исследований содержание в экибастузском угле токсичных (сера, ртуть, мышьяк, бериллий, фтор) и потенциально токсичных (селен, свинец, никель, марганец, хром, ванадий) компонентов значительно ниже допустимых концентраций (кроме марганца), что характеризует уголь Экибастузского бассейна в целом относительно экологически безопасным топливом. Вместе с тем, при огромных масштабах сжигания угля на Экибастузских ГРЭС, даже при степени золоулавливания 99,5% (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 полностью решенным только на основании проектных рекомендаций, являющихся, по мнению авторов, крайне недостаточными — требуется осуществление дополнительных мер по значительно большему снижению выброса в атмосферу нежелательных компонентов.

## Глава 3

# ОСУШЕНИЕ РАЗРЕЗОВ

## 6. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНА

В результате геолого-гидрогеологических исследований на площади экибастузской мульды выделено 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.

Первые два нижних горизонта подземных вод для обводненности разрезов практически не имеют значения. Подземные воды третьего горизонта — определяющие 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.

Средние значения коэффициентов фильтрации угольных пластов изменяются в поле разреза «Северный» до глубины 200 м от 2,18 до 0,02 м/сут, а в поле разреза «Богатырь» до глубины 185 м составляют 1,12 м/сут. Высокие водообильность и водопроницаемость пород этих участков связаны, в основном, с повышенными тектонической нарушенностью и трещиноватостью углистых пород.

Основные притоки в действующие угольные разрезы формируются, главным образом, за счет статических запасов подземных вод, приуроченных, как правило, к зонам тектонических нарушений и выветрелой зоне угольных пластов. Условия питания и накопления подземных вод в целом по бассейну обусловлены засушливым климатом района и малым количеством осадков. Пополнение вод происходит преимущественно за счет инфильтрации атмосферных осадков в местах, где коренные породы обнажены и имеют густую решетку трещиноватости. Питание водоносного горизонта осуществляется, главным образом, в северо-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 оз. Экибастуз, в настоящее время разгрузка осуществляется горными работами и подземными дренажными выработками. Породы надугольной толщи маловодообильны.

Воды четвертого горизонта имеют место на небольших по площади линзообразных участках, сложенных песками и галечниками мощностью 0,4—0,6 м. Запасы вод ограничены, пополнение их происходит за счет атмосферных осадков и временных паводково-ливневых водотоков.

Грунтовые воды четвертичных отложений приурочены к бурым суглинкам, супесям, дресве и песчаным глинам. Глубина залегания вод не превышает 6—8 м, а запасы ограничены. Прямого влияния на обводненность разрезов они почти не оказывают.

Общая величина притока воды в разрезы обусловлена статическими и динамическими запасами и инфильтрацией атмосферных осадков. Значения объемов поступления воды, определенных по методу водного баланса, на разрезе «Северный» составляют за счет динамических запасов, статических запасов и инфильтрации атмосферных осадков соответственно 74, 61 и 57% (всего — 192%), на разрезе «Богатырь» — соответственно 30, 150 и 15% (всего 195%).

Воды угольных 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.

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 (например, алюминия), что способствует их дальнейшему окислению. Коррозионные свойства хлор-иона проявляются по отношению к водопроводным трубам, насосам и другим металлическим конструкциям. По содержанию солей магния подземные воды слабо агрессивны к обычным песчано-пушчолановым и шлаковым портландцементом. По содержанию водородных ионов (6,79—8,2 г/л) подземные воды неагрессивны, однако в паводковый период склонны переходить из нейтрального состояния в слабокислородное, вызывая коррозию металлических конструкций и машин.

По величине твердой котельной накипи воды угольных отложений Экибастузской мульды непригодны для питания паровых котлов.

В процессе освоения бассейна определилась не только метановая газоносность угольных пластов, но и ее 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 м<sup>3</sup>/т горючей массы на 100 м погружения по вертикали. В центре мульды газоносность угольных пластов не превышает 20 м<sup>3</sup>/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 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 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.

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

## 7. СПОСОБЫ ОСУШЕНИЯ РАЗРЕЗОВ

Способ и средства осушения обычно определяются проектными и научно-исследовательскими институтами на основании технико-экономического анализа различных вариантов, включающих расчеты удельных капитальных затрат, себестоимости добычи угля, 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 страны является поверхностный способ осушения, включающий в себя открытый водоотлив, вертикальный дренаж водопонижающими скважинами, горизонтальный дренаж с помощью дрен и траншей (при этом каждый из них может служить самостоятельным способом осушения).

Подземный способ осушения полей разрезов наиболее целесообразно применять в тех случаях, когда: толща водоносных отложений, залегающих 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 подстилающих уголь породах.

Преимущества подземного способа осушения: возможность наиболее полного осушения водоносных отложений; непрерывность работы (круглогодично) осушительных устройств в любых климатических условиях; значительное повышение 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 данного способа осушения обычно относят: значительные трудоемкость 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.

Величина притока воды, характер поступления ее в горные выработки, химические и другие свойства воды обусловлены, в первую очередь, природными условиями, которые могут изменяться в результате деятельности человека. Правильно наметить и осуществить мероприятия по борьбе с обводненностью можно лишь при надлежащем изучении природной гидрогеологической обстановки района с учетом ее изменения под воздействием горных работ и водоотлива.

Технология разработки продуктивной толщи с использованием мощных роторных экскаваторов и транспортирование угля из забоев вагонами парка МПС обуславливают необходимость сооружения на Экибастузских разрезах опережающего дренажа как для добычных, так и для вскрышных уступов.

Параллельный дренаж (или открытый способ осушения) не позволяет осушать добычные горизонты ниже уровня разрабатываемых отметок, в связи с чем создаются трудности при производстве горных работ: ослабляется прочность пород в обводненной части уступа, появляются оползни на контактах пород; зимой уголь, загружаемый в железнодорожные вагоны, смерзается, а на уступах образуются наледи; появляются деформации железнодорожного полотна, учащаются сходы подвижного состава с рельсов.

Осушительные мероприятия на разрезе «Северный», с которого началась разработка Экибастузского бассейна, проводились вначале по двум направлениям: осушение продуктивной толщи при помощи подземных дренажных выработок, пройденных вкрест простирания пород; осушение продуктивной и надпродуктивной толщ при помощи водопонижающих скважин, оборудованных глубинными насосами.

По проекту института Карагандагипрошахт (1948 г.) на разрезе «Северный» была сооружена подземная дренажная система I очереди осушения. Откачиваемая из дренажных шахт вода ( $360—560 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) через нагорную канаву поступала в соленое озеро Туз. В связи с тем что подземная дренажная система была заложена на небольшой глубине, где встречалась зона трещиноватости угля, угольные пласты осушались сравнительно хорошо, и в добычных забоях вода отсутствовала. Однако породы всяческого бока рабочего борта практически не дренировались, и на протяжении ряда лет на вскрышных уступах действовали рассредоточенные источники с суммарным дебитом до  $15—20 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Перепад уровней подземных вод в продуктивной толще и надугольных породах постоянно возрастал, достигая 10 м. Вследствие этого, а также из-за наличия в аргиллитово-алевролитовой толще «мыльных» хлоритизированных прослоек, переходящих под воздействием воды в полупластичное состояние, на рабочем борту имели место оползни.

В 1957 г. в связи с реконструкцией угольного разреза проектной конторой треста «Союзшахтоосушение» был разработан проект осушения разреза с помощью водопонижающих скважин, оборудованных артезианскими насосами АТН-8 и АТН-10.

Опыт осушения разреза «Северный» в первоначальный период освоения бассейна показал, что подземные горные выработки эффективно отбирали 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 падают, активность подземных выработок снижалась, и они становились даже безводными. Осушение с помощью водопонижающих скважин в условиях Экибастузского бассейна оказалось ненадежным и малоэффективным.

По проекту института Карагандагипрошахт для осушения нижних горизонтов до нулевой отметки была сооружена дренажная шахта № 1 («Новая»). Горизонтальные выработки, пройденные, главным образом, по угольной толще, оказались сухими: общий приток по ним не превышал  $3—5 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Было отмечено, что из старых разведочных и вентиляционных скважин, а также из подсеченных горными выработками на нулевой отметке водопонижающих скважин, превращенных в сквозные фильтры, поступление воды в подземные выработки значительно увеличилось, а уровни воды в угольных пластах быстро понижались.

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

В 1965 г. впервые в практике осушения угольных разрезов страны в подземных горных выработках дренажной шахты «Новая» станком СБТ-1М из специальных камер, обустроенных в штреках и квершлагах, были пробурены восстающие скважины: всего было пройдено 6 камер, а 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 дебитом  $25—30 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

В результате всех мероприятий по дренажу уровни подземных вод в пределах разреза снижались в среднем на 5 м в год, что обеспечивало нормальную работу добычных экскаваторов при среднегодовом углублении горных работ 4 м. Таким образом, наиболее рациональным способом осушения разрезов Экибастузского каменноугольного бассейна является дренажный комплекс, включающий подземные выработки и систему водосборных (одновременно выполняющих 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, как правило, водосборниками.

Открытый дренаж как самостоятельный и единственный способ осушения по ранее изложенным соображениям неприемлем для условий Экибастузских разрезов.

## 8. ОСУШЕНИЕ РАЗРЕЗА «СЕВЕРНЫЙ»

В связи с подработкой (вследствие проведения горных работ) дренажных выработок I очереди осушения Карагандагипрошахт совместно с ЦНИИгоросушением разработал проект дренажной системы II очереди.

Система осушения поля № 1, построенная в 1958—1963 гг., состоит из наклонного отвала и комплекса подземных горизонтальных выработок общей протяженностью около 3 км с уклоном 0,005 к водосборнику в руддворе на горизонте  $\pm 0$  м. Наклонный ствол (шахта «Новая») заложен в стационарном борту за предельным контуром его разноса на расстоянии 100—150 м и пройден под углом  $20—30^\circ$ , квершлаг — от почвы пласта 3 до кровли пласта 1. В руддворе сооружена насосная камера с насосами АНП-300. Все ранее пройденные водопонижающие и вентиляционные скважины были подсечены горизонтальными выработками с целью использования первых в дальнейшем в качестве сквозных фильтров. В процессе проходки и после нее подземные выработки оставались, в основном, сухими, вода поступала только в зоны перемятий. По всем вскрытым выработками скважинам вода поступала с довольно значительным притоком. Например, при вскрытии дренажно-вентиляционных скважин № 2 и № 3 водоприток достигал  $200 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

а производительность всей дренажной системы составляла в среднем  $311 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Для интенсификации осушения было заложено несколько кустов по 6—8 восстающих скважин диаметром 100—110 мм, пробуренных из специально сооруженных камер или непосредственно с подземных горизонтальных выработок станком СБГ-1М без крепления. Расположение скважин в каждом кусте в плане — радиальное с углом наклона  $30\text{—}70^\circ$  к горизонту, длина скважин 250—300 м, дебит — от 1,4 до  $30\text{—}40 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Разница в притоках обусловлена степенью обводненности вскрытых пород и числом подсеченных водоносных горизонтов. После бурения восстающих скважин в шахте «Новая» приток увеличился на  $40\text{—}50 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а уровень подземных вод за год понизился на 10—12 м. Наибольшее понижение оказалось в зоне влияния кустов восстающих скважин. В результате гидрогеологических наблюдений на глубине 40 м от подошвы угольного уступа был зафиксирован уровень воды, который ежегодно снижался на 5—6 м, т. е. дренажная система обеспечивала производство добычных работ в осушенных забоях.

Для осушения полей № 2 и № 3 разреза «Северный» институтом Карагандагипрошахт совместно с ЦНИИгоросушением были спроектированы (по аналогии с полем № 1) две обособленные подземные дренажные системы с пробуренными кустами восстающих скважин, а также водосбросными и вентиляционными скважинами большого диаметра. Однако учитывая целесообразность объединения всех разрозненных дренажных систем в единый дренажный комплекс, институт Карагандагипрошахт спроектировал единую дренажную систему осушения полей № 1—№ 3 при максимальном использовании ранее выполненных при строительстве осушительных выработок (рис. 4). Дренажный комплекс должен был обеспечить снижение уровня подземных вод до проектной глубины отработки всех полей разреза «Северный»,

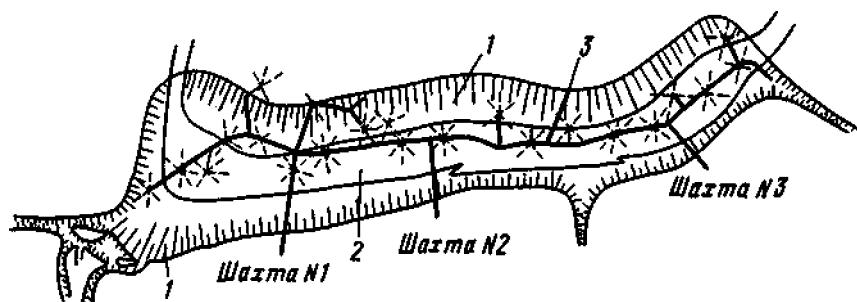


Рис. 4. Схема дренажной системы разреза «Северный»:  
1 — вскрышенная порода; 2 — уголь; 3 — подземные дренажные выработки с восстающими скважинами

т. е. до горизонта  $\pm 0$  м. Введение единой дренажной системы позволило создать централизованный водоотлив, сократить обслуживающий персонал и значительно снизить эксплуатационные затраты. Дренажная система рассчитана на ведение добычных работ в течение 25 лет. Общая длина выработок, пройденных в 1964—1970 гг., составляет 13,4 км.

В ходе строительства было допущено сокращение объема предусмотренных проектом работ: вместо 10 ортов выполнили всего 6, причем меньшей длины, чем проектные. Это существенно повлияло на увеличение обводненности, особенно на вскрышных уступах и в северной замковой части мульд. В целом, сооруженная на горизонте  $\pm(0 \div 15)$  м дренажная система обеспечила опережение осушения нижележащих угольных уступов на 1—2 года.

В настоящее время дренажными выработками полностью сдrenированы статические запасы воды в углях. Приток воды происходит, в основном, за счет динамических запасов и атмосферных осадков — на это указывают уменьшение притока воды в подземные выработки и стабилизация коэффициента водообильности (коэффициент водообильности за 1968—1985 гг. изменялся от 0,18 до 0,05 м<sup>3</sup>/т, причем в последние 5 лет он варьировал в пределах 0,08—0,05 м<sup>3</sup>/т).

Сработка статических запасов почти до отметки заложения горизонтальных дренажных систем снизила уровень и заметно увеличила уклон подземного потока в сторону выработанного пространства. Так как естественный сток тяготеет к озеру Экибастуз, то с нарушением естественного режима подземные воды стали перемещаться 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. При этом интенсификация процесса потерь воды озера все возрастает.

В настоящее время проводятся небольшие по затратам работы по борьбе с подземными водами, просачивающимися в отдельных местах рабочих бортов. Суть их заключается в организованном и быстром удалении этих вод с уступов с помощью канав, быстротокотков и перепуска на нижележащие осушенные угольные уступы. Кроме того, практикуется сброс воды через водосбросные скважины, пробуренные в подземные выработки. Предусмотрено также бурение наклонных самоизливающихся в сторону рабочего борта скважин.

В ближайшие годы система осушения на горизонте  $\pm(0 \div 15)$  м на разрезе «Северный» будет погашаться горными работами. Проектом реконструкции этого разреза для осушения более глубоких горизонтов предусматривается новая подземная система осушения, в комплекс которой входят подземные выработки, водосбросные скважины, водоотводные канавы и самоизливающиеся скважины (рис. 5).

Осушение рабочего борта надугольной толщи намечено осуществить с помощью самоизливающихся скважин, которые бурят станками СБГ-1М на рабочих уступах горизонтов +150 и +90 м кустами по 6 скважин (веерообразно) с углами заложения к горизонту 3—15°. Диаметр скважины 150 мм, глубина до 300 м, расстояние между кустами на уступе

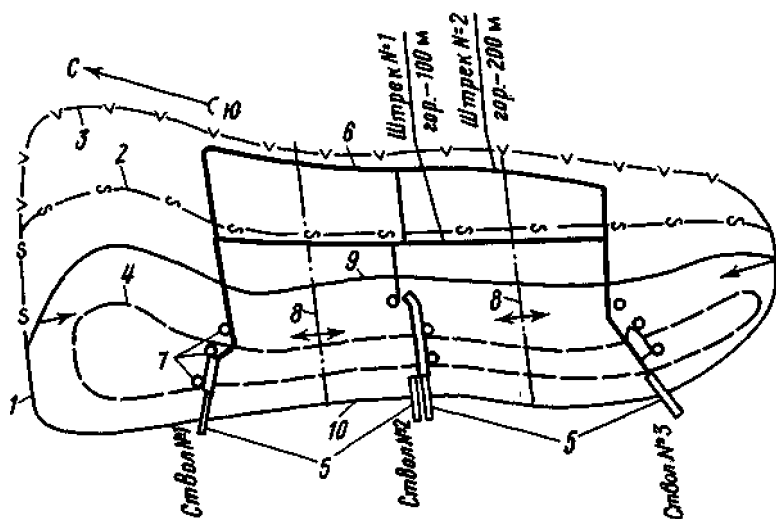


Рис. 5. Схема осушения глубоких горизонтов разреза «Северный»:

1—3—контуры разреза по поверхности на момент отработки горизонтов соответственно  $\pm 0$  м,  $-100$  м и  $-200$  м; 4—контур разреза по дну на момент отработки горизонта  $\pm 0$  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 борта

500—600 м. При отработке скважин в процессе горных работ бурение их на уступах возобновляется (в проекте—один раз в два года). Вода из самоизливающихся скважин по лоткам перепускается в водосбросные скважины, пробуренные на квершлагах, штреки и околоствольные дворы.

В период эксплуатации разреза в местах просачивания воды будет осуществляться бурение разгрузочных скважин глубиной 20—30 м для снятия гидростатического напора с последующим отводом воды в ближайшую водосбросную скважину по профилированным канавам, ливнеотводам и ливнесбросам на уступах. Эта же система необходима и для отвода воды при паводках и атмосферных осадках.

Подземная дренажная система III очереди предусматривает осушение разреза на период его отработки с горизонта  $\pm 0$  м и до горизонта  $-100$  м. Комплекс дренажных выработок состоит из штрека, проводимого в породах висячего бока и частично захватывающего продуктивную толщу на горизонте  $-200$  м, и трех квершлагов, вскрывающих штрек со стороны наклонных стволов № 1, № 2 и № 3. Квершлаг должен пересекать угольные пласты вкост простираения продуктивной толщи. Горизонт  $-200$  м вскрывается тремя наклонными стволами, заложенными в породах лежащего бока. Главная водоотливная установка, оборудованная тремя насосами типа 8МС-7, располагается в околоствольном дворе наклонного ствола № 2. Здесь же сооружают

водосборники вместимостью, обеспечивающей восьмичасовой нормальный приток воды, составляющий  $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Строительство всех дренажных систем предусмотрено с уклоном  $0,005$  в сторону рудвороствола № 2. Вода из шахты выдается на поверхность и сбрасывается в очистные сооружения, откуда перекачивается в озеро Туз.

Подземная дренажная система IV очереди предназначена для осушения разреза на период его отработки ниже горизонта  $-100 \text{ м}$  до горизонта  $-200 \text{ м}$  (см. рис. 5). Для этого предусмотрено удлинение 3 квершлага горизонта  $-200 \text{ м}$ , вскрывших штрек № 1 в направлении отработки рабочего борта разреза, и проходка штрека № 2. Системы дренажа и водоотлива аналогичны одноименным системам III очереди. Строительство IV очереди начнется примерно через 7 лет после начала эксплуатации III очереди. Согласно расчету по гидродинамическому методу прогнозный приток в дренажную систему разреза «Северный» на период отработки до горизонта  $-100 \text{ м}$  составит  $600 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а до горизонта  $-200 \text{ м}$  —  $580 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

## 9. 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 жибастузской мульды. Дренаж их осуществляется также подземным способом. На флангах поля на нерабочем борту пройдены наклонные стволы № 1 и № 2 до горизонта  $+20 \text{ м}$ , околоствольные дворы, водосборники и насосные камеры на горизонтах  $+120$  и  $+20 \text{ м}$ . На этих же горизонтах пройдены горизонтальные выработки — штреки и орты (рис. 6).

Дренажные выработки I очереди (горизонт  $+120 \text{ м}$ ) 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 II очереди, пройденными на горизонте  $+20 \text{ м}$  по угольным пластам 1—3. Дренажная система этого горизонта включает в себя: западный и восточный дренажные штреки суммарной протяженностью  $5 \text{ км}$ , пройденные, в основном, по пласту 2 (у стволов шахт и в районе антиклинали они вскрывают нижний пласт 3); четыре орта общей протяженностью  $400 \text{ м}$ ; три квершлага длиной  $700 \text{ м}$ .

Орты № 1—№ 3 пройдены вкрест простирания пород в направлении от висячего бока к лежащему в сторону нерабочего борта и вскрывают угольные пласты 2 и 3. Микрогоризонты пласта 1 вскрыты частично квершлагом в северо-западной части поля.

В начальный период эксплуатации разреза процесс осушения угольных пластов протекал весьма эффективно. Спустя два года после сдачи I очереди разреза уровни подземных вод находились на отметке  $+120 \text{ м}$ , а нижние угольные забои — на отметке  $+160 \text{ м}$ , т. е. на  $40 \text{ м}$  выше уровня подземных вод. Отбор подземных вод осуществлялся, в основ-

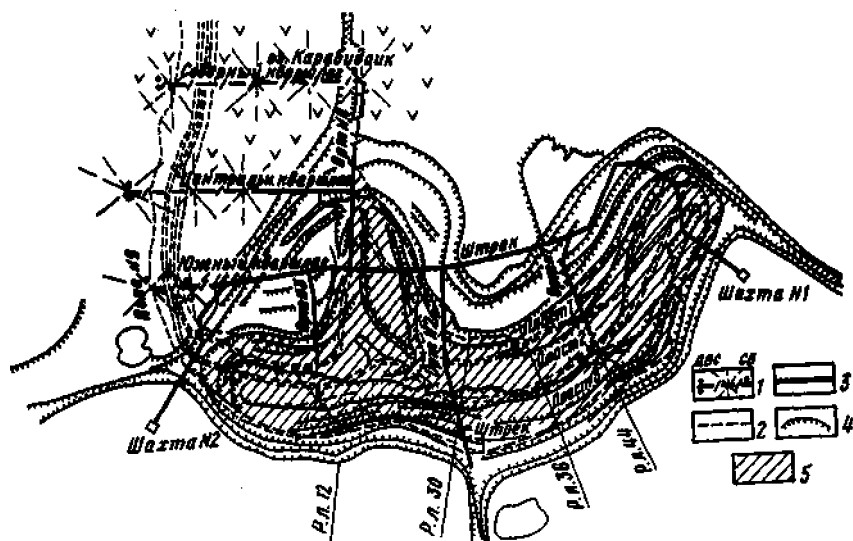


Рис. 6. Схема дренажных выработок разреза «Богатырь»:

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 — вскрышиная порода; 5 — уголь

ном, восстающими скважинами, пересекающими практически все водоносные микрогоризонты, и частично ортами.

Максимальные притоки воды в дренажные выработки, наблюдавшиеся в период интенсивной сработки статических запасов подземных вод, достигали  $350 \text{ м}^3/\text{ч}$ . По мере сработки статических запасов притоки в дренажные выработки уменьшались и к 1980 г. достигли уровня динамических ресурсов ( $120—150 \text{ м}^3/\text{ч}$ ). Примерно через 10 лет от начала ввода в эксплуатацию I очереди разреза притоки подземных вод изменялись от  $90 \text{ м}^3/\text{ч}$  в зимнее время до  $180 \text{ м}^3/\text{ч}$  в период паводка и ливневых дождей, когда часть поверхностного стока (в среднем  $124 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) с уступов перепускалась по водоспускным скважинам непосредственно в шахту.

В результате наблюдений было установлено, 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 по добыче угля. Несколько хуже осуществлялось осушение вскрышных пород. В северо-западной части, в районе антиклинальной складки на горизонтах 160 и 170 м вскрышными уступами были вскрыты водоносные микрогоризонты, представленные 14 угольными пропластками, залегающими выше основных угольных пластов. Влияние на них дренажной системы разреза «Богатырь» отсутствовало, т. е. область питания и распространения подземных вод этих микрогоризонтов связана с местами выхода их на поверхность, особенно с местами аккумуляции паводково-ливневых вод.

На основании результатов режимных гидрогеологических наблюдений на угольном разрезе «Богатырь» принято считать целесообразным использование действующей подземной осушительной системы и в дальнейшем, но 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, а также при низких фильтрационных свойствах водоносных пород осушение разреза может быть обеспечено только при вскрытии дренируемой толщи достаточным числом рассредоточенных дренажных устройств. С целью повышения эффективности осушения поля разреза «Богатырь» были проведены дополнительные мероприятия: удлинены орты № 1 и № 3 дренажного комплекса горизонта +20 м до почвы угольного пласта 3, вскрыты песчаники междупластья, залегающие в кровле пласта 4; с подошвы уступов в районе забоев пробурены по две скважины на орты для перепуска ливневых и талых вод к центральному водоотливному комплексу дренажной шахты; в конце орт заложены кусты из 6—8 восстающих скважин для снятия гидростатического напора на нерабочем борту разреза (см. рис. 6); удлинен на 900 м орт № 4; пробурены дренажные и водосбросные скважины для отбора воды из подсеченных ими водоносных микрогоризонтов во вскрышных породах и сброса просачивающейся из вскрышных уступов воды; предусмотрено заложение кустов восстающих скважин.

В ближайшие годы на разрезе «Богатырь» планируется 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 их осушения может быть только подземный способ, 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 осуществляется проходка трех квершлагов с сетью восстающих, дренажно-водосбросных и вентиляционных скважин (см. рис. 6).

Мероприятия по совершенствованию дренажной системы разреза «Богатырь» не исключают случаев просачивания воды в откосах вскрышных уступов, особенно в северо-западной части в районе озера Карабиданк. Поэтому для обеспечения нормальных условий ведения вскрышных работ в случае просачивания 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.

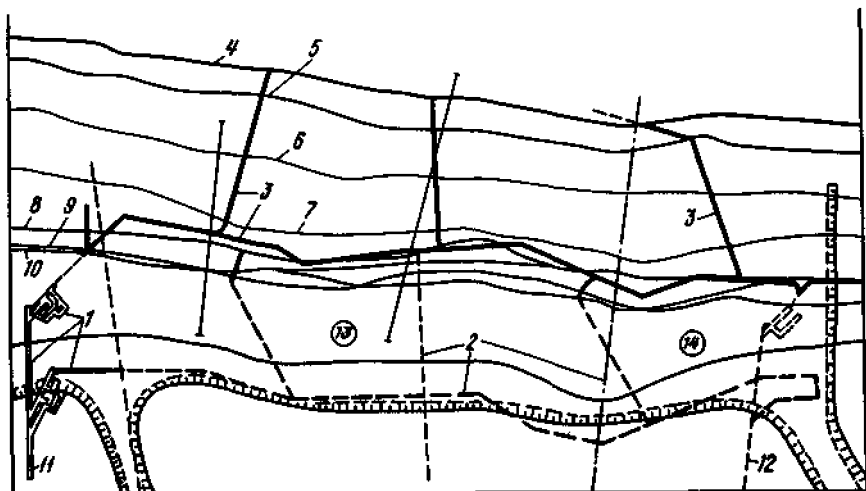


Рис. 7. Схема осушения разреза «Восточный»:

1, 2, 3 — выработки соответственно существующие на разрезе «Богатырь», проектируемые по углям, проектируемые по породе; 4, 5 — кровля и почва 1-го пласта (гор. +20 м); 6 — почвы пластов соответственно 2-го (гор. +20 м), 1-го (гор. +120 м), 3-го (гор. +20 м, кондиционный слой), 2-го (гор. +20 м); 7, 8, 9, 10 — почвы пластов соответственно 2-го (гор. +20 м), 1-го (гор. +120 м), 3-го (гор. +20 м), 2-го (гор. +20 м); 11, 12 — стволы наклонные соответственно № 1 разреза «Богатырь» и разреза «Восточный»; 13, 14 — разведочные поля № 7 и № 8

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

Разрез «Восточный» осушается также подземным способом. Дренажную систему, включающую в себя комплекс подземных горных выработок, восстающих и водопускных скважин, сооружают на горизонтах +120 и +20 м, которые вскрывают 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. 7).

Дренажные выработки горизонта +120 м обеспечивают осушение пород вскрыши на период строительства разреза и снятие гидростатического напора в стационарном борту разреза. С этой целью трассу штрека проходят на расстоянии 30—40 м по нормали от почвы угольного пласта 3 в породах междупластья пластов 3 и 4. Сооружают 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 горизонта +20 м проводят по угольному пласту 3 с целью осушения пород вскрыши и продуктивной толщи. Здесь также сооружают околоствольный двор с водоотливным комплексом у наклонного ствола разреза «Восточный», 6 ортов и квершлаг от штрека к вентиляционным скважинам главного проветривания диаметром 800 мм. Кроме этого производят частичную реконструкцию околоствольного двора наклонного ствола шахты № 1 разреза «Богатырь». Общий уклон всех выработок выдерживают в направлении водоотливного комплекса у наклонного ствола разреза «Восточный».

Водоспускные скважины (диаметром 600 мм) бурят с поверхности каждой нарезаемой разрезной траншеи на орты, штреки и квершлаг. Бурение дренажно-восстающих скважин осуществляется из специальных камер, пройденных с интервалом 300 м в подземных горных выработках — штреках, квершлагах, ортах. Из каждой камеры веерообразно бурят 6 скважин диаметром 150 мм и длиной до 300 м (без крепления обсадными трубами).

Выдача дренажных вод на поверхность осуществляется с горизонта +120 м по водоотливным скважинам, пробуренным с поверхности на трубный ходок горизонта, с горизонта +20 м — по трубопроводам, проложенным по наклонному стволу разреза «Восточный». На случай возможного затопления водоотливных устройств ливневыми и паводковыми водами предусмотрена изоляция дренажного штрека горизонта +120 м с обеих сторон и околоствольного двора горизонта +20 м у наклонного ствола разреза «Восточный» водонепроницаемыми перемычками с регулируемым выпуском воды (по подаче насосных установок). Нормальный приток воды составляет  $315 \text{ м}^3/\text{ч}$  на каждом водоотливном горизонте. Производительность каждой водоотливной установки рассчитана с учетом ливневого и паводкового притоков, поэтому в каждой насосной камере проектом предусмотрена установка 5 насосов типа ЦНС-300 с электрооборудованием во взрывобезопасном исполнении.

Откачиваемая с разреза «Восточный» вода по трубопроводу направляется в озеро Акбиданк (см. рис. 3).

## **10. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДРЕНАЖНЫХ РАБОТ**

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

Обводненность угольных разрезов Экибастузского бассейна обусловлена, в основном, подземными водами угольных пластов и покрывающих их пород, образующими 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 особое внимание обращалось на глубину и углы залегания полезного ископаемого, климатические условия, объем и технологию добычи угля на разрезах, однако решающими факторами стали слабая водоотдача пород и весьма ограниченная эффективность дренажа по площади, что требует развития достаточно широкой сети дренажных устройств. Последними факторами обусловлен также отказ от осушения водопонижающими скважинами, при этом сооружение и, особенно, эксплуатация большого числа глубоких малодебитных скважин, производительность которых к тому же со временем падает, в суровых климатических условиях экономически неоправданны.

Подземные горные выработки (штреки, квершлаг, орты) в качестве самостоятельных дренажных устройств являются мало эффективными при заложении их на глубоких горизонтах, так как водообильность и фильтрационные свойства продуктивной толщи и надугольных пород с глубиной заметно уменьшаются. Кроме того, при пологом залегании пластов обеспечить подсечение всех микрогоризонтов подземными горными выработками при сравнительно ограниченном их количестве весьма трудно (практически невозможно).

Наиболее эффективно в гидрогеологических условиях Экибастузского угольного бассейна осушение с помощью подземного дренажного комплекса, включающего в себя 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 лишь 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 затем вместе с подземными водами выдаются на поверхность. Водонепроницаемые перемычки и регулируемый по подаче насосов водовыпуск через них исключают подтопление водоотливных установок и руддвора во время весенних паводков и летне-осенних дождей.

Подземный дренаж обеспечил опережающее осушение угольных пластов: среднестатистический уровень подземных вод всегда ниже уровня горных работ. Эскаваторы на угольных разрезах работают в сухих забоях. Влажность товарного угля в целом по ПО «Экибастузуголь» составила в 1970 г. 6,3%, 1975 г.—5,8%, 1980 г.—5,7% и 1985 г.—5,1%. Смерзаемости угля в железнодорожных вагонах по этой причине не наблюдалось, следовательно, отпала необходимость в проведении дополнительных мероприятий по борьбе с ней. Было обеспечено хорошее состояние почвы и кровли уступов по проходимости (передвижению) горно-транспортного оборудования. Не наблюдалось, по

## Показатели эффективности подземного способа осушения

| Показатель                                                | ПО «Эки-<br>бастуз-<br>уголь»<br>в целом | В том числе разрезы |            |             |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|------------|-------------|
|                                                           |                                          | «Северный»          | «Богатырь» | «Восточный» |
| Коэффициент водообильности, м <sup>3</sup> /т             | 0,03                                     | 0,05                | 0,02       | —           |
|                                                           | 0,03                                     | 0,05                | 0,03       | —           |
|                                                           | 0,045                                    | 0,055               | 0,035      | 0,068       |
| Количество воды, откачиваемой за 1 ч, м <sup>3</sup>      | 250                                      | 128                 | 122        | —           |
|                                                           | 330                                      | 130                 | 200        | —           |
|                                                           | 455                                      | 126                 | 219        | 110         |
| Общие годовые эксплуатационные затраты, тыс. р.           | 627,6                                    | 213,5               | 414,1      | —           |
|                                                           | 998                                      | 338,6               | 659,4      | —           |
|                                                           | 1175,3                                   | 821,9               | 313,4      | —           |
| Удельный вес затрат на дренаж в себестоимости 1 т угля, % | —                                        | 2                   | 2          | —           |
|                                                           | —                                        | 1,1                 | 2          | —           |
|                                                           | 0,7                                      | 2,9                 | 1,1        | —           |
| Число рабочих, занятых на осушении                        | 56                                       | 29                  | 27         | —           |
|                                                           | 106                                      | 27                  | 79         | —           |
|                                                           | 103                                      | 75                  | 28         | —           |

Примечание. Значения каждого показателя приведены в динамике по годам — соответственно 1980, 1985 и 1990.

существо, случаев оползневых явлений в бортах разрезов, т. е. состояние стационарных бортов вполне удовлетворительное. Таким образом, в определенных условиях, как это имеет место в Экибастузском угольном бассейне, подземный способ эффективен и экономически оправдан.

Эксплуатационные затраты на осушение разрезов ПО «Экибастуз-уголь» в 1988 г. составили 1175,3 тыс. р., а удельный вес затрат на дренаж в себестоимости 1 т угля составил всего 0,7% (табл. 4). Следовательно, эксплуатационные затраты на осушение экибастузских разрезов подземным способом относительно невелики.

Проведенные исследования и анализ опыта по осушению экибастузских разрезов подземным способом свидетельствуют о том, что чем больше 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 положительные стороны данного способа, его можно рекомендовать в качестве основного способа осушения на ряде угольных бассейнов страны в условиях открытых горных работ.

## Глава 4

### ВСКРЫТИЕ КАРЬЕРНЫХ ПОЛЕЙ

#### 11. ВСКРЫТИЕ РАЗРЕЗА «СЕВЕРНЫЙ»

Объединенный разрез «Северный» создан на базе уже действующих вскрышных разрезов «Южный» и «Северный» и угольного разреза «Центральный». В настоящее время угольный комплекс объединенного



разреза отрабатывает участки № 1—№ 3 и частично № 4, вскрыша в пределах участков отрабатывается вскрышными разрезами (техническими единицами).

Поле участка (разреза) № 1 было вскрыто разрезной траншеей и внешними—породной и угольной—выездными траншеями. Обе выездные траншеи примыкали к северному торцу разрезной траншеи на горизонте второго уступа: 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.

Вскрытие участка (разреза) № 2 произведено фланговой угольно-породной выездной траншеей, заложенной на южной границе участка вкрест простирания пластов, и разрезной траншеей, пройденной по кровле пласта 1. Выездная траншея обеспечила транспортную связь рабочих уступов с углесборочной станцией Ударная и породной—Западная.

Вскрытие участка (разреза) № 3 осуществлялось в комплексе с полем участка № 2 общей капитальной выездной траншеей и фланговой выездной траншеей для вывоза вскрышных пород восточного борта.

В ходе эксплуатации и последующей реконструкции разрезов № 1—№ 3 с доведением их мощности до 20 млн т угля в год указанные схемы вскрытия несколько изменились. Так, угольные уступы участка № 1 были вскрыты путем проведения новой двухпутной выездной траншеи. Для развязки грузопотоков угля и породы западного борта в разных уровнях через угольную выездную траншею соорудили путепровод на два пути. Двухпутным выполнен и путепровод через старую угольную выездную траншею. Все поле разрезов № 1, № 2 и № 3 было разделено на два добычных участка: участок № 1 (поле разреза № 1) и участок № 2 (поля разрезов № 2 и № 3). Каждый участок имел отдельную трассу съездов: трасса участка № 1 примыкала к новой угольной выездной траншее на северном фланге поля, а две трассы участка № 2 примыкали к угольной выездной траншее разрезов № 2 и № 3 в центре участка.

В настоящее время осуществляется реконструкция всех трех разрезов, объединенных в один разрез «Северный», с доведением его мощности до 26 млн т. Проектная схема вскрытия объединенного разреза приведена на рис. 8.

Добычные горизонты вскрывают трассой многоступенчатых тупиковых съездов с двухсторонним примыканием железнодорожных путей, трассы которых расположены на западном борту разреза. Часть трассы, уложенной на стационарном борту, является постоянной.

В настоящее время нижние вскрышные горизонты восточного борта южной части поля разреза вскрывают скользящими съездами, примыкающими к передвижной трассе железнодорожных путей станции Карабидаик. Укладка стационарной трассы железнодорожных путей на западном борту южной части поля разреза сдерживается отставанием проводимых здесь горных работ, поэтому в начальный период реконструкции проектом предусмотрена отработка внешней вскрыши восточного борта в северной и центральной частях поля разреза. Это позволит максималь-

но сохранить существующие передвижные трассы железнодорожных путей, вскрывающих нижние горизонты, сконцентрировать горные работы по ликвидации отставания вскрыши на западном борту в южной части поля разреза и ускорить строительство постоянных трасс железнодорожных путей, вскрывающих нижние горизонты южной части поля разреза.

Для освоения проектной мощности вскрывают горизонты  $\pm 0$  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.

Вскрытие вскрышных горизонтов участка № 4 предусмотрено породной выездной траншеей внешнего заложения, которая в настоящее время построена и уже функционирует. Примыкание северной границы участка № 4 к фронту горных работ разреза позволяет осуществлять доставку угля по существующим транспортным коммуникациям через посты 12 и 11 на станцию Связующая и далее на станцию Трудовая (см. рис. 8).

## 12. ВСКРЫТИЕ РАЗРЕЗА «БОГАТЫРЬ» И УЧАСТКА № 9

Размеры поля разреза «Богатырь» в плане: по простиранию — 4,5 км, вкrest простирания пластов — 3,8 км. Проектная глубина отработки 250 м. Поле разреза характеризуется наклонным залеганием пластов

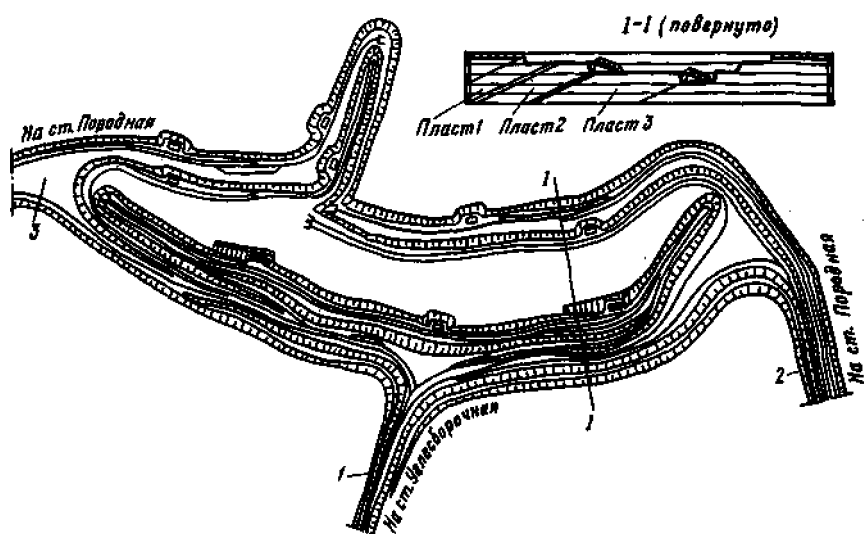
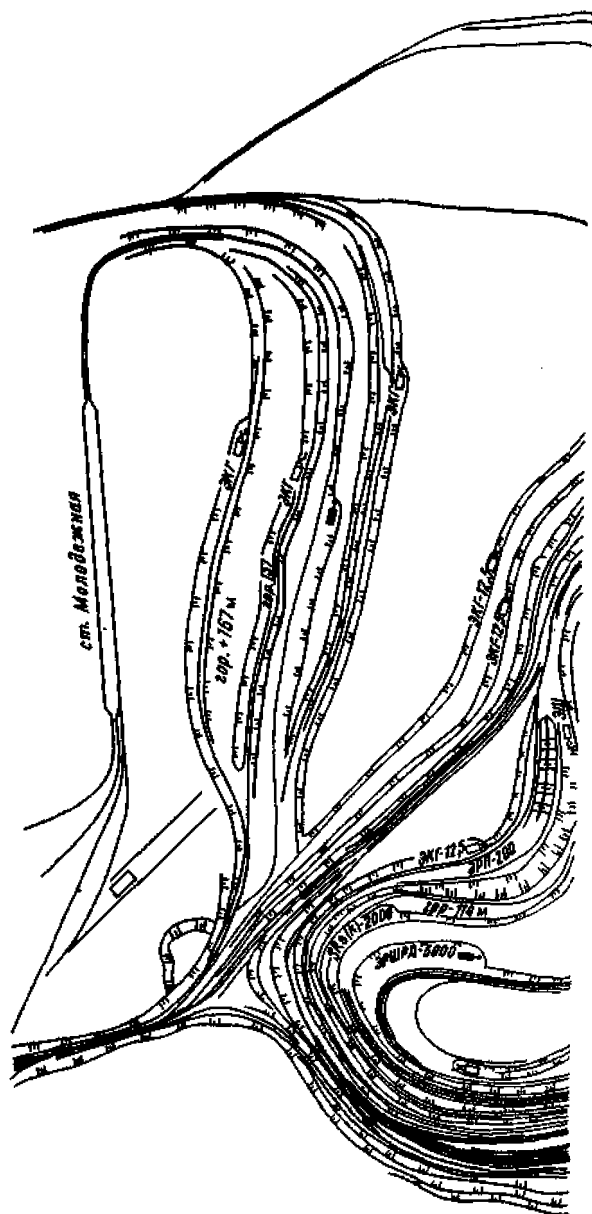
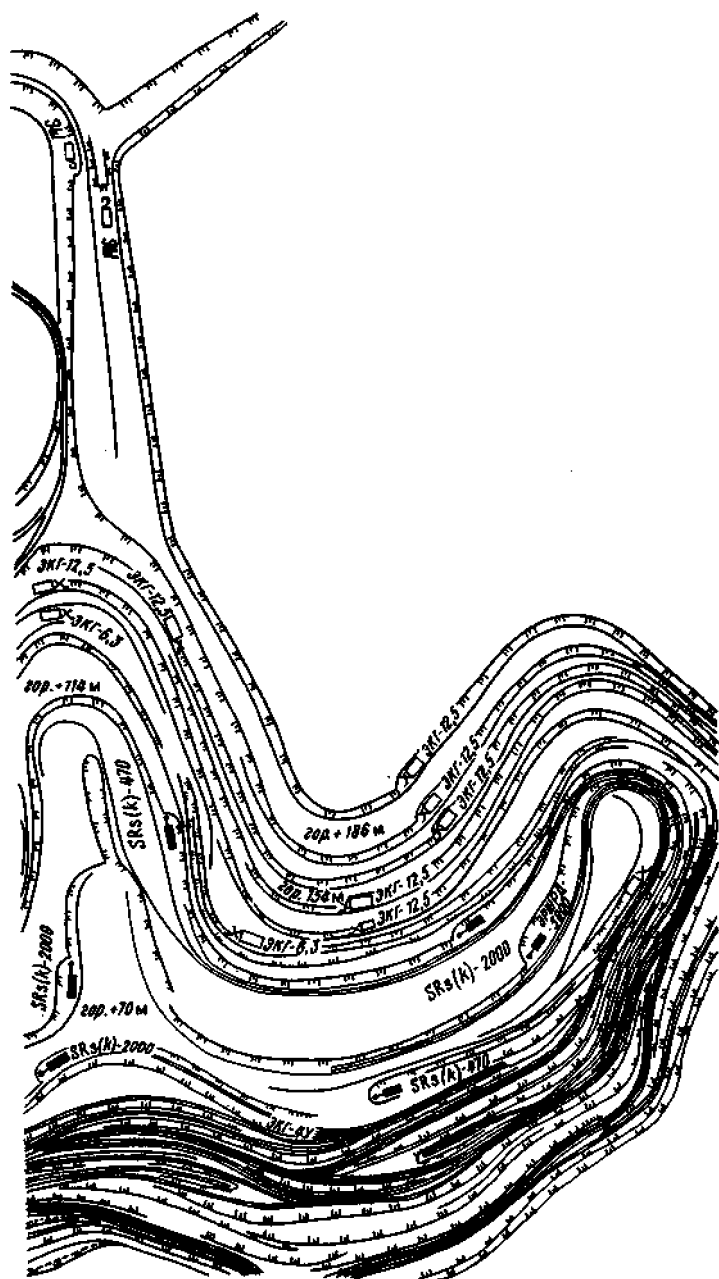


Рис. 9. Схема вскрытия рабочих горизонтов (до гор.  $+70$  м) разреза «Богатырь»: 1 — центральная угольная траншея; 2, 3 — фланговые породные траншеи

Рис. 10. Схема вскрытия горизонта +70 м и участка № 9 разреза «Богатырь»





(8—20°), поэтому ведут отработку только северного (висячего) борта, а южный (лежащий) борт является стационарным. Значительная горизонтальная мощность пластов (400—1000 м) обусловила их интенсивную отработку путем выемки несколькими горизонтами одновременно.

Схему вскрытия разреза «Богатырь» определили исходя из принятой транспортной технологии (вывоз угля железнодорожным транспортом 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. 9).

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 на участках № 5 и № 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.

По мере углубления горных работ, обусловленного наклонным залеганием пластов, проектом предусматривалось вскрытие нижележащих породных уступов постоянными съездами с многократным изменением направления движения поездов и обустройством внутрикарьерных железнодорожных путей со смешанными угольно-породными потоками, управляемыми одним диспетчером с поста ЭЦ. В связи с этим специалистами ПО «Экибастузуголь» совместно с учеными Московского горного института были проведены исследования, по результатам которых институт Карагандагипрошахт выполнил проектные проработки новой схемы вскрытия с разделением потоков угля и вскрышных пород за счет сооружения дополнительных породных траншей со стороны рабочего борта разреза. Эта схема реализована в проекте реконструкции разреза «Богатырь».

В настоящее время на разрезе «Богатырь» отрабатываются три добычных горизонта. Дальнейшее наращивание объемов добычи угля на этом разрезе, сдерживаемое темпами подготовки новых горизонтов и пропускными способностями железнодорожных коммуникаций, возможно за счет вовлечения запасов на новых участках и интенсификации отработки вскрышных горизонтов.

Исходя из этого Карагандагипрошахтом разработан проект вскрытия и подготовки горизонта +70 м и участка № 9 разреза «Богатырь» без изменения проектной мощности самого разреза, но 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 здесь колеблются от 45 до 85°. При погружении на глубину 130—150 м

наблюдается постепенное выполаживание пластов, а в донной части они залегают практически горизонтально.

Новый добычный горизонт +70 м вскрыт с использованием существующей трассы железнодорожных путей и вновь предусматриваемых постоянных съездов с горизонта +94 м на горизонт +70 м с тупиковыми постами № 20 и № 21 на горизонте +70 м (рис. 10). Так как с углублением горных работ на участке № 9 нарушается прямая железнодорожная связь верхних горизонтов участка № 5 со станцией Степная, в районе антиклинали предусмотрено сооружение выездной породной траншеи для вскрытия верхних горизонтов участка № 5 железнодорожным транспортом.

На момент сдачи участка № 9 в эксплуатацию вскрытие добычного горизонта (+170 м) предусматривается угольной выездной траншеей внешнего заложения и разрезной траншеей. Для вскрытия добычных уступов ниже горизонта +170 м предусмотрено строительство постоянной трассы железнодорожных путей с внутрикарьерными угольными станциями, которые будут сооружаться на горизонте, расположенном выше отметки добычных работ, на период, равный сроку его отработки.

### 13. ВСКРЫТИЕ РАЗРЕЗА «ВОСТОЧНЫЙ»

Поле разреза «Восточный» протяженностью 2,8 км расположено в пределах разведочного участка № 7 и частично участка № 8. Оно характеризуется наклонным залеганием пластов (от 17 до 30°) с постепенным выполаживанием их при углублении.

Проектом принята одновременная отработка двух добычных уступов от почвы пласта 3 к кровле пласта 1 горизонтальными слоями (уступами) высотой 20 м. На момент сдачи разреза в эксплуатацию предусмотрено вскрытие добычных горизонтов тремя угольными конвейерными подъемниками (центральным, южным и северным), расположенными на восточном нерабочем борту разреза. Кроме того, с целью обеспечения возможности дальнейшего перехода на отработку запасов угля с перемещением фронта добычных уступов по простиранию угольных пластов намечено вскрытие добычных горизонтов четвертой (резервной) наклонной траншеей.

По мере отработки запасов угля и пород внешней вскрыши в торцовой (северной) части поля участка проектом рекомендуется углубление выездной траншеи до горизонта +130 м, что позволит отрабатывать рабочие горизонты восточного борта (до горизонта +130 м) с транспортированием вскрышных пород через породную станцию участка № 9.

С нарушением транспортной связи вскрышных уступов участка № 5 со станцией Степная будет происходить снижение нагрузки на последнюю. Для сохранения нагрузки при вскрытии вскрышных уступов ниже горизонта +130 м восточного борта участка № 9 предусмотрена постоянная трасса железнодорожных путей, примыкающих к породной





внешней вскрыши разреза «Богатырь» через рабочие горизонты разреза «Восточный», 3 верхних вскрышных горизонта разреза «Богатырь» дополнительно вскрывают обходной траншеей с примыканием транспортных коммуникаций к породной станции разреза «Восточный». В последующие годы обходной траншеей намечается вскрыть 6 вскрышных горизонтов разреза «Богатырь». Местоположение обходной траншеи определено из расчета сохранения ее в эксплуатации не менее 15 лет. Спустя 14 лет эксплуатации разреза горные работы достигнут глубины 210 м, поэтому в последующий период вскрышные горизонты +130 м должны быть вскрыты системой стационарных съездов, расположенных на восточном борту разреза. Принципиальные решения по вскрытию добычных и вышележащих вскрышных горизонтов сохраняются и далее в процессе эксплуатации.

## **Глава 5**

# **РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ**

## **14. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ 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 — в пределах 48—49%. Средняя мощность внутрипластовых породных прослоек в пластах 1, 2 и 3 соответственно 3, 4 и 3,5 м, а число породных прослоек — соответственно 10—20, 30—60 и 100—180. Соппротивление угля и внутрипластовых породных прослоек копанию роторными экскаваторами достигает 2,5—3,5 МПа и более. При разработке угли имеют склонность к образованию больших кусков.

По структурно-прочностным показателям в пределах угольного массива можно выделить: участки геологических нарушений, для которых характерна исключительно мелкотрещиноватая 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.

По данным исследований наиболее эффективна разработка угольных пластов по транспортной технологии с применением роторных экскаваторов с повышенными усилиями копания. Пласты отрабатываются горизонтальными слоями, принимающими форму уступов. Мощность слоя и число одновременно отрабатываемых слоев ограничены условиями, применяемой технологией и типом оборудования. Положение рабочей зоны непрерывно меняется. В настоящее время технология ведения добычных работ предусматривает селективную отработку пластов с постепенным переходом на валовую выемку.

Применяют 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 лежащего бока залежи (почва пласта 3), или по породам висячего бока (кровля пласта 1), или по залежи полезного ископаемого (междупластье пластов 2 и 3).

Чтобы обеспечить внутрикарьерное усреднение отгружаемого угля по зольности и правильную отработку запасов, необходимо одновременно обрабатывать несколько пластов. Несмотря на большие мощность и величину вскрытых запасов, число одновременно отработываемых добычных уступов по разным пластам и темпы подвигания горных работ увязаны с объемами запасов и качеством угля по отдельным пластам.

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 с отработкой пластов в трех направлениях. При схеме отработки со стороны почвы пласта 3 к кровле пласта 1 определяющее значение (с точки зрения темпов подвигания и углубления горных работ) будет иметь пласт 3. При отработке от кровли пласта 1 к почве пласта 3, а также от междупластья пластов 2 и 3 определяющими являются пласты 1 и 2. Темпы подвигания добычных работ на различных по мощности и качественному составу пластах должны быть увязаны по соотношению величин мощности пластов, отработываемых в данный период времени.

Целесообразность применения той или иной технологической схемы разработки, выбранной по условиям залегания мощных сложноструктурных 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.

Объемы внешней вскрыши увеличиваются при изменении направления отработки от лежащего бока залежи к висячему. Так, например, по разрезу «Богатырь» при одной и той же структуре комплексной механизации на глубине 130 м при отработке со стороны лежащего бока текущее значение коэффициента вскрыши равно  $0,99 \text{ м}^3/\text{т}$ , при отработке со стороны висячего бока —  $1,36 \text{ м}^3/\text{т}$ , при отработке залежи полезного ископаемого —  $1,14 \text{ м}^3/\text{т}$ .

Для разрезов с большими карьерными полями и значительной производственной мощностью очень важно обоснование схем вскрытия, которые тесно связаны с технологической схемой разработки (вскрывающие выработки, транспортные линии, объемы горно-капитальных работ, скорость транспортирования и т. д.). Комплексный метод оценки различных вариантов технологических схем разработки позволил выбрать наиболее рациональное направление ведения горных работ и 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 и 2, один — по пласту 3) роторными экскаваторами типа ЭРП-1250 и SRs(k)-470. Ниже глубины 200 м предусматривается постепенный переход на отработку пластов роторными экскаваторами ЭРП-2500 со стороны почвы пласта 3, так как залегание пластов становится пологим, и горизонтальная мощность их 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 и 2) роторными экскаваторами ЭРП-2500 и SRs(k)-2000.

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

## **15. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПЕРВЫХ ОБРАЗЦОВ РОТОРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ**

Опыт применения роторных экскаваторов на выемке крепких каменных углей в мировой горной практике отсутствовал, поэтому на экибастузских разрезах в 1961—1972 гг. были впервые проведены промышленные испытания и опытная эксплуатация нескольких типов роторных экскаваторов с различным рабочим оборудованием — гравитационным, центробежным и цилиндрическим. При организации и проведении этих работ учитывали, что по сопротивляемости разработке роторными экскаваторами экибастузский уголь близок к крепким бурым и каменным углям месторождений восточных районов СССР. Это, а также суровые климатические условия создали предпосылки для возможного применения роторных экскаваторов, успешно прошедших испытания в Экибастузе и на других перспективных разрезах востока страны. Опытная эксплуатация добычных роторных экскаваторов в сочетании с научно-исследовательскими работами должна была выявить пути и методы оптимизации параметров машин с учетом необходимости разработки сложноструктурных пластов. Для этого были привлечены УкрНИИпроект, ИГД им. А. А. Сковинского, МГИ, ЦНИИС Минтрансстроя и др.

Целью экспериментальных исследований работы роторных экскаваторов было определение возможности применения машин разных конструкций с различными типами рабочих органов на добыче крепких углей, их работоспособности, а также выбор рациональных параметров и технологических схем разработки, конструктивное усовершенствование основных узлов.

*Результаты промышленных испытаний экскаваторов РЭ-1, РЭ-2, РЭ-2Ц.* В 1961—1969 гг. были проведены промышленные испытания первых образцов роторных экскаваторов РЭ-1, РЭ-2 и РЭ-2Ц.

## Технические характеристики роторных экскаваторов типа РЭ

| Типоразмер экскаватора .....                                                                                   | РЭ-1 | РЭ-2       | РЭ-2Ц |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|-------|
| Теоретическая производительность по<br>рыхлой массе при расчетном усилии копа-<br>ния, м <sup>3</sup> /ч ..... | 500  | 700        |       |
| Расчетный коэффициент сопротивления<br>копанию, МПа .....                                                      | 1,6  | 1,02       | 1     |
| Высота разрабатываемого уступа, м .....                                                                        | 11,5 | 11         | 12,2  |
| Диаметр ротора, м .....                                                                                        | 3,3  | 4          | 2,5   |
| Число ковшей .....                                                                                             | 7    | 10         | 6     |
| Вместимость ковша, м <sup>3</sup> .....                                                                        | 0,12 | 0,146      | 0,17  |
| Мощность привода ротора, кВт .....                                                                             |      | 175        |       |
| Ширина ленты конвейера, м .....                                                                                | 0,9  | 1          |       |
| Тип ходовой части .....                                                                                        |      | Гусеничный |       |
| Среднее давление на грунт, МПа .....                                                                           | 0,2  | 0,21       | 0,2   |
| Масса экскаватора, т .....                                                                                     | 201  | 215        | 206   |

Основным положительным результатом испытаний явилось подтверждение принципиальной возможности применения роторных экскаваторов на разработке крепких углей.

Экспериментальные исследования экскаваторов РЭ-1, РЭ-2 с гравитационными рабочими органами и РЭ-2Ц с цилиндрическим ротором в условиях экибастузских разрезов показали, что сопротивление копанию при разработке угольного массива изменяется в довольно широких пределах — от 0,46 до 2,85 МПа, а удельная энергоемкость — от 0,43 до 2,56 МДж/м<sup>3</sup>. При этом значительные колебания нагрузок на рабочих органах сопровождались резким увеличением динамических нагрузок, что снижало прочность конструкций узлов машин и вызывало их поломку.

*Промышленные испытания роторного экскаватора ЭРГ-400Д с гравитационным и центробежным рабочими органами.* Проведенные промышленные испытания и экспериментальные исследования экскаваторов РЭ-1, РЭ-2 и РЭ-2Ц обосновали необходимость создания роторного экскаватора ЭРГ-400Д, который был изготовлен ДМЗ им. ЛКУ на базе вскрышной машины ЭРГ-400.

В 1966 г. на разрезе «Центральный» начали промышленные испытания опытного образца экскаватора ЭРГ-400Д. В период испытаний были выявлены его основные недостатки: невозможность двухсторонней (челноковой) схемы работы машины из-за малого угла (36°) поворота ротора до встречи забоем с правой стороны; недостаточная приспособленность к погрузке угля и породных прослоек в железнодорожные вагоны (при использовании двухколейных путей ширина заходки уменьшается с 25 до 19 м); жесткость конструкции экскаватора недостаточна для реализации усилия копания, необходимого для разработки крепкого экибастузского угля.

В 1966 — 1967 гг. ЦНИИСом Минтрансстроя СССР, ДМЗ им. ЛКУ, ПО «Экибастузуголь» были проведены испытания различных типов исполнительных органов, в результате которых выявили, что наиболее эффективным рабочим органом гравитационного типа для 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, максимально снижаются.

Результаты испытаний экскаватора ЭРГ-400Д показали, что он больше соответствует условиям добычных работ, чем экскаваторы РЭ-1, РЭ-2 и ЭРГ-350/100-2М, так как при его создании был учтен уже накопленный опыт применения роторных экскаваторов на разработке крепких углей, выявлена конструкция рабочего органа, наиболее соответствующая условиям добычных работ Экибастузского бассейна.

Промышленная эксплуатация экскаватора ЭРГ-400Д подтвердила целесообразность применения роторных экскаваторов для разработки крепких углей. Необходимо отметить, что экскаватор ЭРГ-400Д, в отличие от своих предшественников, явился первым образцом отечественного добычного роторного экскаватора, успешно прошедшим опытную эксплуатацию и принятым Государственной межведомственной комиссией.

В июле 1969 г. 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 данного рабочего органа, начатые в августе 1969 г., показали, что сопротивление копанью при разработке угля составляет 0,8—1,2 МПа, породы — 1,9÷2,2 МПа.

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

Данные исследований и опыт эксплуатации центробежного ротора на экскаваторе ЭРГ-400Д свидетельствуют о некоторых 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 ее производительность, удельное усилие, либо радиус копания. Вследствие уменьшения сечения стружки и повышения скорости резания значительно снижается кусковатость экскавируемого материала. 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 против 24,2 м) ширина заходки возросла с 24 до 26,8 м, соответственно увеличился шаг передвижки железнодорожных путей.

В то же время, как показали результаты испытания, рабочий орган с центробежной разгрузкой не лишен существенных недостатков: рост энергоемкости экскавации, снижение производительности, увеличение динамичности при работе горизонтальными стружками, повышенное пылеобразование и др.

В декабре 1970 г. опытно-промышленный образец центробежного рабочего органа был принят Государственной межведомственной комиссией в промышленную эксплуатацию. Применение рабочего органа с центробежной разгрузкой обеспечивает производительность экскаватора 1400 т/ч при сопротивлении копания до 1,2 МПа и 1000 т/ч при сопротивлении 1,6 МПа.

*Промышленные испытания роторного экскаватора ЭРП-1250.* В первом полугодии 1974 г. УкрНИИпроектом и объединением «Экибастузуголь» были проведены промышленные испытания опытного образца роторного экскаватора ЭРП-1250 производства ДМЗ им. ЛКУ. В результате испытаний установили, что основные геометрические параметры его соответствуют технико-экономическим требованиям и паспортным данным. Экскаватор был принят в эксплуатацию государственной приемочной комиссией, но при этом были разработаны мероприятия по доводке машины, повышающие ее эксплуатационные качества. Главные из них: снижение амплитуды колебания напряжений, 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. Реализация этих мероприятий обеспечила более высокую эксплуатационную надежность экскаватора и его эффективность при разработке горной массы повышенной крепости.

*Промышленные испытания экскаватора SRs(k)-470.* В 1969 г. начались промышленные испытания первого роторного экскаватора SRs(k)-470 (Германия), созданного на базе серийного экскаватора SRs-470. В новой модели 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. Предполагалось, что, внеся вышеуказанные конструктивные изменения и увеличив мощность привода ротора до 500 кВт, можно достичь усилия копания, характеризующегося коэффициентом сопротивления копания 2,1—1,7 МПа, при производительности 1100—1400 м<sup>3</sup>/ч и обеспечить эффективную разработку крепких углей. Однако результаты испытания не подтвердили этого.

Промышленные испытания экскаваторов SRs(k)-470 с целью оценки соответствия этих машин контрактным условиям и эффективности их применения на разработке крепкого каменного угля были проведены ПО «Экибастузуголь» и УкрНИИпроектом. В результате испытаний определили энергетические и динамические характеристики рабочих нагрузок приводов и силовые характеристики металлоконструкций трех экскаваторов SRs(k)-470 с заводскими номерами 393, 395 и 396. Наблюдения за работой экскаваторов SRs(k)-470 позволили выявить их основные недостатки и выработать рекомендации по устранению последних.

С момента приема в эксплуатацию (август 1970 г.) экскаватором SRs(k)-470 № 393 осуществляли экскавацию только предварительно разрыхленной взрывом горной массы (как и другими машинами такого

типа). Максимальная месячная производительность экскаватора составила 421 тыс. т. Несмотря на длительные простои машины, связанные с испытанием, экспериментальными исследованиями и реконструкцией отдельных узлов, в 1970 г. экскаватором отгрузили более 2300 тыс. т угля и 76 тыс. м<sup>3</sup> породы.

При экскавации взорванного угля значительно снижаются динамические нагрузки на основные узлы экскаватора, увеличиваются сроки 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. Резкое снижение показателей работы экскаватора при разработке целика вызвано его основными конструктивными недостатками: малые жесткость конструкции экскаватора и прочность его отдельных узлов; недостаточный коэффициент запаса (порядка 1,25) предохранительной муфты привода ротора; статически неопределенная относительно вертикальных нагрузок схема опирания экскаватора на опорную поверхность, что приводит к раскачке машины при разработке целика.

Указанные недостатки не позволили длительно реализовывать установленную мощность привода ротора, а следовательно, и расчетное усилие копания, вследствие чего возникали частые отказы, и в результате были получены относительно низкие эксплуатационная производительность и технико-экономические показатели экскаватора при разработке крепкого каменного угля. Поэтому в конструкцию экскаватора SRs(k)-470 внесли ряд изменений и усовершенствований, позволивших значительно повысить надежность работы и удобство обслуживания машины.

*Промышленные испытания роторного экскаватора SRs(k)-2000.* Роторный экскаватор SRs(k)-2000 был создан в Германии по заказу Минуглепрома СССР для разработки крепких углей и пород при низких температурах. Поскольку опыт эксплуатации машин такого типа отсутствовал, были проведены его испытания и экспериментальные исследования, которые включали в себя: исследование динамических свойств несущих металлоконструкций и динамики экскаватора в процессе работы; испытание автоматических и измерительных систем; исследование нагрузочных и энергетических характеристик рабочего оборудования; испытание ленточных конвейеров; эксплуатационно-технические наблюдения; оценку надежности машины; технологические испытания. Промышленные испытания проводились УкрНИИпроектм и объединением «Экибастууголь» на разрезе «Богатырь» в зимний период 1972—1973 гг.

На основании результатов испытаний экскаватора SRs(k)-2000 были выработаны рекомендации, направленные на обеспечение надежности несущей металлоконструкции и основных узлов машины, повышение надежности работы конвейеров и вспомогательных систем, повышение качества экскавации и погрузки угля в железнодорожные вагоны, а также условий технического обслуживания машины и работы персонала.

Для повышения надежности несущей металлоконструкции и основных узлов экскаватора требовалось устранить в них резонанс, понизив

вариации окружной нагрузки и динамические напряжения в наиболее ответственных элементах конструкции. До выполнения этого мероприятия эксплуатация экскаватора была возможна при загрузке привода ротора по мощности до 70% и числе ковшей, разгружающихся за 1 с, равном 1,5, или при мощности до 56% и числе ковшей 1,2, что соответствовало окружному усилию 320 кН и разработке целика со средневзвешенным коэффициентом крепости  $f \leq 1,8$  при снятии горизонтальной стружки и  $f \leq 1,9$  — при снятии вертикальной. Для разработки более крепкого массива необходимо было снижать производительность ротора до 60% от номинальной, а при работе с номинальной производительностью — осуществлять рыхление забоя буровзрывным способом.

Для повышения качества ведения процесса экскавации рекомендовался ряд конструктивных мероприятий, устраняющих недостатки в соблюдении рациональных режимов экскавации: ограничение нагрузки привода ротора по динамичности и работа горизонтальными стружками глубиной, равной радиусу ротора, и толщиной 30—45 см при селективной выемке породных прослоек; ограничение средней нагрузки привода ротора при работе вертикальными стружками высотой, равной радиусу ротора, и толщиной 30—45 см; ограничение объемной производительности при работе вертикальными стружками высотой, равной  $4/3$  радиуса ротора, и толщиной 40—45 см. Кроме этого были рекомендованы также пути устранения всех других недостатков и дефектов, выявленных в процессе испытаний. Таким образом, был обоснован и предложен необходимый объем реконструкции экскаватора в целях приспособления его к условиям разработки крепких каменных углей Экибастузского бассейна.

В последующем силами завода-поставщика и объединения была выполнена частичная реконструкция. Проведенные после этого испытания показали, что увеличение жесткости фермы противовеса привело к заметному снижению динамических нагрузок в перенапряженных элементах верхнего и нижнего поясов в корне стрелы противовеса. В то же время сохранился высокий уровень динамических нагрузок в элементах верхнего пояса роторной стрелы, корневой стойке стрелы контргруза, колонне подъемного крана, а вибрация на рабочем месте машиниста превысила санитарные нормы. Поэтому, несмотря на то что этот экскаватор SRs(k)-2000 и другой такого же типа, включенный в работу в 1973 г., осуществляют разработку и отгрузку экибастузского угля, предварительно ослабленного взрывными работами, достигая в отдельные годы рекордной производительности (например, в 1975 г. — 6080,6, 1976 г. — 5954,6 и 1977 г. — 5792,5 тыс. т), исследования с целью дальнейшего повышения надежности и эффективности их использования продолжали.

Таким образом, в 1961—1973 гг. на угольных разрезах Экибастузского бассейна были испытаны 8 образцов роторных экскаваторов различных типов, конструкций и производительности отечественного и зарубежного производства. В ходе промышленных испытаний 5 образцов машин (табл. 5) были доведены до конструктивного состояния, пригодного для промышленной эксплуатации в условиях разработки крепкого каменного угля. При этом было установлено, что выпускаемые

Технические характеристики роторных экскаваторов, впервые примененных на разрезах Экибастуза

| Параметры                                                                                         | ЭРТ-400Д | ЭРТ-400ДЦ | SRs(k)-470 | SRs(k)-2000 | ЭРП-1250 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|------------|-------------|----------|
| Теоретическая производительность по рыхлой массе при расчетных усилиях копания, м <sup>3</sup> /ч | 1400     | 1250      | 1450       | 3500        | 1250     |
| Расчетное среднее сопротивление копанию, 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)                                                    | 9(9)     | 7         | 16         | 22          | 9(9)     |
| Вместимость ковша (без учета подковцового пространства), м <sup>3</sup>                           | 0,19     |           | 0,315      |             | 0,4      |
| Частота вращения ротора, об/с                                                                     | 0,12     | 0,6       | 0,05—0,07  | 0,08—0,09   | 0,14     |
| Высота копания, м                                                                                 | 15       | 16        | 17         | 28          | 16       |
| Глубина копания, м                                                                                | 1        | 0,7       | 1,5        | 3,5         | 1        |
| Ширина заходки, м                                                                                 | 24       | 27,5      | 22         | 55          | 26       |
| Радиус копания, м                                                                                 | 24,2     | 26,8      | 23,2       | 42,5        | 24,5     |
| Радиус разгрузки, м                                                                               | 22,6     | 23        | 22,5       | 27          | 23,4     |
| Мощность двигателя ротора, кВт                                                                    | 320      | 2 × 250   | 500        | 2 × 630     | 2 × 250  |
| Давление на грунт среднее, МПа                                                                    | 0,11     |           | 0,137      |             | 0,14     |
| Масса экскаватора рабочая, т                                                                      | 615      | 650       | 730        | 2160        | 1040     |

Примечание. Подводимое напряжение для всех машин 6 кВ.

отечественной и зарубежной промышленностью роторные экскаваторы могут разрабатывать сложенноструктурные угольные пласты с большим числом породных прослоек различной крепости и мощности в забоях, предварительно ослабленных взрывными работами. Кроме этого в результате испытаний было получено подтверждение того, что возможен выпуск отечественных роторных экскаваторов с повышенными усилиями копания и теоретической производительностью до 5000 т/ч.

## 16. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ РОТОРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Исследования и анализ работы лучших моделей зарубежных роторных экскаваторов показали, что ни одна из них, выпущенная до 1965 г., не может развивать усилий копания, характеризуемых коэффициентом сопротивления копанию более 0,9 МПа. Так, значения среднего сопротивления копанию для роторных экскаваторов SchRs-1500 и SchRs-500 (Германия), поставленных в СССР в 1964 г., составляли соответственно 0,5 и 1 МПа, экскаваторов SRs-130, SRs-1200 и SRs-2400 (Германия),

поставленных в 1962—1965 гг.—0,75 МПа, экскаваторов КУ-300 и КУ-300 (ЧСФР), поставленных в 1962—1970 гг.—0,6 и 0,9 МПа. Аналогичные характеристики имели отечественные роторные экскаваторы ЭР-500, ЭРГ-350, ЭРГ-400 и ЭРГ-1600, выпускавшиеся до 1965 г. Параметры этих машин и конструкций их рабочего оборудования не обеспечивали нормальной работы даже при разработке мела и плотных глин, кусковатость горной массы, как правило, в 2—3 раза превышала 300 мм, а 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 отечественных роторных экскаваторов РЭ-1, РЭ-2, РЭ-2Ц, ЭРГ-400Д на экибастузских разрезах показали, что выемка из целика крепких углей и вмещающих пород со средним сопротивлением копания более 0,8—1 МПа приводит 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, к увеличению простоев машин из-за ремонтов. Таким образом, опытно-промышленная эксплуатация, испытания и анализ конструкций экскаваторов продемонстрировали, что роторные экскаваторы отечественного и зарубежного производства, выпущенные до 1965 г., не могли эффективно разрабатывать крепкие каменные угли из пластов сложного строения, включающих крепкие породные прослойки.

В связи с этим в нашей стране были начаты работы по совершенствованию конструкций основных узлов, которые позволили бы применять уже имеющиеся типы роторных экскаваторов. Одновременно были начаты комплексные исследования, направленные на создание новых типов роторных экскаваторов, обеспечивающих улучшение технико-экономических показателей разрезов при ускоренном росте объемов добычи угля.

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, снижение его потерь и разубоживания. Для этого был разработан ряд принципиально новых способов усовершенствования роторных экскаваторов, не имеющих аналогов в мировой практике: создание гравитационного рабочего органа, обеспечивающего отработку крепкого каменного угля с заданной кусковатостью, разработка основных базовых конструкций повышенной жесткости, обладающих высокими надежностью и долговечностью при повышенном (1,9—2) коэффициенте динамичности; создание скоростных рабочих органов с прямой центробежной разгрузкой; уменьшение линейных параметров машин при высокой производительности и повышенных усилиях копания.

Созданию принципиально новых конструкций добычных роторных экскаваторов для условий Экибастузского бассейна предшествовали проведение комплекса научно-исследовательских, опытно-конструкторских и экспериментальных работ, направленных на обоснование и выбор рациональных компоновочных схем машин и их рабочих органов (гравитационных и центробежных) в зависимости от усилия копания, разработка теории рабочего процесса экскаватора, обоснование расчетных уровней нагружения различных элементов трансмиссии и несущих конструкций машин, разработка методов стабилизации действующих нагрузок при выемке крепких каменных углей и породных включений, создание инженерных методов расчета основных несущих конструкций машин для достижения их оптимальных массовых параметров. Все эти работы были выполнены совместно УкрНИИпроектом и Карагандагипрошахтом, ДМЗ им. ЛКУ и ПО «Экибастузуголь» с участием ИГД им. А. А. Скочинского, Московского и Киевского инженерно-строительных институтов, Московского и Днепропетровского горных институтов, Казахского политехнического института и ИГД АН Казахстана, ЦНИИСа и Ново-Краматорского завода тяжелого машиностроения (НКМЗ).

Промышленные испытания и опытная эксплуатация роторного экскаватора ЭРГ-400Д послужили основой для разработки и создания новых моделей: добычных роторных экскаваторов ЭР-1250.16/1Д и ЭР-1250.17/1,5 — для выемки угля и породы крепостью до 1,5 по шкале проф. М. М. Протодяконова; экскаватора ЭРП-1250.16/1Д с повышенными усилиями копания для разработки крепких углей и пород в условиях экибастузских разрезов; мощного роторного комплекса ЭРШРД-5000 и роторного экскаватора ЭРП-2500 с повышенными усилиями копания.

Добычной роторный экскаватор ЭР-1250Д, в котором были сохранены основные схемные решения экскаватора ЭРШ-400Д, с 1968 г. серийно выпускается ДМЗ им. ЛКУ и является в настоящее время основной добычной машиной на угольных разрезах страны. Серийный выпуск роторных экскаваторов типа ЭРП-1250.16/1Д с повышенными усилиями копания был освоен ДМЗ им. ЛКУ с учетом результатов промышленных испытаний и длительной эксплуатации опытного образца ЭРП-1250. Первая серийная машина была поставлена ПО «Экибастузуголь» и в 1979 г. введена в эксплуатацию.

*Роторный экскаватор ЭРП-1250.16/1Д* 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  $+40^{\circ}\text{C}$  при сопротивлении копанию до 1,85 МПа. Он обеспечивает: верхнее копание левым и правым забоями, вертикальными и горизонтальными стружками, горизонтальными и наклонными слоями, торцовой или боковой заходками; возможность погрузки в железнодорожный, конвейерный и автомобильный транспорт; селективную отработку сложных забоев при горизонтальном, наклонном и крутом залегании пластов; неограниченный поворот верхнего строения; независимый поворот роторной стрелы и разгрузочной колы; плавное регулирование скоростей поворота роторной стрелы

и разгрузочной консоли; разворот на месте; кусковатость породы не более 300 мм; работу при скорости ветра до 20 м/с.

#### Техническая характеристика роторного экскаватора ЭРП-120.16/1Д

Теоретическая производительность ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) по рыхлой массе при сопротивлении копанью, МПа:

|                                                                             |                |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1,85 .....                                                                  | 1260           |
| 1,4 .....                                                                   | 1660           |
| 0,9 .....                                                                   | 3200           |
| Максимальная массовая производительность, т/ч .....                         | 3200           |
| Вместимость ковша (без учета подковшового пространства), $\text{м}^3$ ..... | 0,4            |
| Число ковшей (промежуточных режущих элементов) .....                        | 10 (10)        |
| Частота вращения ротора, об/с .....                                         | 0,14           |
| Диаметр ротора, м .....                                                     | 6,5            |
| Радиус, м:                                                                  |                |
| копания .....                                                               | 24,6           |
| разгрузки .....                                                             | 23,4           |
| Высота копания, м .....                                                     | 16             |
| Ширина заходки, м .....                                                     | 26             |
| Подводимое напряжение, кВ .....                                             | 6              |
| Мощность двигателя привода ротора, кВт .....                                | $2 \times 250$ |
| Среднее давление на грунт, МПа .....                                        | 0,14           |
| Скорость передвижения, м/с .....                                            | 5              |
| Масса экскаватора, т .....                                                  | 1050           |

Параметры угольного уступа, получаемого при работе экскаватора ЭРП-1250.16/1Д, приведены на рис. 12.

Основываясь на технико-экономических показателях работы экскаватора ЭРГ-400ДЦ, ДМЗ им. ЛКУ разработал и изготовил центробежный рабочий орган для экскаватора ЭР-1250Д, введенного в эксплуатацию в 1980 г. на разрезе «Северный».

*Роторный экскаватор ЭР-1250.17/1ОЦ*, предназначенный для круглогодичной разработки в сложных горно-геологических условиях залегания каменных и крепких бурых углей с включением породных прослоек, обеспечивает погрузку горной массы в железнодорожные полувагоны, думпкары, автосамосвалы, а также на конвейерный транспорт. Эксплуатация экскаватора допускается при колебаниях температуры окружающего воздуха от  $-40$  до  $+35^\circ \text{C}$ .

Опытный образец экскаватора ЭР-1250.17/1ОЦ является модификацией роторного экскаватора ЭР-1250Д. Основное отличие его от базовой машины — роторная часть с центробежным рабочим оборудованием, выполненная взамен роторной части с гравитационным ротором. Рабочий орган центробежного типа отличается от обычного гравитационного меньшим диаметром ротора и повышенной частотой вращения. Кроме этого экскаватор ЭР-1250.17/1ОЦ оборудован системой орошения, индикаторным устройством «Уклономер» и устройством «Азов-2» для защиты экскаватора от недопустимых колебаний.

Опытный образец (заводской № 062) был смонтирован на разрезе «Северный» и в январе 1980 г. принят в опытно-промышленную эксплуатацию, в процессе которой в период с января по декабрь 1980 г. ПО «Экибастузуголь», УкрНИИпроектом и ПО «Донецкгормаш» были проведены (в соответствии с утвержденными программой и методикой

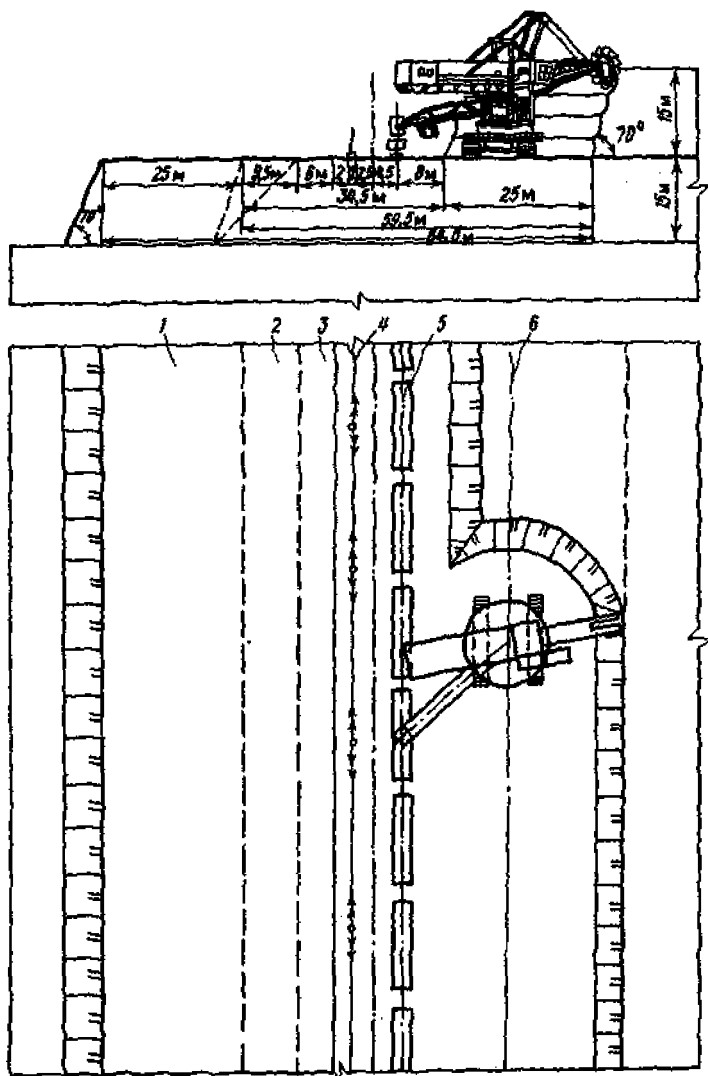


Рис. 12. Параметры рабочей площадки на добычном уступе при работе экскаватора ЭРП-1250.16/1Д:

1 — заходка резервная; 2 — берма безопасности; 3 — полоса для дополнительного оборудования; 4 — 6 — оси соответственно ходового ж.-д. пути, погрузочного ж.-д. пути и движения экскаватора

приемочных испытаний) экспериментальные исследования и испытания экскаватора при разработке углеродных забоев в целике и с применением буровзрывных работ. Параметры экскаватора обеспечивали разработку забоя паспортной ширины и высоты вертикальными и горизон-

тальными стружками, отработку блока правым и левым забоями. Наиболее рациональной является работа вертикальными стружками, так как при работе горизонтальными стружками повышаются энергоемкость и динамика процесса копания.

Выполненные в процессе опытно-промышленной эксплуатации хронометражные наблюдения показали, что производительность экскаватора ЭР-1250.17/10Ц при разработке ослабленного буровзрывными работами (БВР) угленородного массива изменялась от 900 до 2070 м<sup>3</sup>/ч (при средних значениях 1628 м<sup>3</sup>/ч — по углю и 1094 м<sup>3</sup>/ч — по породе) при средних значениях коэффициентов обеспеченности транспортом (0,38) и технического использования (0,47).

Межведомственная комиссия приняла решение о передаче опытного образца роторного экскаватора ЭР-1250.17/10Ц в постоянную эксплуатацию при условии ослабления разрабатываемого массива буровзрывными работами и рекомендовала следующий основной режим эксплуатации экскаватора, обеспечивающий максимальную производительность 2100 м<sup>3</sup>/ч: ослабление массива БВР не должно превышать среднего сопротивления копанию (0,9 МПа); более высокие усилия копания, характеризующиеся коэффициентом сопротивления копанию 1,2—1,8 МПа, при производительности 1250—1000 м<sup>3</sup>/ч могут реализоваться лишь кратковременно при отработке угольных массивов, ослабленных БВР, в местах, недостаточно проработанных взрывом.

#### Техническая характеристика роторного экскаватора ЭР-1250.17/10Ц\*

Производительность по рыхлой массе:

|                                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------|---------|
| теоретическая, м <sup>3</sup> /ч .....                          | 1250    |
| объемная, м <sup>3</sup> /ч .....                               | 2100    |
| массовая, т/ч .....                                             | 2300    |
| Сопротивление копанию, МПа:                                     |         |
| при максимальной транспортной производительности .....          | <0,9    |
| при теоретической производительности .....                      | 1,6 **  |
| Число ковшей .....                                              | 10      |
| Полезная вместимость ковша, м <sup>3</sup> .....                | 0,19    |
| Частота вращения ротора, об/мин .....                           | 28      |
| Ширина конвейерной ленты, мм .....                              | 1200    |
| Максимальное давление на грунт, МПа .....                       | 0,26    |
| Максимальный радиус копания, м .....                            | 27,55   |
| Радиус разгрузки, м .....                                       | 22,6    |
| Максимальная ширина заходки при паспортной высоте уступа, м ... | 28      |
| Мощность привода ротора, кВт .....                              | 2 × 250 |
| Подводимое напряжение, В .....                                  | 6000    |
| Масса экскаватора с контргрузом, т .....                        | 697     |

\* Составлена по данным испытаний.

\*\* Реализуется кратковременно.

Роторный экскаватор ЭР-1250.17/10Ц по сравнению с базовой моделью имеет ряд преимуществ: более высокие реализуемые усилия резания (при одинаковых массах и производительности обеих моделей); 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 почти на 20% возросла энергоёмкость, увеличилась почти вдвое пыльность экскавируемого материала за ротором, возросла запыленность воздуха, повысился износ режущих элементов ротора, особенно при разработке породных прослоек. Кроме этого в процессе испытаний опытного образца экскаватора ЭР-1250.17/10Ц было выявлено множество конструктивных недостатков, на основе анализа которых выработали рекомендации по совершенствованию конструкции машины при корректировке чертежей для ее промышленного производства. В результате всех мероприятий производительность роторного экскаватора ЭР-1250.17/10Ц в отдельные годы превышала 3 млн т.

В 1980 г. на разрезе «Северный» произвели замену рабочего оборудования экскаватора SRs(k)-470 (заводской № 493) с целью повышения надежности последнего: вместо имеющегося гравитационного рабочего органа установили опытный образец рабочего оборудования с центробежным ротором, изготовленный ПО «Донецкормаш» и принятый затем в опытно-промышленную эксплуатацию.

*Роторный экскаватор SRs(k)-470Ц* предназначен для круглогодичной разработки в сложных горно-геологических условиях залегания каменных и крепких бурых углей с включением породных прослоек. Эксплуатация оборудования допускается при температуре окружающей среды от  $-40$  до  $+36^{\circ}\text{C}$ .

Экспериментальные исследования и испытания экскаватора провели в 1981 г. в ходе опытно-промышленной эксплуатации УкрНИИпроектом и ПО «Экибастузуголь» в соответствии с утвержденными программой и методикой испытаний. Комплекс инструментальных исследований под нагрузкой выполнил УкрНИИпроект по своим программе и методике, согласованным с ПО «Экибастузуголь».

Опытно-промышленная эксплуатация и экспериментальные исследования проводились в условиях разработки угленосных пластов всех пластов в целике и при ослаблении массива взрывными работами. Уголь отгружали в железнодорожные полувагоны парка МПС.

#### Техническая характеристика роторного экскаватора SRs(k)-470Ц \*

##### Производительность:

|                                                                                   |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| теоретическая по рыхлой массе, $\text{м}^3/\text{ч}$ .....                        | 1430 |
| максимальная транспортная (массовая), $\text{т}/\text{ч}$ .....                   | 2300 |
| Сопротивление копанью при максимальной транспортной производительности, МПа ..... | 0,9  |
| Диаметр ротора, м .....                                                           | 4    |
| Число ковшей .....                                                                | 10   |
| Полезная вместимость ковша, $\text{м}^3$ .....                                    | 0,19 |
| Частота вращения ротора, $\text{об}/\text{мин}$ .....                             | 28   |
| Ширина конвейерной ленты, мм .....                                                | 1200 |
| Максимальный радиус копания, м .....                                              | 30   |
| Высота копания, м .....                                                           | 15,1 |
| Глубина копания, м .....                                                          | 0,67 |
| Максимальная ширина заходки при паспортной выемке уступа, м .....                 | 34   |
| Установленная мощность привода ротора, кВт .....                                  | 630  |

\* По данным экспериментальных исследований.

В результате испытаний было выявлено, что в условиях Экибастузского бассейна с неравномерной мощностью и крепостью слоев угля и вмещающих пород наиболее эффективна работа экскаватора в забоях, ослабленных БВР, при среднем удельном усилии копания, не превышающем 0,9 МПа, с максимальной производительностью 2100 м<sup>3</sup>/ч.

По сравнению с базовой моделью, оснащенной рабочим органом с гравитационной разгрузкой, роторный экскаватор SRs(k)-4700Ц имеет ряд преимуществ: кусковатость разрабатываемой горной массы соответствует ГОСТу; динамические нагрузки на конструкции базовой части снижены на 35%; уровни вибрации на рабочих местах снижены до допустимых величин; значительно меньшая концевая нагрузка на роторе; ширина заходки увеличена на 5 м. К недостаткам относятся более интенсивное пылеобразование, повышенный объем просыпи за ротором, более высокие уровни шума на рабочих местах.

Кроме этого в ходе опытно-промышленной эксплуатации роторного экскаватора SRs(k)-4700Ц и его приемки межведомственной комиссией были выявлены конструктивные недостатки. На основании их тщательного анализа выработали рекомендации по совершенствованию конструкции сменного рабочего оборудования с центробежным ротором при корректировке рабочих чертежей, а также мероприятия по доводке данного опытного образца. В настоящее время роторный экскаватор SRs(k)-4700Ц успешно работает на разрезе «Северный». Его годовая производительность составляет 2,7—3,3 млн т.

Намечены и осуществляются разработка проектов и производство рабочих органов с центробежной разгрузкой для роторных экскаваторов типа ЭРП-1250 и SRs(k)-2000. В частности, выполнен технический проект роторного экскаватора с центробежным ротором ЭРП-1600.20/2Ц, одобренный техсоветом ПО «Экибастузуголь». Центробежный рабочий орган данной машины унифицирован по основным конструктивно-кинематическим и линейным параметрам с рабочим органом экскаватора ЭР-1250.17/10Ц, но в отличие от последнего имеет усиленную раму, измененную компоновку и упрощенную конструкцию направляющего сектора, усиленное крепление ковша, упругодемпфирующую подвеску редуктора привода ротора, подвесные роликоопоры с упругими элементами в заделках взамен жестких подбункерных роликоопор. Кроме этого в централизованной системе густой смазки установлена станция с электрическим приводом и обеспечена смазка коренных подшипников ротора от централизованной системы (может выполняться на ходу без остановки ротора). Угол наклона боковых роликов роликоопор конвейеров составляет 36°, приводные барабаны имеют сменную обечайку, футерованную резиной. Привод поворота верхнего строения вынесен из-под роторной стрелы в хвостовую часть поворотной платформы.

Экскаватор ЭРП-1600.20/2Ц (базовая модель ЭРП-1250.16/1) может успешно использоваться на разрезе «Северный» вместо имеющихся там роторных экскаваторов. Однако серийное производство уже испытанных и апробированных на экибастузских разрезах центробежных рабочих органов до сих пор еще не налажено.

Учитывая накопленный опыт применения роторных экскаваторов на экибастузских разрезах, на НКМЗ был создан роторный комплекс, состоящий из роторного экскаватора ЭРШРД-5000.30/3, самоходного погрузочного устройства СПУ-5000 и самоходного кабельного передвижчика СКП-1200/100. Головной организацией по проектированию и изготовлению машин комплекса является НКМЗ, в изготовлении металлоконструкций и погрузочного устройства принимал участие Мариупольский завод тяжелого машиностроения (МЗТМ).

#### Техническая характеристика роторного комплекса

##### 1. Экскаватор ЭРШРД-500.30/3.

Теоретическая производительность, м<sup>3</sup>/ч:

|                        |      |
|------------------------|------|
| по рыхлой массе .....  | 5000 |
| по плотной массе ..... | 3100 |

Расчетное сопротивление копанию при максимальной производительности, МПа .....

1,5

Максимальная массовая производительность, т/ч .....

6750

Диаметр роторного колеса по режущим кромкам, м .....

13

Число ковшей .....

16

Вместимость ковша, м<sup>3</sup> .....

1

Ширина ленты конвейера, мм .....

2000

Ширина заходки, м .....

< 90

Высота копания, м .....

32

Глубина копания, м .....

3

Транспортная скорость передвижения, м/ч .....

90

Среднее давление на грунт, МПа:

при работе .....

0,14

при передвижении .....

0,2

Подводимое напряжение, кВ .....

10

Масса экскаватора рабочая, т .....

4800

Температура окружающей среды, °С .....

+ 35 ÷ - 40

##### 2. Погрузочное устройство СПУ-5000.

Теоретическая производительность, м<sup>3</sup>/ч .....

5000

Расчетная плотность загружаемого материала, т/м<sup>3</sup>:

угля .....

0,83—1,1

породы .....

1,35

Вместимость бункера, м<sup>3</sup> .....

2 × 55

Масса рабочая, т .....

970

##### 3. Кабельный передвижчик СКП-1200/100.

Наружный диаметр переносимого кабеля, мм .....

97,8

Рабочая кабелемкость барабана, м:

главного .....

1200

вспомогательного .....

100

Масса кабеля на двух барабанах, т .....

20

Тип привода .....

Дизель-электрический

Масса (без переносимого кабеля), т .....

114

Комплекс после проведения монтажа, перегона машины в забой, наладки и обкатки вхолостую был сдан в марте 1976 г. в опытно-промышленную эксплуатацию на разрезе «Богатырь».

За период опытно-промышленной эксплуатации УкрНИИпроектом, ИГД им. А. А. Скочинского, институтами Киевским автодорожным и Киевским автоматики, Университетом Дружбы народов им. П. Лумумбы совместно с НКМЗ, МЗТМ и ПО «Экибастузуголь» были проведены в соответствии с утвержденными программами экспериментальные

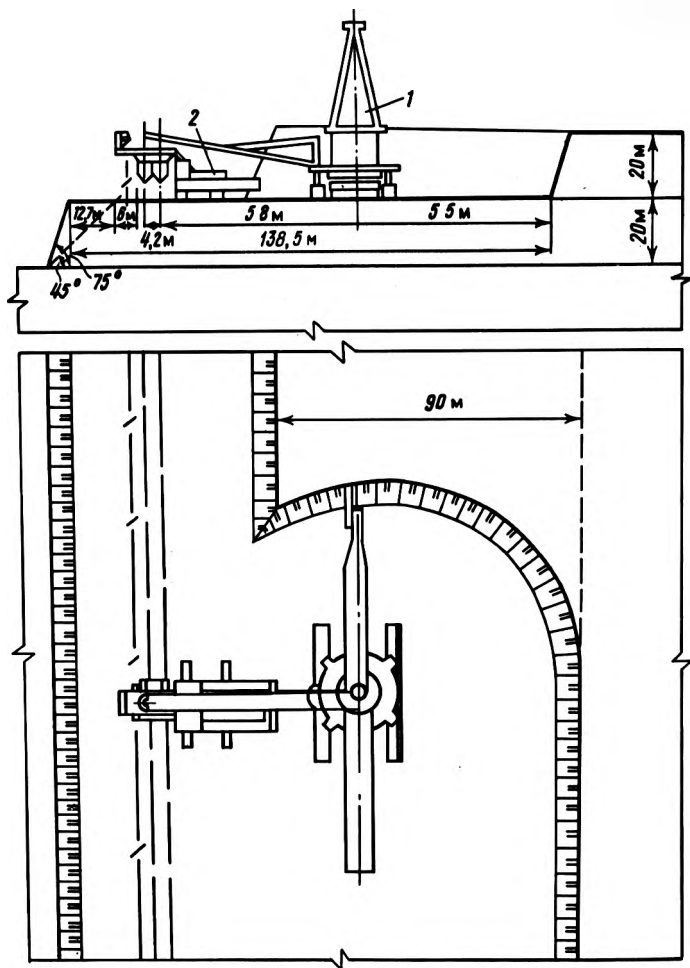


Рис. 13. Технологические параметры уступа при работе роторного комплекса:  
1 — роторный экскаватор ЭРШРД-5000.30/3; 2 — погрузочное устройство СПУ-5000

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.

При отработке экспериментального забоя (рис. 13) уголь погрузочным устройством отгружался в полувагоны, из которых 97% имели грузоподъемность 62—65 т и 3% — грузоподъемность 94 т. Время

погрузкой одного полувагона составляло 25—140 с в зависимости от условий работы экскаватора (в средней части реза, при реверсировании роторной стрелы у внутреннего и внешнего откосов, при подборке или в крепком забое). Установлено, что для 75% общего числа вагонов время загрузки не превышало 65 с, что соответствовало производительности экскаватора 3600 т/ч. На загрузку одного железнодорожного состава (время подачи), состоящего из 15 полувагонов грузоподъемностью 62—65 т, затрачивалось от 8,5 до 26,2 млн. 80% общего числа составов загружали менее чем за 15 мин. Среднее значение времени погрузки одного состава составило 15,1 мин с учетом составов, загруженных при работе экскаватора с подборкой осыпей.

По данным технологических испытаний теоретическая (паспортная) производительность роторного экскаватора ЭРШРД-5000-30/3 в комплексе с погрузочным устройством СПУ-5000 при работе в плотной массе составила 3100 м<sup>3</sup>/ч. Погрузочное устройство СПУ-5000 обеспечило непрерывную загрузку горной массы в железнодорожные вагоны различной грузоподъемности при фактической производительности комплекса до 8200 т/ч, а также загрузку в думпкары с различной вместимостью кузова и в хоппер-дозаторы. В ходе испытаний подтвердилась возможность непрерывной последовательной загрузки составов на двух путях с автоматической дозировкой вагонов (с точностью  $-2,5 \div +1,5$  т) и автоматическим перебросом шибера при переходе с одного состава на другой.

Машины комплекса обладают патентной чистотой в СССР, Великобритании, США, Германии. 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 м<sup>3</sup>/ч в составе экскаватора ЭРШРД-5000.30/3 с дробящим устройством, самоходного погрузочного устройства СПУ-5000, кабельного передвижчика СКП-1200/100 и установленных автоматических систем в постоянную промышленную эксплуатацию. Одновременно 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 мес), что было вызвано, главным образом, двумя причинами — недостатками конструкции и неприспособленностью 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 НКМЗ уже шло полным ходом. Тогда было принято вынужденное решение — поставить его на разрез «Богатырь» ПО «Экибастууголь». По технической характеристике он не полностью соответствовал условиям разреза: высота

уступа здесь не превышала 20 м, а ширину заходки 90 м невозможно было обеспечить с помощью одноковшовых экскаваторов на вскрышных уступах. Кроме этого высокая производительность комплекса не соответствовала возможностям железнодорожного транспорта. Тем не менее, ПО «Экибастузуголь» приняло необходимые меры для эффективного использования этих тяжелых, но высокопроизводительных машин — головной (комплекс № 1) и введенной в эксплуатацию в декабре 1978 г. (комплекс № 2), и добились следующих результатов:

| Год .....                                    | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 |
|----------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Производительность комплекса по углю, млн т: |      |      |      |      |      |
| № 1 .....                                    | 5,73 | 6,98 | 7,27 | 6,55 | 8,17 |
| № 2 .....                                    | —    | —    | 5,82 | 7,67 | 8,14 |

Продолжение

| Год .....                                    | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
|----------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Производительность комплекса по углю, млн т: |      |      |      |      |      |      |      |
| № 1 .....                                    | 5,36 | 5,98 | 6,45 | 6,89 | 5,54 | 6,96 | 4,09 |
| № 2 .....                                    | 5,99 | 7,26 | 4,5  | 5,55 | 6,63 | 5,18 | 7,94 |

Однако в условиях экибастузских разрезов достичь номинальной производительности каждого комплекса (10 млн т угля в год), как видно из приведенных выше данных, не удалось.

Более длительный опыт промышленной эксплуатации роторных комплексов подтвердил необходимость уменьшения линейных параметров роторного экскаватора. С учетом этого для Березовского разреза был создан новый комплекс типа ЭРП-5250.

Основываясь на результатах успешной работы отечественных роторных машин, коренным образом были модернизированы и приспособлены для условий Экибастузского бассейна зарубежные роторные экскаваторы: семь машин типа SRs(k)-470 и две — типа SRs(k)-2000. Начиная с 1979 г., по программе «Экибастуз-2» осуществили поставку в Экибастуз еще четырех роторных экскаваторов SRs(k)-2000M (заводские №№ 566, 567, 568, 569), усовершенствованных с учетом опыта эксплуатации на экибастузских разрезах первых двух машин такого типа.

Экскаватор SRs(k)-2000M был создан по техническим условиям, разработанным УкрНИИПроектом совместно с ПО «Экибастузуголь» и Карагандагипрошахтом. К основным научно-техническим решениям, заложенным в технических условиях, относились: увеличение числа ковшей на роторе до 32 (вместо 22); увеличение сечения основных элементов металлоконструкции машины; увеличение в 1,6 раза частоты вращения ротора (до 6,6 об/мин); повышение мощности привода подъема роторной стрелы на 57% (до 400 кВт) и увеличение скорости ее подъема на 42%; бесступенчатое регулирование скорости боковой подачи ротора; обеспечение не только валовой, но и селективной отработки горизонтальных и наклонных (не более 20°) слоев мощностью не менее 2 м и отработки массива в целике крепостью до 2,49.

Некоторые из вышеперечисленных усовершенствований (увеличение в 1,6 раза частоты вращения ротора, жесткое четырехточечное крепление ковшей к ротору) были внедрены ранее на экскаваторе SRs(k)-2000 (заводской № 442) и обеспечили положительный эффект.

*Роторный экскаватор SRs(k)-2000M* предназначен для добычи угля и разработки породных прослоев при номинальной производительности 4500 м<sup>3</sup>/ч и среднем сопротивлении копанию до 1,2 МПа с погрузкой горной массы в средства железнодорожного транспорта. Эксплуатация машины допускается при температуре воздуха от -40 до +35° С и скорости ветра до 20 м/с.

#### Техническая характеристика роторного экскаватора SRs(k)-2000M

|                                                                           |         |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|
| Теоретическая производительность по рыхлой массе, м <sup>3</sup> /ч ..... | 4500    |
| Максимальная высота копания, м .....                                      | 28      |
| Глубина копания, м .....                                                  | 3       |
| Ширина заходки при максимальной высоте уступа, м .....                    | 55      |
| Максимальный радиус копания, м .....                                      | 42,5    |
| Скорость передвижения экскаватора, м/с .....                              | 0,1     |
| Среднее давление на грунт, МПа .....                                      | 0,14    |
| Диаметр ротора по режущим кромкам, м .....                                | 11      |
| Число ковшей .....                                                        | 32      |
| Вместимость ковша, м <sup>3</sup> .....                                   | 0,315   |
| Мощность двигателей ротора, кВт .....                                     | 2 × 530 |
| Ширина ленты конвейера, м .....                                           | 1,8     |
| Подводимое напряжение, В .....                                            | 6000    |
| Масса экскаватора рабочая, т .....                                        | 2350    |

Экскаватор снабжен дробящим устройством, выполненным в виде однороторной дробилки ударного действия с приводом через клиноременную передачу от двух асинхронных короткозамкнутых электродвигателей мощностью 160 кВт каждый.

На экскаваторе SRs(k)-2000M 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 работы механизмов; сигнализация об остановках приводов, расположенная в кабине машиниста ротора; индикаторные приборы для контроля за работой оборудования машины и параметрами обрабатываемых стружек забоя; устройство для измерения угла наклона базы; блоки программного управления поворотом верхнего строения и наездом машины на требуемую толщину срезаемой стружки с ручным заданием параметров.

Экспериментальные исследования работы головного образца роторного экскаватора SRs(k)-2000M (заводской № 566) были проведены УкрНИИпроектом и ПО «Экибастузуголь» в соответствии с программой и методикой приемочных испытаний. В результате получили: изменение технической производительности экскаватора от 2598 до 3700 м<sup>3</sup>/ч (в среднем — 3140 м<sup>3</sup>/ч), эксплуатационной — от 2130 до 2420 м<sup>3</sup>/ч (в среднем — 2260 м<sup>3</sup>/ч); изменение коэффициента забоя от 0,73 до 0,76 при глубине обрабатываемого вертикальными стружками блока 4,5—6 м и увеличение его до 0,812 при увеличении глубины блока до 10—13 м.

При селективной отработке угольных пластов наклонными слоями (фактический угол составлял 12°) и ручном управлении экскаватором производительность, так же как и при отработке горизонтальными слоями, являлась функцией высоты обрабатываемого слоя. В ходе испытаний при отработке верхней и нижней частей забоя горизонтальными слоями, а средней части — наклонными техническая производительность экскаватора изменялась от 1900 до 4100 м³/ч (по плотной массе).

В процессе испытаний был сделан вывод о необходимости применения взрывной подготовки массива с расположением скважин по дуге резания экскаватора и обязательным размещением каждой части рассредоточенного заряда ВВ в нижних частях обрабатываемых слоев.

В результате опытно-промышленных испытаний головного образца роторного экскаватора SRs(k)-2000М и исследований, проведенных УкрНИИпроектом, были разработаны мероприятия по совершенствованию его конструкции (усиление конструкции ковша и изменение расстановки зубьев на нем, снижение шума и вибрации на рабочих местах и др.), а также рекомендованы наиболее эффективные и надежные режимы экскавации при высоте уступа 20 и 24 м: число ковшей, разгружающихся за 1 мин, — 216; 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 (в зависимости от высоты блока); угол откоса забоя 65° (при этом обеспечиваются минимальные осыпи на подошву забоя и максимальная глубина блока; проведение взрывной подготовки угольного массива по дуге резания при удельном расходе ВВ 0,15—0,2 кг/м³ и сетке скважин площадью 49—64 м² при высоте блока 20 м и диаметре скважин 160 мм или площадью 64—100 м² при высоте блока 24 м и диаметре скважин 180—214 мм с обязательным размещением каждой части рассредоточенного заряда ВВ в нижних частях обрабатываемых слоев.

Параметры уступа, получаемые при работе роторного экскаватора SRs(k)-2000М, приведены на рис. 14.

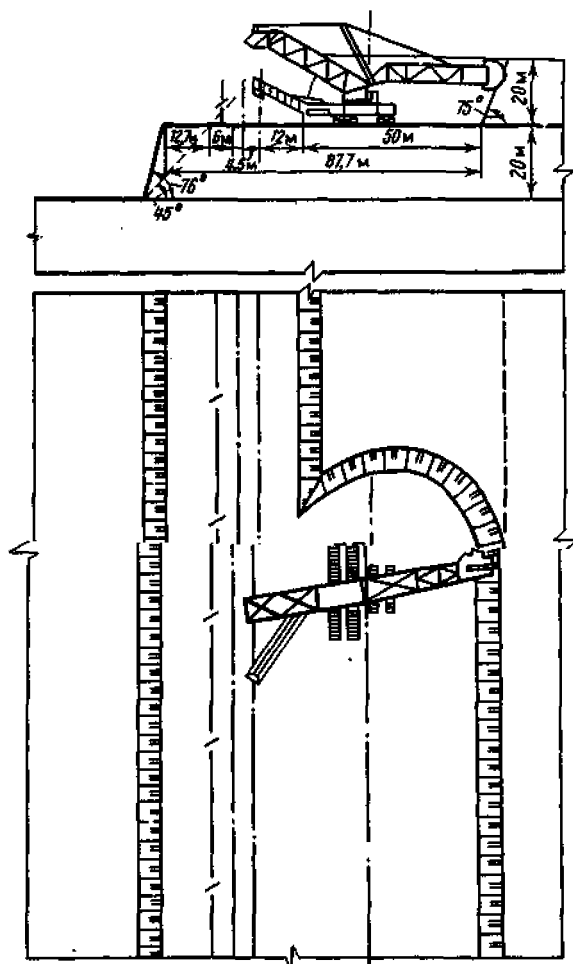
В настоящее время все четыре экскаватора SRs(k)-2000М (заводские №№ 43, 44, 45 и 46) успешно работают на разрезе «Богатырь», достигая в отдельные годы рекордной производительности:

| Год .....                                       | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
|-------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Годовая производительность экскаваторов, млн т: |      |      |      |      |      |      |      |
| № 43 .....                                      | 5    | 3,75 | 3,73 | 4,02 | 5,46 | 5,73 | 6,96 |
| № 44 .....                                      | 1,8  | 5,11 | 5,27 | 5,76 | 5,58 | 6,58 | 4,84 |
| № 45 .....                                      | —    | 4,92 | 6,99 | 6,02 | 5,24 | 5,28 | 6,32 |
| № 46 .....                                      | —    | 2,57 | 6,31 | 5,01 | 5,35 | 6,09 | 7,31 |

По программе «Экибастуз-3» для угольного разреза «Восточный» предусмотрена и уже начата поставка еще шести роторных экскаваторов SRs(k)-2000М.

В конце 1979 г. закончен монтаж и начались промышленные испытания опытного образца роторного экскаватора ЭРП-2500 (МЗТМ).

Рис. 14. Параметры уступа при работе роторного экскаватора SRs(k)-2000M



Роторный экскаватор ЭРП-2500 предназначен для ведения горных работ на угольных разрезах Экибастузского и Майкубенского (а также Канско-Ачинского, Талдинского и др.) бассейнов, где высота уступа составляет около 20 м, а среднее значение коэффициента сопротивления угля копанию не превышает 1,4 МПа. Эксплуатация допускается в интервале температур от +40 до -40°С. Погрузка горной массы осуществляется в средства железнодорожного транспорта.

Экскаватор может селективно обрабатывать пропластки толщиной более 3 м, залегающие горизонтально или под углом к горизонту до 20° наклонными слоями, при кратковременной работе с ручным управлением. При принятом соотношении окружного и бокового усилий резания,

равном 0,75, обеспечивается отработка сложноструктурных забоев механизмом поворота при маневрах. Для этого механизм поворота верхнего строения оборудовали четырьмя приводами общей мощностью 200 кВт.

Экскаватор ЭРП-2500 оборудован системой планировки подошвы забоя, автоматическими системами программно-позиционного управления машиной при разработке забоя и обеспечения 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.

Опытный образец экскаватора был принят в опытно-промышленную эксплуатацию в декабре 1979 г. Испытания и экспериментальные исследования в процессе опытно-промышленной эксплуатации проводил ПО «Эквастузуоль», ПО «Мариупольжмаш», УкрНИИпроект и ИГД им. А. А. Скочинского в соответствии с утвержденными программой и методикой приемочных испытаний. Инструментальные исследования экскаватора под нагрузкой выполнил УкрНИИпроект по им же разработанной и согласованной с ПО «Эквастузуоль» и ПО «Мариупольжмаш» методике. К исследованиям отдельных узлов машины привлекались также институты Киевский автодорожный и Московский горный, ВНПО «Респиратор» (г. Донецк).

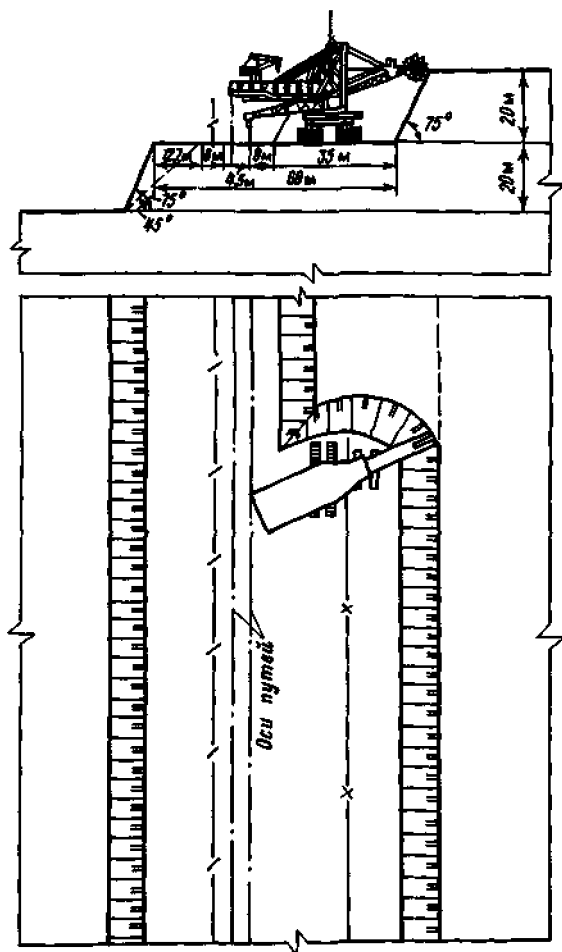
В ходе технологических испытаний производительность экскаватора ЭРП-2500 достигала значения расчетной эксплуатационной производительности 1300 м<sup>3</sup>/ч при коэффициентах забоя 0,84 и управления 0,9. Фактическая среднесуточная производительность машины составила 14 624 т при максимальном значении 23 600 т, максимальная наработка за 12-часовую рабочую смену достигла 13 580 т.

Межведомственная комиссия, исходя из результатов испытаний, приняла решение о передаче головного опытно-промышленного образца роторного экскаватора ЭРП-2500 (заводской № 1) в промышленную эксплуатацию.

#### Техническая характеристика роторного экскаватора ЭРП-2500

|                                                                                                                 |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Теоретическая производительность по рыхлой массе при расчетном сопротивлении копания 1,4 МПа, м <sup>3</sup> /ч | 2500 |
| Массовая производительность (при плотности горной массы 1,4 т/м <sup>3</sup> ), т/ч                             | 3600 |
| Диаметр ротора по режущим кромкам ковша, м                                                                      | 8    |
| Число ковшей                                                                                                    | 18   |
| Вместимость ковша, м <sup>3</sup>                                                                               | 0,33 |
| Мощность электродвигателя ротора (при частоте вращения 630 об/мин), кВт                                         | 1000 |
| Скорость передвижения экскаватора, м/ч                                                                          | 300  |
| Среднее давление на грунт, МПа                                                                                  | 0,13 |
| Подводимое напряжение, В                                                                                        | 6000 |
| Максимальная высота копания выше уровня стоянки, м                                                              | 21,4 |
| Глубина копания, м                                                                                              | 1    |
| Ширина захвата при максимальной высоте уступа, м                                                                | 35   |
| Масса экскаватора, т                                                                                            | 1680 |

Рис. 15. Схема установки экскаватора ЭРП-2500 и параметры уступа



Результаты испытаний подтвердили, что наиболее эффективная и надежная эксплуатация экскаватора, как и других моделей экскаваторов в бассейне, обеспечивается только при ослаблении горного массива буровзрывными работами. Поэтому в качестве основного эксплуатационного режима для ЭРП-2500 в условиях Экибастузского бассейна рекомендована работа с предварительным проведением БВР с целью снижения средней величины коэффициента сопротивления обрабатываемого массива копания до 0,9—1 МПа. Отработку участков, недостаточно ослабленных взрывом, можно производить только при кратковременной реализации сопротивления копания до 2 МПа с соответствующим снижением производительности экскаватора до 1500—1750 м<sup>3</sup>/ч. При этом максимальная амплитуда колебаний окружной нагрузки на роторе не

должна превышать 60—80 кН (максимальный размах показаний на амперметре — не более 7000 А).

По условиям обеспечения минимума динамичности нагрузки на роторе и в целях исключения возможности резонанса металлоконструкций наиболее предпочтительной следует считать работу ротора при разгрузке 130 ковшей в минуту. Технологические режимы экскаватора необходимо выбирать исходя из следующих условий: толщина стружки 0,35—0,4 м, углы поворота роторной стрелы в верхнем слое в сторону внутреннего откоса уступа 65—70°. Схема установки экскаватора ЭРП-2500 и параметры обрабатываемого им уступа приведены на рис. 15.

В практике отечественного экскаваторостроения экскаватор ЭРП-2500 — первая добычная машина нового типоразмера параметрического ряда, в конструкции которой заложен ряд оригинальных и прогрессивных решений. Однако в ходе опытно-промышленной эксплуатации были выявлены конструктивные недоработки, заметно снижавшие преимущества этой удачной по технологическим параметрам машины. Часть из них устранили при доводке опытного образца, а наиболее существенные и сложные рекомендовано устранить при корректировке рабочих чертежей для серийного производства.

Кроме опытно-промышленного образца экскаватора ЭРП-2500 в Экибастуз была поставлена (без предварительной корректировки чертежей) еще одна такая же машина (заводской № 2), которая эксплуатируется 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 № 1 и № 2 рабочее оборудование с центробежным ротором.

Данные о фактической годовой производительности обоих экскаваторов, полученные в ходе эксплуатации, свидетельствуют о наличии неиспользованных возможностей каждой машины, что еще раз подтверждает необходимость корректировки параметров экскаватора с учетом результатов промышленной эксплуатации первых двух машин.

| Год .....                                                | 1980 | 1981   | 1982   | 1983   | 1984   | 1985   | 1986 | 1987 | 1988 |
|----------------------------------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|
| Годовая производительность экскаватора ЭРП-2500, тыс. т: |      |        |        |        |        |        |      |      |      |
| № 1 .....                                                | 1226 | 2187,6 | 3342,8 | 1561,1 | 1342,8 | 3259,0 | 3505 | 5346 | 2054 |
| № 2 .....                                                | —    | —      | 1538,5 | 2251,4 | 1552,2 | 2882,7 | 2768 | 2464 | 3505 |

К концу 1988 г. на экибастузских разрезах эксплуатировались 24 роторных экскаватора различной производительности отечественного и зарубежного производства, в том числе по типам: ЭР-1250Д — два, ЭР-1250.17/10Ц — один, ЭРП-1250 — два, ЭРП-2500 — два, ЭРШРД-5000 — два, SRs(k)-470 — четыре, SRs(k)-470ОЦ — один, SRs(k)-2000 — два, SRs(k)-2000М — восемь.

Объемы добычи угля роторными экскаваторами, тыс. т (°)

| Год  | По ПО<br>«Экибастузуголь» | По разрезам    |                |             |
|------|---------------------------|----------------|----------------|-------------|
|      |                           | «Северный»     | «Богатырь»     | «Восточный» |
| 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)    | 5989 (98,8)    | —           |
| 1972 | 15693,1 (48,5)            | 6039,9 (27,3)  | 9653,2 (90,8)  | —           |
| 1973 | 18906 (52,3)              | 6743,8 (57)    | 12262,2 (85,8) | —           |
| 1974 | 29108,3 (70)              | 11850,4 (55,1) | 17257,9 (86,3) | —           |
| 1975 | 36394 (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)   | —           |
| 1978 | 47612,9 (84,3)            | 16113,4 (79,6) | 31499,5 (88,6) | —           |
| 1979 | 50469,4 (85,2)            | 16381,1 (76,6) | 34088,4 (90,2) | —           |
| 1980 | 57150,5 (85,9)            | 16920 (83,4)   | 40230,5 (89,1) | —           |
| 1981 | 58246,6 (86,2)            | 17366,3 (87)   | 40880,3 (89,6) | —           |
| 1982 | 60513,6 (87,3)            | 15958,8 (78,3) | 44554,8 (91)   | —           |
| 1983 | 65453,7 (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 (93,5)              | 18952 (88,8)   | 53876 (95)     | 2287 (100)  |
| 1986 | 78489 (91,5)              | 17748 (86,4)   | 50615 (91,9)   | 10127 (100) |
| 1987 | 80735 (91)                | 16263 (79,2)   | 51444 (93,4)   | 13028 (100) |
| 1988 | 78924 (88)                | 15616 (78)     | 49283 (91,1)   | 14021 (100) |

В 1984—1985 гг. четыре роторных экскаватора SRs(k)-470 на разрезе «Богатырь» были переоборудованы в два нарезных комплекса. В состав комплекса входят собственно экскаватор SRs(k)-470, приспособленный для погрузки угля на конвейер перегружателя, ленточный перегружатель типа П-1600 (ДМЗ им. ЛКУ) и роторный экскаватор SRs(k)-470 без рабочего органа, осуществляющий погрузку угля в средства железнодорожного транспорта.

В 1988 г. роторными экскаваторами было добыто 78,924 млн т угля, или 88% от общего объема добычи угля на экибастузских разрезах. Динамику роста добычи угля роторными экскаваторами можно проследить по данным табл. 6.

*Роторный экскаватор ЭР-400Г с гидроприводом.* При создании добычных роторных экскаваторов к приводу ротора предъявляются повышенные требования по массовым показателям, демпфированию и возможности изменения частоты собственных колебаний в рабочем режиме, надежности защиты привода при стопорении.

Промышленные испытания роторного экскаватора РЭ-2 с гидроприводом, проведенные в 1972 г. ИГД им. А. А. Скочинского на разрезе «Северный» ПО «Экибастузуголь», показали, что гидрофикация привода ротора обеспечивает снижение его массы, амплитуды колебаний роторной стрелы в вертикальной и горизонтальной плоскостях, уменьшение габаритных размеров по оси вращения ротора (т. е. уменьшение угла

размещения оборудования), а гидрофикация привода механизма поворота — упрощенное регулирование скорости подачи ротора на забой и стабилизацию действующих на элементы трансмиссии нагрузок. В обоих случаях обеспечивается также более надежная защита приводов от перегрузок.

На основе результатов промышленных испытаний и проведенных исследований было принято решение о создании гидрофицированного добычного роторного экскаватора на базе экскаватора ЭРГ-400ДЦ с центробежным ротором. Техническое задание на создание роторного экскаватора с гидравлическим приводом роторного колеса и механизма поворота было разработано ИГД им. А. А. Скочинского, УкрНИИпроект, Гипроуглеавтоматизацией и затем согласовано с ДМЗ им. ЛКУ и ПО «Экибастузуголь». Конструкторскую документацию разработали ИГД им. А. А. Скочинского, УкрНИИпроект и Гипроуглеавтоматизация.

Гидрофицированный роторный экскаватор ЭР-400Г является переоборудованной и модернизированной моделью роторного экскаватора ЭРГ-400ДЦ (с центробежным рабочим органом) с использованием серийно выпускаемого гидрооборудования.

В декабре 1981 г. 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 с целью уточнения показателей надежности гидропривода. Для этого экскаватором требовалось добыть не менее 500 тыс. т горной массы.

Экскаватор ЭР-400Г создан в результате поэтапной гидрофикации ЭРГ-400ДЦ: на первом этапе был установлен объемный гидравлический привод поворота верхнего строения, на втором (после промышленных испытаний и наработки около 400 тыс. т) — объемный гидропривод ротора. По другим показателям технические характеристики экскаваторов ЭРГ-400ДЦ и ЭР-400Г идентичны.

Основные узлы гидропривода поворота верхнего строения — насосная станция (подача 200 л/мин) с серийным насосом 1Г13-36А и 2 серийных гидромотора мощностью по 50 кВт, гидропривода роторного колеса — насосная станция (подача 200 л/мин) с насосом 1Г13-36А, 10 нерегулируемых насосов и 6 серийных гидромоторов по 50 кВт. Построенная по модульному принципу насосная станция позволила иметь резерв с замещением, что обеспечило функционирование экскаватора при одновременном выходе из строя насосов и значительно упростило монтаж и демонтаж блоков «электродвигатель — насос». Насос 1Г13-36А в сочетании с нерегулируемыми гидромашинами предназначен для плавного регулирования частоты вращения роторного колеса.

Испытания экскаватора ЭР-400Г проводили УкрНИИпроект, Гипроуглеавтоматизация и ИГД им. А. А. Скочинского согласно программе и утвержденной методике.

В процессе опытно-промышленной эксплуатации (1980—1982 гг.) экскаватором с гидроприводом поворота и электромеханическим

приводом было добыто 400 тыс. т горной массы, в том числе 300 тыс. т угля, а с гидроприводами ротора и поворота — 600 тыс. т угля. Таким образом, общий объем наработки горной массы составил 1 млн т. В ходе опытно-промышленной эксплуатации и инструментальных испытаний гидроприводы ротора и поворота обеспечили основные паспортные характеристики роторного экскаватора ЭРГ-400ДЦ. Существенное снижение динамических нагрузок в приводах ротора и поворота верхнего строения (и как следствие — в металлоконструкциях) было 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 металлоконструкции экскаватора при экстренных перегрузках на всех рабочих режимах и при стопорении ротора.

Установка гидравлического привода позволила выполнить кинематические схемы механизмов на более высоком качественном уровне, обеспечив многоканальный подвод мощности с определенным резервом, что повысило безотказность приводов и надежность экскаватора в целом. В результате уменьшения габаритов и массы привода рабочего органа снизилась общая масса экскаватора с гидроприводом ротора и поворота. Уменьшение массы исполнительного органа модернизированного экскаватора позволило увеличить длину роторной стрелы и, следовательно, ширину заходки или высоту обрабатываемого уступа.

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 с гидроприводами ротора и поворота, на базе ЭР-1250 — с гидроприводом поворота; создать опытные образцы гидроприводов ротора и поворота для экскаваторов производительностью 5000 (5250) м<sup>3</sup>/ч и провести их испытания на одном из экскаваторов типа 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, так как это является основой качественного совершенствования роторных экскаваторов, работающих в сложных горно-технических условиях.

Реализация рекомендаций, выработанных по результатам промышленных испытаний, позволит перейти от опытно-промышленных испытаний экспериментальных образцов к широкому внедрению на угольных разрезах гидрофицированных роторных экскаваторов производительностью 1250—5250 м<sup>3</sup>/ч при разработке сложноструктурных пластов угля повышенной крепости, обуславливающей большие динамические нагрузки.

## 17. СЕЛЕКТИВНАЯ РАЗРАБОТКА УГЛЯ РОТОРНЫМИ ЭКСКАВАТОРАМИ

На экибастузских разрезах одновременно с промышленными испытаниями, совершенствованием конструкций и внедрением роторных экскаваторов проводили экспериментальные исследования технологических схем селективной и валовой разработки сложноструктурных пластов: были исследованы различные схемы отработки забоев, применявшихся как в Экибастузе, так и в других бассейнах [4].

К началу промышленных испытаний и внедрения роторных экскаваторов на экибастузских разрезах в мировой практике отсутствовал опыт применения технологическим схем селективной выемки крепких каменных углей, требующих предварительного ослабления прочности целика с помощью взрывных работ, а уже имевшиеся технологические схемы разработки бурых углей роторными экскаваторами по ряду специфических условий не могли быть применены на угольных разрезах Экибастузского бассейна.

При разработке и выборе технологических схем и порядка селективной разработки экибастузского угля учитывались 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 объема экспериментальных работ, а также в целях обеспечения высоких темпов роста добычи угля и повышения эффективности применения роторных экскаваторов были разработаны, испытаны и внедрены высокопроизводительные технологические схемы, из которых наибольшее распространение получили следующие способы отработки забоя: узкой торцовой заходкой; с одного положения оси передвижения экскаватора; с использованием управляемого обрушения; с двух положений оси передвижения экскаватора.

Указанные технологические схемы положены в основу разработки Типовых технологических схем ведения горных работ оборудованием непрерывного действия на угольных разрезах.

*Отработка забоя узкой торцовой заходкой.* Одна из рациональных схем селективной разработки пластов крутого падения при соответствующем откосу уступа залегания пачек угля — технологическая схема работы роторного экскаватора в узком торцовом забое комбинированным способом (при углах падения напластований до 60—65°) или вертикальными стружками (при углах падения более 65°) при расположении экскаватора на максимальном удалении от разрабатываемого контакта. Однако область применения данной схемы ограничивается минимально возможным углом откоса уступа, который при полном использовании

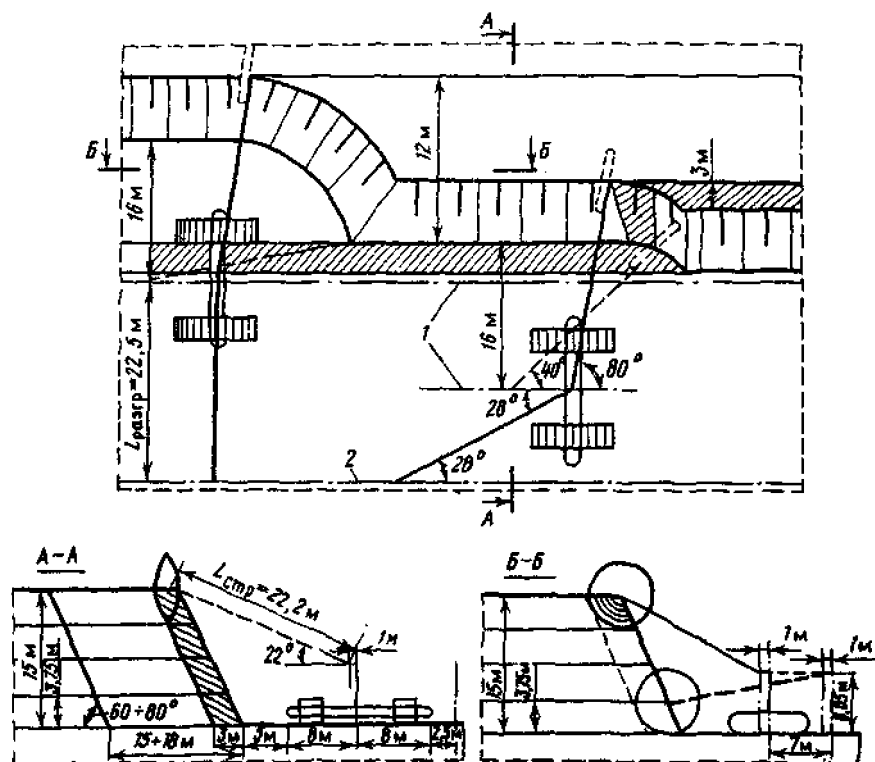


Рис. 16. Схема отработки уступа узкими торцовыми заходками:  
1 — ось движения экскаватора; 2 — ось ж.-д. пути

линейных параметров экскаваторов зависит от угла подхода ротора к забою, допустимого безопасного расстояния от нижней бровки уступа до выступающей части ходовой тележки, длины роторной стрелы и устойчивости откоса уступа.

Например, экскаватор SRs(k)-470, работающий в узком торцовом забое (рис. 16), 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, определилась при отработке забоев разной ширины роторными экскаваторами с теоретической производительностью 1000—1250 м<sup>3</sup>/ч. Результаты исследований подтвердили, что заходка шириной 3 м является физическим пределом для машинистов при ручном управлении машиной. Дальнейшее снижение ширины заходки, вероятно, возможно лишь при программном управлении экскаватором. 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.

Производительность экскаватора, работающего в узком торцовом забое, заметно снижается, например, при ширине заходки 3, 5 и 10 м — соответственно на 40, 26 и 14 %. Кроме того, работа экскаватора по данной схеме связана с дополнительными передвижками забойных железнодорожных путей, что ведет к увеличению трудоемкости и повышению себестоимости добычи угля.

В ходе промышленных испытаний экскаватора, работающего по данной схеме, выявили необходимость поддержания угла откоса уступа, равного углу падения пачек, с целью уменьшения потерь и разубоживания угля и предотвращения обрушений откоса при подрезке слоев ротором по высоте. В целом же данная схема достаточно полно соответствует 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 отработкой 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° и 12—40°.

Отработка забоя по этой схеме производится в следующем порядке. При высоте уступа, равной максимальной высоте копания экскаватора, верхний слой высотой, обычно равной 0,7 от диаметра ротора, отрабатывается вертикальными стружками. Последующие слои отрабатываются горизонтальными стружками по ширине до встречи с контактирующими породными прослойками, или угольной пачкой, или их комплексами (рис. 17), что позволяет повысить производительность экскаватора на 15—20% по сравнению с отработкой вертикальными стружками. Наличие породных и угольных прослоек в верхней части забоя при отработке его вертикальными стружками приводит иногда к большим потерям или разубоживанию угля. В этом случае забой полностью отрабатывается горизонтальными стружками.

Селективная выемка угольных и породных комплексов ведется, в основном, путем выборочной и последовательной отработки забоя с погрузкой массы в угольный или породный состав. Погрузку угля или породы осуществляют при разработке экскаваторами: SRs(k)-470 и ЭРП-1250 — на один железнодорожный путь; SRs(k)-2000 и, особенно, ЭРШРД-5000 — на два железнодорожных пути (на один подают угольный состав, на другой — породный). Размеры потерь и разубоживания угля для условий разрезов «Богатырь» и «Северный» при угле падения пластов 12° составили 0,38 и 0,3 м, при угле 25° — 0,54 и 0,32 м на один контакт, что на 20—25% ниже, чем при валовой выемке.

Если забой состоит из часто переслаивающихся угольных пачек и породных прослоек малой мощности (менее 1—2 м), а зольность горной массы превышает допустимые пределы, то его отрабатывают, как правило, вертикальными стружками с погрузкой высокозольной горной массы в породные составы.

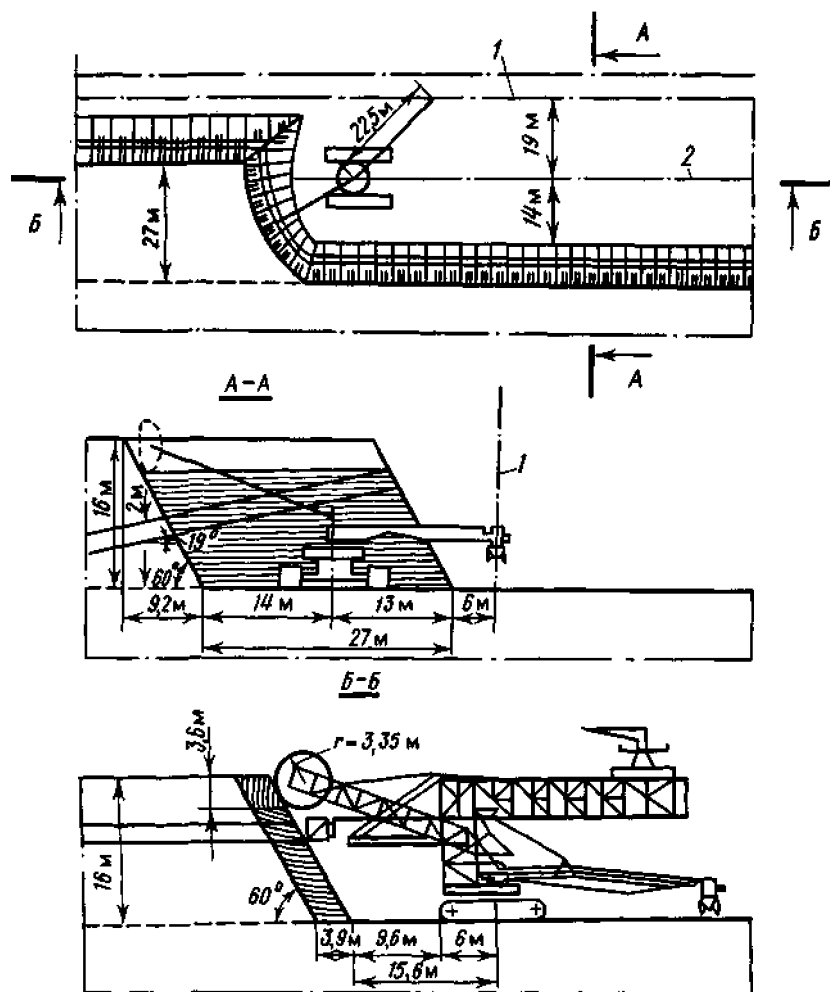


Рис. 17. Схема отработки уступа с одного положения оси передвижения экскаватора:

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, осуществляется при последовательно управляемом обрушении отдельных слоев 1—4 массива (рис. 18), предварительно ослабленного взрывом, и максимальном использовании параметров роторного экскаватора. Поворот роторной стрелы в сторону откоса уступа, независимо от обрабатываемого слоя на контакте с вновь образуемым откосом уступа, производится, как

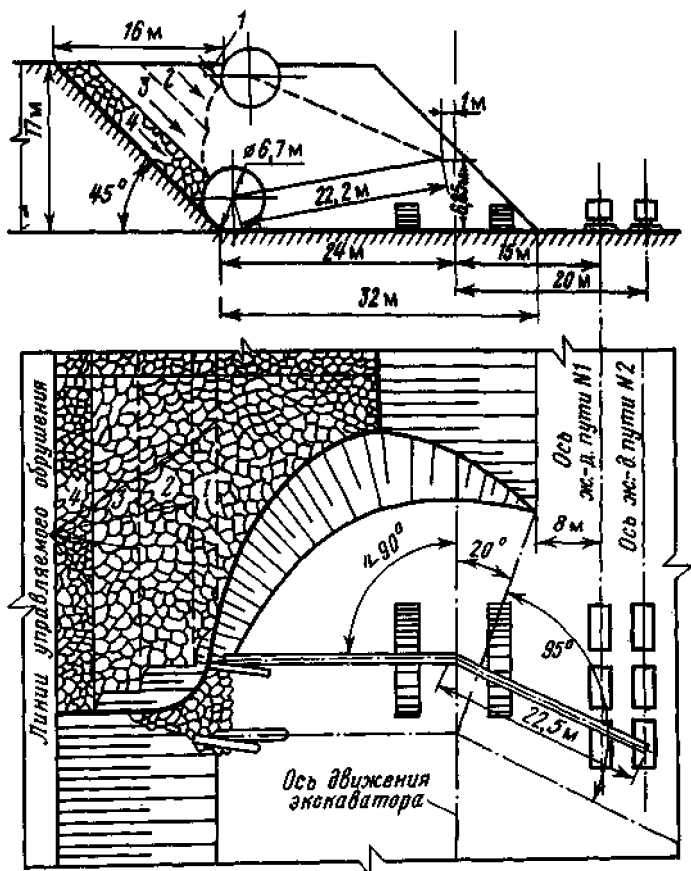


Рис. 18. Схема отработки уступа с использованием управляемого обрушения

правило, на  $90^\circ$ . При этом с увеличением высоты забоя и уменьшением угла залегания пластов ширина заходки увеличивается.

Селективная выемка угля по данной схеме ведется с двух положений оси передвижения экскаватора: с первого (наиболее удаленного от железнодорожного пути) отгружается угольный или породный комплекс, расположенный на откосе уступа со стороны железнодорожного пути, со второго производится выборочная отработка остальной части забоя. Выемка прослоек по этой схеме ведется, как правило, по всей высоте забоя.

При работе по данной технологической схеме увеличилась до 30—32 м ширина обрабатываемой заходки, снизились затраты на передвижку железнодорожных путей и контактных сетей, энергоемкость экскавации, потери, разубоживание и зольность угля, повысилась производительность экскаватора, а также безопасность ведения горных работ за счет ликвидации обвалов крупногабаритных кусков горной массы. Однако

такие технологическая схема и способы отработки крутопадающих (60—80°) пластов имеют относительно ограниченную область применения — они внедрены, в основном, на одном из участков разреза «Северный».

*Отработка забоя с двух положений оси передвижения экскаватора.* Эта схема получила распространение при углах залегания пластов 40—60°. В процессе разработки 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 очень часто приводит к повреждениям машины. Для предотвращения обрушений необходимо, чтобы угол откоса уступа был равен углу падения угольных пачек и породных прослоек. Однако роторные экскаваторы SRs(k)-470 и другие такого же типа, имеющие невыдвинную стрелу и малый угол подхода ротора к забою, не обеспечивают заоткоску уступа под углом менее 60° без значительного уменьшения высоты уступа или ширины заходки. Следовательно, в данном случае эффективность применения существующих типов роторных экскаваторов снижается.

С учетом перечисленных факторов, а также в целях снижения размеров эксплуатационных потерь и засорения угля, 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 или нескольких блоков с двух положений оси передвижения экскаватора (рис. 19).

При валовой выемке экскаватор устанавливают на максимальном расстоянии от оси I железнодорожного пути у нижней бровки уступа и с этого положения I вертикальными стружками вынимают на глубину блока два верхних слоя высотой по 4 м. Затем экскаватор перемещают ближе к железнодорожному пути и с данного положения II отрабатывают два нижних слоя.

При селективной выемке угля перемещение экскаватора и отработку забоя осуществляют в следующем порядке. С положения II отгружают угольный или породный комплекс, расположенный со стороны железнодорожного пути. Затем с положения I отрабатывают верхнюю часть забоя с выборочной выемкой до вновь образуемого откоса уступа. После этого экскаватор снова перемещают в положение II и отрабатывают нижнюю часть забоя также с выборочной выемкой угля и породы.

При работе экскаватора по данной технологии выемки получили возможность заоткоски уступа под углом, равным углу падения слоев (40—60°), снизили потери и разубоживание угля за счет отработки ротором контакта по напластованию пачек, а также обеспечили безопасные условия работы обслуживающего персонала и экскаватора. Снижение производительности из-за уменьшения угла откоса уступа и дополнительных перемещений экскаватора компенсируется сокращением аварийных простоев, связанных с обрушением откоса уступа. Возможные

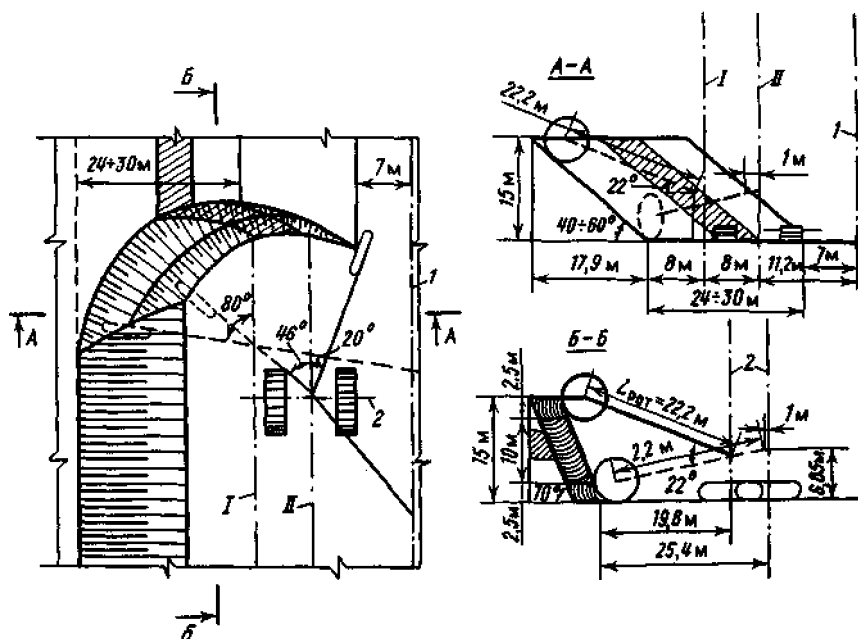


Рис. 19. Схема отработки уступа с двух положений оси передвижения экскаватора: 1, 2 — оси соответственно ж.-д. пути и экскаватора; I, II — положения экскаватора при работе

эксплуатационные потери и разубоживание угля составляют соответственно 0,36 и 0,28 м на один контакт, зольность товарного угля, по сравнению с общепринятыми схемами разработки, снижается на 1,5%.

Данная схема получила наибольшее распространение на разрезе «Северный» при отработке участков угольного массива, не требующего буровзрывного рыхления и характеризующегося коэффициентом сопротивления копанью не более 0,8 МПа.

Внедрение рассмотренных технологических схем разработки с помощью роторных экскаваторов позволило снизить только за первые 10 лет массового использования роторной техники потери угля с 10,3 до 7,1% и получить дополнительно около 4 млн т кондиционного угля.

## 18. ВАЛОВАЯ РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

В связи с пересмотром и утверждением новых кондиций на экибастузских разрезах осуществляется постепенный переход на валовую выемку угля.

В настоящее время в отечественной и зарубежной практике при разработке угольных залежей сложного строения 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 са-

мостоятельные уступы, слои и заходки возможно при их мощности, близкой к высоте черпания экскаватора или ширине заходки, что значительно сужает область применения валового способа отработки забоев при селективной выемке. При валовой выемке пластов на разрезе 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 составит 5,67%, при горизонтальных — 6,15%; максимальная зольность угля в отдельных вагонах соответственно — 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 преимуществам 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 горизонтальные слои высотой, равной мощности раздельно извлекаемых пачек угля и породных прослоек, или на узкие заходки (при крутом падении), ширина которых принимается равной горизонтальной мощности выделяемых структур. Выемка выделенных подступов, слоев и узких заходок ведется валово, поочередно, с опережением в плане на расстоянии, гарантирующие безопасную работу выемочно-погрузочного оборудования. При раздельно-валовом способе обеспечивается извлечение полезного ископаемого при незначительном его разубоживании, но требуется выполнение большого числа вспомогательных операций по перемещению экскаваторов, замене составов, нарезке заходок и подступов.

*Выборочно-валовый способ* широко применяют при разработке пластов весьма сложного строения с большим количеством маломощных пачек и породных прослоек. Принципиальной основой его являются валовая выемка части забоя или слоя (при работе роторными экскаваторами), 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, равной 0,5—0,7 диаметра роторного колеса, эффективна при мощности породных прослоек, встречающихся в обрабатываемом слое, равной 1,5—3 м.

Начавшийся на угольных разрезах ПО «Экибастууголь» постепенный переход на общую валовую выемку угля 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, соответствующего ГОСТу, качества поставляемого угля.

## 19. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАЗРАБОТКИ УГЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА

Конвейеризация добычных работ позволяет полнее реализовать конструктивные особенности роторных экскаваторов, повысить их производительность, избежать необходимости подачи вагонов парка МПС на угольные уступы, автоматизировать работу добычного комплекса, снизить амплитуду колебаний зольности товарного угля, улучшить его качество за счет усреднения из различных забоев непосредственно в процессе транспортирования.\* По сравнению с ремонтом железнодорожного транспорта ремонт конвейеров менее сложен и трудоемок, а обслуживание значительно проще.

В мировой практике открытых горных работ известны случаи применения ленточных конвейеров в различных горно-геологических и климатических условиях. Например, в Канаде конвейерная линия производительностью в 3000 т/ч эксплуатируется в зимнее время при температуре  $-55^{\circ}\text{C}$ . 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 транспортирования угля, является стабильность их производительности независимо от времени года.

Как было отмечено выше, Экибастузский бассейн характеризуется различными условиями залегания угольных пластов и относится к району с суровым климатом. Выбор схемы работы конвейерного транспорта зависит от условий залегания пластов, например: конвейерные подъемники можно оборудовать в наклонных стволах, галереях, открытых траншеях; вскрывающие выработки могут располагаться по простиранию, вкрест простирания или по падению залежи; фронт добычных работ может быть одноуступный и многоуступный. Особенности 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.

Первые детальные проектные проработки по использованию конвейерного транспорта содержались в техпроекте разреза «Восточный», расположенного на разведочных полях 7 и 8. На основании этих проработок, выполненных Карагандагипрошахтом совместно с УкрНИИпроектом и ИГД АН Казахстана, впервые в Экибастузском бассейне для условий данного разреза было обосновано применение конвейеров для транспортирования угля.

Так как на разрезе «Восточный» лежащий борт залежи является стационарным и имеет угол наклона  $10-20^{\circ}$ , вскрытие угольных горизонтов производилось наклонными траншеями, в которых разместили угольные подъемники. Схема вскрытия обеспечивала независимую

---

\* Мельников Н. В. и др. Принцип поточной технологии с конвейеризацией транспорта на открытых работах. М., 1968.

транспортную связь каждого добычного экскаватора с поверхностью. Добычные работы осуществлялись роторными экскаваторами.

Были исследованы две технологические схемы разработки угля роторными экскаваторами в комплексе с конвейерным транспортом, отличающиеся числом добычных уступов: одноуступная и двухуступная. Проектом рекомендована двухуступная схема, при которой вскрытие добычных горизонтов осуществляется тремя наклонными подъемниками, расположенными на восточном стационарном борту разреза: северным 4, центральным 3 и южным 2 (см. рис. 11). В северном и южном подъемниках укладывают по одному наклонному конвейеру, в центральном — два наклонных конвейера.

Наклонные траншеи для угольных подъемников имеют уклон  $15^\circ$ . 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 наклонной траншеи не выводится на рабочую площадку добычного горизонта, а заглубляется под углом  $15^\circ$  настолько, чтобы подходящие соединительные конвейеры оказались вне торцевой части наклонной траншеи.

Транспортирование угля на поверхность от экскаваторов типа SRs(k)-2000M производится по четырем конвейерным линиям системой забойных, соединительных и подъемных конвейеров. Передвижка забойных конвейеров осуществляется после отработки с использованием перегружателя ПГ-2500/35 двух экскаваторных заходок шириной по 35 м, а переукладка забойных и соединительных конвейеров — 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 вкостр простирания угольных пластов горизонтальными слоями при высоте уступа 20 м.

По одноуступной технологической схеме принята разработка пластов 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 отрабатываются поочередно все пласты (3, 2 и 1). По двухуступной технологической схеме отрабатываются по верхнему горизонту пласты 1 и 2, по нижнему — пласт 3 четырьмя экскаваторными блоками длиной по 1400 м.

Выдача угольной массы пласта 3 на поверхность осуществляется через северный и южный подъемники, пластов 1 и 2 — через центральный, уголь к которому подается по соединительным конвейерам ЛКС (см. рис. 11), расположенным на временном целике. Оработка этого целика предусмотрена на соединительный конвейер, укладываемый для транспортирования угля пластов 1 и 2 с правого крыла разреза.

При отработке пласта 3 движение лент забойных конвейеров ЛКЗ каждого комплекса встречное в направлении к соединительным конвейерам ЛКС северного и южного подъемников. При переходе добычных работ на пласты 1 и 2 необходима смена направлений средних забойных конвейерных ставов для работы забойных конвейеров каждого

из двух комплексов в одном направлении к соединительным конвейерам центрального подъемника.

Для обеспечения принятой двухступенной схемы следует иметь минимальное опережение по глубине левого крыла разреза на один горизонт.

Анализируя указанные технологические схемы отработки угля, можно сделать следующие выводы.

При одноступенной технологии обеспечиваются: относительно простая схема конвейерных линий при минимальной протяженности забойных конвейеров (2800 м), наименьшее расстояние транспортирования угля, большая концентрация добычных работ, расположение всех четырех экскаваторных блоков на одном горизонте, годовое подвигание добычного фронта 340 м. Однако из-за малой длины экскаваторных блоков подготовка новых горизонтов осуществляется в стесненных условиях и при более высоком коэффициенте вскрыши.

При двухступенной технологии схема конвейерных линий усложняется по мере увеличения длины забойных конвейеров до 5600 м, а размещение четырех экскаваторных блоков на двух горизонтах затрудняет подъезд автотранспорта. К недостаткам этой технологии следует также отнести смену направлений транспортирования угольной горной массы при переходе от отработки пласта 3 на отработку пластов 1 и 2, необходимость отработки целиков под соединительные конвейеры к центральному подъемнику. В то же время, при отработке двумя уступами снижается текущий коэффициент вскрыши, сокращаются темпы годового подвигания добычного фронта до 170 м, повышается срок службы горизонта, возрастают вдвое готовые к выемке запасы.

Выбор двухступенной технологической схемы обусловлен отсутствием опыта применения конвейерного транспорта на экибастузских разрезах, а также возможностью перехода в процессе эксплуатации на любую схему разработки пластов без изменения стационарных подъемников 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 предусматривает четкую взаимоувязку работ по подготовке и отработке новых горизонтов, отработке межблочных целиков, углубке траншей под угольные подъемники, монтажу и демонтажу конвейерных линий.

Нарезку новых горизонтов в почве пласта 3 по угольной массе осуществляют экскаваторами типа SRs(k)-2000M. Роторный экскаватор после отработки части запасов на основном горизонте переводят на нарезку нового горизонта и затем им же в комплексе с межступенным перегружателем производят погрузку угля на находящиеся в том же положении забойные конвейеры вышележащего основного горизонта. Это позволяет совместить погрузку угля одним роторным экскаватором на забойные конвейерные линии без изменения их положений, сократить работы по монтажу и демонтажу конвейеров, а также создать запас

времени (более года) для углубки траншей под угольные подъемники и монтажа новых конвейерных линий на новом горизонте. Начало нарезки нового добычного горизонта определяется подвиганием фронта работ от стационарного борта на расстояние, обеспечивающее ее нарезку, и углами 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 подъемников осуществляют экскаваторами ЭКГ-6,3У с использованием автомобильного транспорта.

Аналогичные технологические схемы разработки угля с применением 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 целесообразно угольные подъемники располагать в наклонных шахтных стволах за пределами контура разреза, поле разреза разделить на несколько блоков, добычные уступы разрабатывать роторными экскаваторами ЭРП-1250.

В настоящее время сделаны только первые шаги по разработке наиболее простых и надежных технологических схем с использованием конвейерного транспорта для доставки угля из разреза при разработке пластов с наклонным залеганием, а также по созданию конвейеров для этих целей. Исследования в этом направлении продолжаются.

## **20. КОНЦЕНТРАЦИЯ ДОБЫЧНЫХ РАБОТ И ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ**

Решающим фактором повышения эффективности экономики открытых горных работ является повышение их концентрации, которая сопровождается сосредоточением добычи угля в меньшем числе производственных единиц, а следовательно, увеличением нагрузки на один разрез. Однако при этом необходимо учитывать, что всякое увеличение нагрузки целесообразно до определенных пределов.

Экономически целесообразная концентрация достигается при оптимальном числе экскаваторов на разрезе. Для определения оптимальной концентрации добычных работ по разрезу в условиях разработки мощных сложноструктурных пластов необходимо установить оптимальные параметры единичного забоя. При этом значения максимальных параметров концентрации ограничиваются оптимальными показателями селективной выемки угля, уровнем его потерь и разубоживания, соотношением добычи из отдельных пластов к общему объему добычи, числом роторных экскаваторов, приходящихся на один транспортный выход, условиями залегания пластов, шириной рабочих площадок, скоростью нарезки новых горизонтов.

Комплексная технико-экономическая оценка технологических схем разработки с применением роторных экскаваторов ЭРП-1250, ЭРП-2500, ЭРП-5000 произведена на примере разреза «Богатырь» (табл. 7).

**Технико-экономические показатели разработки разреза «Богатырь»  
роторными экскаваторами**

| Показатели                                                                                                   | ЭРП-1250 | ЭРП-2500 | ЭРП-5000 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| Возможное (по условиям залегания пластов) число одновременно отрабатываемых добычных уступов                 | 4        | 2        | 1        |
| Число экскаваторов                                                                                           | 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 1 прослоек                                                                             | 0,212    | 0,344    | 0,404    |
| Коэффициент разубоживания на 1 прослоек                                                                      | 0,132    | 0,192    | 0,248    |
| Зольность угля при селективной выемке, %                                                                     | 36,7     | 37,9     | 38,4     |
| Суммарные затраты за 20 лет в пересчете на условное топливо, приведенные к одинаковому объему добычи, млн р. | 485      | 398      | 836      |

На разрезах Экибастузского бассейна достигнуты высокие показатели концентрации добычных работ. Так, в 1980 г.: среднесуточная нагрузка на один разрез составила 90,9 тыс. т. угля, а средняя годовая нагрузка на добычной забой — 3, на разрезе «Богатырь» — 3,5 и в отдельных забоях — 7 млн т угля, выход угля с 1 м погонной длины забоя составил — 1570 т, по разрезу «Богатырь» — 3900 т; удельная протяженность фронта добычных работ составила 800, а по разрезу «Богатырь» — 340 м на 1 млн т годовой добычи. Указанные показатели постепенно улучшаются за счет ввода новых мощностей на действующих разрезах и строительства новых мощных разрезов, полной замены добычных одноковшовых экскаваторов роторными, повышения уровня использования добычного оборудования, широкой конвейеризации доставки угля, внедрения средств АСУ технологическими процессами.

Одним из основных факторов, обеспечивающих увеличение концентрации горных работ в единичном забое, а следовательно, и в целом по разрезу, является интенсификация использования добычного оборудования. Интенсификация же горных работ сопровождается некоторыми отрицательными явлениями (рост темпов углубления горных работ, увеличение расстояния транспортирования угля, усложнение трасс движения), которых, однако, можно избежать.

В настоящее время добычные работы на разрезе «Северный» ведутся на глубине более 180 м, а на разрезе «Богатырь» — 148 м. Углубление горных работ возросло до 8—12 м в год. Наибольшая трудоемкость работ (50—55%) по добыче угля приходится на его транспортирование.

В конкретных условиях Экибастузского бассейна основными направле-

лями интенсификации использованного мощного добычного оборудования следует считать: повышение темпов нарезки новых добычных горизонтов роторными экскаваторами в комплексе с перегружателями; 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 пунктов в каждом добычном забое роторного экскаватора; внедрение непрерывного конвейерного транспорта для доставки угля от забоя до поверхности; равномерную подачу порожних составов парка МПС и доведение неравномерности подачи их до предусмотренной нормами технологического проектирования; сокращение времени ремонтов мощных роторных экскаваторов.

По мере углубления горных работ сокращается протяженность добычной рабочей зоны (например, на глубине 200 м она составит 16 км, на глубине 300 м — 15 км и на глубине 500 м — 11 км), поэтому для обеспечения предусмотренных объемов добычи при изменении горных условий необходима замена роторных экскаваторов по мере их износа на более мощные: на разрезе «Северный» — на ЭРП-2500, на разрезах «Богатырь» и «Восточный» — на ЭРШРД-5250. Замену необходимо приурочить к моменту перехода горных работ на участки с более пологим залеганием угольных пластов, горизонтальная мощность которых обеспечивает размещение крупных роторных экскаваторов. Одновременно с этим необходимо увеличить число добычных уступов до 3, принять ступенчатую форму дна разреза (по простиранию пластов). За счет выполнения указанных рекомендаций сохраняются на уже достигнутом уровне средняя длина экскаваторного блока при добычных работах и число экскаваторов на один транспортный выход (не более 2).

## Глава 6

### КАЧЕСТВО УГЛЯ

#### 21. КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Угли Экибастузского бассейна — каменные, гумусовые, представленные блестящими (1—7%), полублестящими (26—39%), полуматовыми (43—45%) и матовыми (10—25%) их разностями. Кроме этого угли почти всех пластов являются сильно минерализованными и после обогащения содержат по-прежнему значительное количество минеральных примесей. По степени метаморфизма угли относятся к газовым, жирным и коксовым.

Угли бассейна существенно различаются как по плотности, так и по зольности (табл. 8). Углистые породы с зольностью более 50% располагаются в интервале значений плотности 1,65—2,2 т/м<sup>3</sup>. Последнее объясняется большим или меньшим насыщением их углистым веществом, что в свою очередь обуславливает значительные колебания выхода золы (50—75%). Среднее значение плотности для этих пород 1,89 т/м<sup>3</sup> соответствует зольности 60,6%.

Характерная особенность экибастузских углей — высокая насыщенность органической массы тонкодисперсными минеральными примесями, представленными каолинитом (54%), кварцем (28%), сидеритом (10%), кальцитом (5%), гипсом (2%) и магнезитом (1%).

## Характеристики горной массы пластов 1, 2 и 3

| Состав горной массы                           | Плотность,<br>т/м <sup>3</sup> | Зольность,<br>% | Коэффициент<br>пористости |
|-----------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------|
| Угли зольностью, %:                           |                                |                 |                           |
| 0—20                                          | 1,29                           | 16,4            | 11,7                      |
| Свыше 20 до 30                                | 1,37                           | 25,5            | 12,2                      |
| » 30 » 40                                     | 1,47                           | 35              | 10,4                      |
| » 40 » 45                                     | 1,55                           | 42,3            | 9,9                       |
| » 45 » 50                                     | 1,64                           | 46,8            | 9,4                       |
| Углистая горная масса зольностью<br>более 50% | 1,89                           | 60,6            | 6,9                       |
| Аргиллиты, алевролиты, песчаники              | 2,26                           | 78,2            | 0,9                       |

Примечание. Приведены средние значения плотности и зольности.

Угольная масса всех пластов имеет высокую зольность, обусловленную дисперсным распределением в ней минеральных примесей. Общей закономерностью для бассейна является некоторое увеличение зольности по мере погружения пластов, а также в зонах разрывных нарушений, главным образом, за счет замещения угольных пачек породными прослойками и наложенной минерализации.

Содержание аналитической влаги в углях в большинстве случаев колеблется от 1 до 3%, рабочей влаги — от 5 до 11%. Содержание фосфора — от 0,02 до 0,108%, выход летучих веществ для пластов 1 и 3 составляет 28%, для пласта 2 — 25%. Угли бассейна — малосернистые с содержанием серы в пределах 0,5—0,8%. Теплота сгорания рядовых углей в пересчете на горючую массу изменяется в среднем от 30,6 до 33,2 МДж/кг.

Зола экибастузских углей обладает тугоплавкостью, что является положительным фактором. Однако высокое содержание кремнезема обуславливает ее повышенную абразивность, что способствует усиленному износу хвостовых поверхностей котлов при пылевидном сжигании угля 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 м<sup>3</sup>/т горючей массы угля. В интервале последующих 200 м увеличение газоносности не превышает 2—5 м<sup>3</sup>/т, а на участках максимального погружения пластов она составляет не более 20 м<sup>3</sup>/т горючей массы. Газоносность вмещающих пород и внутрипластовых породных прослоек на этих же глубинах не превышает 3 м<sup>3</sup>/т породы. Основными компонентами газов являются метан и азот, поэтому угольная пыль экибастузских углей является взрывоопасной.

Исходя из качественной характеристики и трудности обогащения экибастузские угли не пригодны для использования в коксохимической промышленности, но могут быть рекомендованы в рядовом виде как энергетическое топливо для пылевидного сжигания. Более чем 30-летняя практика использования экибастузских углей в качестве энергетического топлива показала высокую эффективность их сжигания на крупных тепловых электростанциях.

Пользование геолого-технологическими картами отработки забоев способствует повышению качества селективной разработки сложноструктурных угольных забоев и обеспечению стабильной, заданной ГОСТом, зольности отгружаемого потребителям товарного угля. Геолого-технологические карты составляются индивидуально для каждого угольного забоя (экскаватора) на каждые рабочие сутки и выдаются каждой экскаваторной бригаде на наряде, а также начальнику горно-добывающего участка и начальнику смены разреза.

В геолого-технологической карте указывают параметры заходки, расположение экскаватора относительно железнодорожного пути, последовательность отработки забоя, способ выемки угля и породных прослоек, структуру забоя, низшую удельную теплоту 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 на определенное подвигание забоя (например, 30 м).

Геологическая часть карты разрабатывается участковым геологом на основе материалов бороздового опробования и ежесуточной геологической зарисовки забоя. Бороздовые пробы отбираются уступным пробоотборником УП-2М, специально сконструированным Гипрогормашем (г. Караганда) совместно с ПО «Экибастузуголь». Сечение борозды — прямоугольное с размером сторон не менее 10 см по ширине и глубине. Расстояние между бороздами обычно составляет 50—100 м, а при сложном строении пластов иногда сокращается до 20—30 м. Порядок отбора бороздовых проб в зависимости от сложности строения пласта или наличия тектонических нарушений устанавливает участковый геолог. В процессе отбора угольные и породные прослойки малой мощности группируют в пластовые пробы, составляющие угольные или породные комплексы мощностью не менее 0,5 м, а затем отправляют их в химлабораторию для определения зольности, низшей теплоты сгорания и плотности. По отобранным пробам производится зарисовка забоя и заполняется геологическая часть карты. Предварительная зачистка площадки на угольном уступе для бороздового опробования осуществляется бульдозером. Применение уступных пробоотборников УП-2М заметно сокращает трудоемкость работ и повышает представительность проб.

Технологическая часть карты разрабатывается технологом на основе накопленного опыта и принятой для конкретного забоя технологической схемы отработки. Мощность угольных и породных комплексов в геолого-технологической карте принимается равной (или большей) минимальной величине по условиям селективной выемки в соответствии с утвержденными кондициями по зольности и принятой для данного типа роторного экскаватора степени селекции. В зависимости от качественных показателей (теплота сгорания, зольность) в карте указывают назначение комплекса — включение его в добычу угля или отгрузка в отвал горной массы.

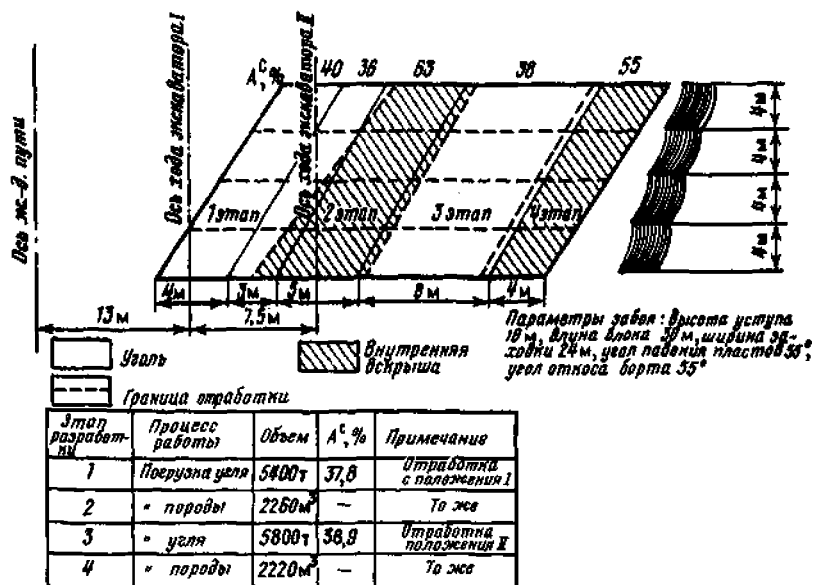


Рис. 20. Геолого-технологическая карта отработки забоя

Рассмотрим геолого-технологическую карту отработки забоя пласта 3 (рис. 20), которая осуществляется следующим образом. Для отработки угольного комплекса (1 этап) экскаватор устанавливают на минимальном расстоянии от железнодорожных путей (ось хода экскаватора I). С этого положения отработывают этапы 1 и 2, после чего экскаватор переводят в новое положение (ось хода экскаватора II) и отработывают этапы 3 и 4. Порядок отработки забоя с двух положений оси передвижения экскаватора обеспечивает более качественную отработку угольного пласта 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.

## 23. 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 простоям (до 3 ч) груженых вагонов под опробовательскими операциями при подготовке и формировании угольных маршрутов для отправки потребителям.

В целях совершенствования метода определения зольности угля КНИУИ и УралВТИ совместно с ПО «Экибастузуголь» в 1975—1978 гг.

были проведены 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 (%), плотность ( $\text{т/м}^3$ ) и мощность (м). По показателям пластовых проб и на основе геолого-технологической карты с учетом принятой технологии разработки рассчитывали зольность в массиве — блоке. Зольность товарного угля в маршруте (партии) определяли как средневзвешенную по долевого участию груженых подач и их зольности [4].

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 соответствует требованиям ГОСТ 10742—71; расхождение показателей зольности между данными поставщика и потребителя сократилось в 1,4—2 раза.

Исходя из результатов проведенных исследований и накопленного положительного опыта, а также 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 ежесуточно составляемым геолого-технологическим картам. Этот метод является наиболее объективным и прогрессивным, способствует быстрейшему развитию добычи угля в Экибастузском бассейне.

Контроль за качеством товарного угля в ПО «Экибастузуголь» возложен на Управление технического контроля качества угля и стандартов, являющееся самостоятельной производственной единицей в составе объединения. Приемке по качеству путем наружного осмотра как на углесборочных станциях, так и непосредственно в забое подлежит каждая подача из груженных углем железнодорожных вагонов, вывозимая из разреза. Кроме этого осуществляется контроль за отработкой забоев в соответствии с геолого-технологическими картами. При несоответствии карты фактической структуре забоя уголь данного забоя подвергается опробованию из железнодорожных вагонов до приведения геолого-технологической карты в соответствии со структурой забоя. Если при наружном осмотре подачи возникает сомнение по поводу соответствия качества угля требованиям ГОСТа, то производят взятие контрольной пробы. Отбор проб из железнодорожных вагонов осуществляют специально созданным в Экибастузе самоходным грейферным пробоотборником на железнодорожном ходу.

## Требования к качеству экибастузских углей

| Показатели                                                               | Нормы для углей группы |                  |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------|
|                                                                          | I                      | II               |
| Нормы для партий (маршрутов):                                            |                        |                  |
| низшая удельная теплота сгорания $Q_{\text{н}}^p$ ,<br>МДж/кг (ккал/кг): |                        |                  |
| средняя                                                                  | 17,156<br>(4150)       | 14,444<br>(3450) |
| предельная                                                               | 16,119<br>43           | 12,56<br>53      |
| зольность $A^c$ (предельная), %                                          | 300                    |                  |
| максимальный размер кусков, мм, не более                                 |                        |                  |
| Нормы для вагонов:                                                       |                        |                  |
| низшая удельная теплота сгорания, $Q_{\text{н}}^p$ ,<br>МДж/кг (ккал/кг) | 14,654<br>(3500)       | 11,923<br>(2850) |
| зольность $A^c$ , %                                                      | 47                     | 55               |

Примечание. Разрешается поставка углей I группы в объеме 5% от общей поставки с низкой удельной теплотой сгорания  $Q_{\text{н}}^p = 15,491$  МДж/кг (3750 ккал/кг) и зольностью  $A^c = 44\%$ .

Многолетний опыт поставки экибастузского угля с определением зольности по описанному выше методу показал, что качество товарного угля соответствует ГОСТу.

С учетом требований потребителей к экибастузским углям, проведенных научных и проектных исследований, опыта эксплуатации роторных экскаваторов в 1979 г. был утвержден ГОСТ 8779—79 «Угли Экибастузского бассейна для пылевидного сжигания. Технические требования», устанавливающий требования к качеству угля (табл. 9).

Каждую партию (маршрут) в составе 50—60 полувагонов парка МПС формируют на углесборочных станциях из так называемых угольных подач (11—17 полувагонов). Низшую теплоту сгорания (МДж/кг) одной подачи рассчитывают на основании данных геолого-технологической карты отработки забоя:

$$Q_{\text{н. заб}}^p = \frac{\sum Q_{\text{н}}^p S_i \gamma_i}{\sum S_i \gamma_i},$$

где  $Q_{\text{н}}^p$  — теплота сгорания угольных или породных пачек, МДж/кг;  $S_i$  — площадь сечения угольных или породных пачек,  $\text{м}^2$ ;  $\gamma_i$  — плотность угольных или породных пачек,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

Полученное значение  $Q_{\text{н. заб}}^p$  распространяется на все подачи, загруженные из этого забоя согласно геолого-технологической карте.

Теплоту сгорания (МДж/кг) товарного угля в партии (маршруте)  $Q_{\text{н. парт}}^p$  определяют расчетным путем как средневзвешенную по долевого содержанию различных пород, загруженных углем в отдельных забоях, и теплоте сгорания угля в этих подачах  $Q_{\text{н. под}}^p$ :

$$Q_{\text{н. парт}}^p = \frac{\sum Q_{\text{н. под}}^p m_{\text{под}}}{\sum m_{\text{под}}},$$

где  $m_{\text{под}}$  — масса угля в подаче, т.

Таким образом, теплота сгорания товарного угля в маршруте принимается как средневзвешенная величина для соответствующих экскаваторных забоев на основании Справки о качестве угольных забоев для определения расчетной теплоты сгорания маршрутов угля, составляемой главным технологом и главным геологом и утвержденной главным инженером разреза. Справка выдается опробовательному пункту на сутки. В случае неожиданного изменения в течении этих суток структуры забоев и качества угля указанную Справку корректируют. Подачи, из которых производится отбор проб товарного угля, включают в маршрут с показателем  $Q^p$ , полученным по результатам химанализа в лаборатории. Расчетную теплоту сгорания каждой подачи угля, загружаемой на складе, определяют как средневзвешенный показатель калорийности поступившего на склад угля. Мастер опробовательного пункта разреза формирует маршруты по теплоте сгорания, а также расчетным путем в специальном журнале (карте формирования маршрута) устанавливает порядок распределения порожних вагонов (подач) в экскаваторные забои и накопления груженых вагонов на маршруты методом набора вариантов подач. Аналогичным способом рассчитывают зольность товарного угля.

С целью повышения качества отгружаемого угля специалистами производственного объединения впервые в отрасли была разработана и внедрена комплексная схема управления качеством угля (КСУКуголь). Эта работа проведена в соответствии с методическими материалами Госстандарта СССР и отраслевыми руководящими и методическими указаниями. КСУКуголь базируется на стандартах предприятий (СТП), основу которых составляют государственные и отраслевые стандарты.

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 опыт внедрения свидетельствуют об их высокой эффективности: значительно снижено колебание зольности товарного угля; заметно сокращены расхождения с потребителями по показателю зольности; снижены потери угля; повышены качество загрузки железнодорожных вагонов и производительность добычных экскаваторов [4].

В 1979 г. указанные СТП переработали с учетом накопленного опыта их применения, а в 1982 г. дополнительно разработали еще один СТП, регламентирующий порядок усреднения угля в вагонах в процессе разработки забоев роторными экскаваторами.

## 24. УСРЕДНЕНИЕ ЗОЛЬНОСТИ ТОВАРНОГО УГЛЯ

На действующих разрезах подача транспорта МПС под погрузку угля осуществляется неравномерно. По данным анализа поступления порожних составов под погрузку, выполненного УкрНИИпроектом на разрезах «Богатырь» и «Северный», интервалы времени между подачами составляют от

0,5 до 10,5 ч, причем наибольшее значение времени ожидания порожних составов (с вероятностью 0,95) достигает 8,5 ч. Вследствие неравномерности поступления вагонов МПС имеет место значительное недоиспользование роторной техники по производительности. Коэффициенты неравномерности, учитывающие потери производительности экскаваторов из-за неравномерности подачи вагонов под погрузку, по разрезам «Богатырь» и «Северный» составляют соответственно 0,8 и 0,9.

Более эффективное использование мощной добычной техники и ритмичная работа разрезов могут быть обеспечены путем строительства высокомеханизированных погрузочно-складских комплексов по примеру разреза «Восточный».

В связи с очень сложным строением пластов на действующих разрезах при средней зольности отгружаемого угля 38,5% зольность в отдельных вагонах, подачах и маршрутах колеблется в значительных пределах. КНИУИ было проведено опробование угля, добытого селективным способом, в вагонах и подачах, поступающих из разрезов. В результате получили: зольность угля в отдельных вагонах изменялась 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 еще больше, а часть добываемого угля имеет зольность, превышающую требования ГОСТ 8779—79.

Формирование однородности качества угля — многостадийный технологический процесс, состоящий из ряда последовательных операций.

В отечественной и зарубежной практике повышение однородности качества угля обеспечивается: получением достаточной и объективной информации о полезном ископаемом в результате предварительного прогнозирования качества угля на основании геологических данных и непрерывного контроля качества непосредственно в процессе работы добычных экскаваторов; определением конструкции фронта добычных работ и связанных с ним запасов полезного ископаемого, готовых к выемке, обеспечивающих добычу в режиме усреднения; усреднением добываемого угля на складах, в бункерах, штабелях, путем регулирования нагрузки на забой или другими известными способами, контролем качества топлива, отгружаемого потребителям.

Задачи прогнозирования и контроля качества угля, добываемого на экибастузских разрезах, успешно решаются специалистами объединения совместно с Карагандагипрошахтом, ИОТТ и УкрНИИпроектом.

Конструкцию фронта добычных работ определяют в зависимости от конкретных горно-геологических условий с таким расчетом, чтобы разработке подвергались различные по качеству угольные структуры, обеспечивающие требуемое среднее значение зольности добываемого угля по участкам или по разрезу в целом. Вопросы усреднения добываемого угля решаются в следующем порядке: на основании анализа горно-геологических условий конкретного месторождения и технико-экономических показателей схемы разработки выбирают рациональный вариант усреднения из уже известных способов с оптимизацией его параметров.

Строительство и эксплуатация усреднительных складов требуют значительных производственных затрат, поэтому достижение максимальной степени однородности (выравнивание) качества с минимальными затратами при заданном объеме добычи является 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 принимают решения по выравниванию качества. Горно-геологические факторы проявляются в изменении зольности угольных структур, наличии прослоек 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 обуславливает 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 прослоек, а также о горно-геологических условиях их залегания 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 используются соответствующие данные о качестве полезного ископаемого. Так, проектные решения основываются на данных детальной разведки, перспективное планирование — на данных детальной разведки и эксплуатационного опробования. Для оперативного планирования и управления процессом выравнивания качества используются данные непрерывного технологического опробования угля, т. е. текущая информация о зольности угольного потока.

К техническим факторам относятся типоразмеры выемочного оборудования и транспорта, выбираемые в соответствии с климатическими и горно-геологическими условиями конкретного месторождения. Установлено также, что увеличение числа добычных экскаваторов способствует интенсификации внутрикарьерного усреднения зольности угля в технологическом потоке при формировании железнодорожных маршрутов. Например, при увеличении числа экскаваторов с 1 до 4 снижается коэффициент вариации помаршрутной зольности угля на 25%, но при этом не изменяется колебание повагонной зольности.

Мощность добычного экскаватора в значительной степени влияет на интенсивность внутрикарьерного усреднения зольности угля. Применение более мощных экскаваторов ведет, обычно, к сокращению числа добычных забоев, поэтому интенсивность дальнейшего усреднения качества угля в технологическом потоке падает, а колебания помаршрутной зольности угля возрастают.

Сравнительный анализ результатов прогнозирования качества угля, вывозимого на поверхность железнодорожным, автомобильным и конвейерным транспортом, показал, что существует связь между динамикой колебания качества добываемого угля и видом внутрикарьерного транспорта: наибольшие колебания повагонной зольности угля, отгруженного потребителям, наблюдаются при использовании железнодорожного транспорта при загрузке его в вагоны непосредственно в забое, наименьшие — при использовании конвейерного транспорта. Динамика колебаний помаршрутной зольности угля практически не зависит от вида внутрикарьерного транспорта угля.

При поточной технологии добычи угля, как правило, используются 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 число добычных забоев, оказывают существенное влияние на изменение показателей качества добываемого угля, поэтому первоочередной задачей в общей системе формирования однородности качества угля является определение оптимальной конструкции фронта добычных работ.

Влияние уровня организации работ на качество добываемого угля сказывается 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 целесообразны только в том случае, когда они оправдываются при дальнейшем использовании топлива.

Уголь с разрезов должен разделяться по зольности на две группы в соответствии с ГОСТ 8779—79. При этом учитывают: возможность отгрузки со всех разрезов бассейна угля одинакового качества; усреднение только части объема угля (усреднению подлежит уголь группы II с зольностью более 53%); возможность с помощью средств АСУТП формировать железнодорожные маршруты в режиме усреднения угля по всем группам одновременно из всех пластов.

Значения ожидаемой средней зольности (%) добываемого угля при валовой выемке по Экибастузскому бассейну в целом, разрезам и пластам приведены ниже:

|                         |      |
|-------------------------|------|
| По разрезу:             |      |
| «Северный» .....        | 45,4 |
| В том числе по пластам: |      |
| 1 и 2 .....             | 37,6 |
| 3 .....                 | 49   |
| «Богатырь» .....        | 42,7 |
| В том числе по пластам: |      |
| 1 и 2 .....             | 34,8 |
| 3 .....                 | 47,1 |

|                           |      |
|---------------------------|------|
| «Восточный» .....         | 41,4 |
| В том числе по пластам:   |      |
| 1 и 2 .....               | 34,8 |
| 3 .....                   | 47,1 |
| По бассейну в целом ..... | 43,3 |
| В том числе по пластам:   |      |
| 1 и 2 .....               | 35,6 |
| 3 .....                   | 47,8 |

По данным исследований: средняя зольность угля по бассейну с переходом на валовую выемку возрастет на 5,1%; среднеквадратичное отклонение зольности угля в отдельных вагонах за длительный период на разрезе «Восточный» для пластов 1 и 2 составит 7%, для пласта 3—7,1%; максимальная зольность угля в отдельных вагонах для пластов 1 и 2 может достигать 56%, для пласта 3—68%. Для снижения зольности угля до требований ГОСТа необходимо его усреднение.

С учетом принятой на разрезе «Восточный» технологической схемы разработки, предусматривающей в начале технологического процесса отделение угля внутренней вскрыши, совмещение угольных потоков различных забоев и продольный сдвиг части угольного потока, максимальная зольность угля в отдельных вагонах снизится и составит для пластов 1, 2 и пласта 3 соответственно 50,4 и 63,9%. Проведенные расчеты подтвердили, что склады могут выполнять функции как аккумулярования, так и усреднения части угля.

Для складирования и усреднения полезных ископаемых в мировой практике применяют открытые склады штабельного типа или бункера большой вместимости.

*Открытые склады штабельного типа* оборудуются штабелеукладчиками и специальными усреднительными машинами барабанного типа, одно- и двухроторного типов, многоковшовыми машинами мостового типа, порталными скребковыми агрегатами, роторными погрузчиками.

В нашей стране специальные усреднительные машины еще не получили большого распространения, поэтому усреднение угля производится, в основном, на обогатительных фабриках. В качестве усреднительных сооружений используются, как правило, дозирочно-аккумулирующие бункера небольшой вместимости. На предприятиях с значительными объемами переработки и высокими требованиями к качеству усреднения применяются открытые штабельные склады со специализированным усреднительным оборудованием единичной мощностью 3000—5000 т/ч. К такому оборудованию относятся барабанные и роторные машины с обрушающей «боронной» фирм «Везерхютте» (Германия) и «Делаттр-Лививьер» (Италия) и мостовые машины с многочерпаковым цепным органом (ЧСФР).

При менее жестких требованиях к качеству усреднения применяются роторные экскаваторы-погрузчики облегченного типа (реклаймеры) производительность до 2500—5500 м<sup>3</sup>/ч, работающие на штабелях высотой 11—18 м.

Отсыпка штабелей осуществляется ленточными штабелеукладчиками. Каждому типу усреднительной машины соответствует определенный способ отсыпки штабеля, обеспечивающий наилучшие показатели.

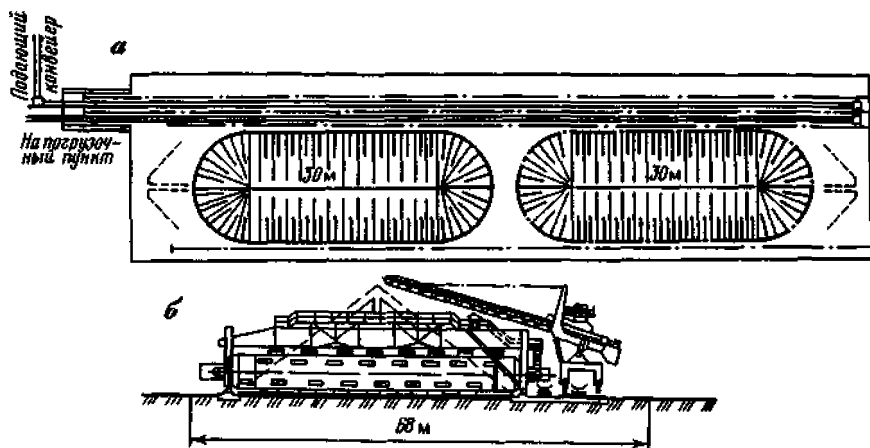


Рис. 21. Схема штабельного склада (а) с усреднительными машинами барабанного типа (б) фирмы «Везерхютте» (Германия)

Длинные бункеры большой вместимости со щелевыми выпускными отверстиями применяются для усреднения легких материалов и углей. Бункера разгружаются лопастными выгрузчиками производительностью до 1000 т/ч. При малых объемах усреднения и небольшой производительности применяются специальные малогабаритные машины с цепным рабочим органом, оснащенным скребками — кратцеры.

В нашей стране открытые склады горно-рудного сырья, как правило, не имеют специального усреднительного оборудования, и операции по усреднению качества сырья выполняются на ряде предприятий попутно с погрузкой одноковшовыми экскаваторами или грейферами.

На основании изучения зарубежного и отечественного опыта усреднения полезных ископаемых УкрНИИпроектом были проанализированы возможные технические решения по созданию складов для Экибастузского бассейна: открытый склад с многочерпаковыми экскаваторами; открытый и крытый склады с усреднительными машинами фирмы «Везерхютте» (Германия); открытый склад с оборудованием (стаккерами и реклаймерами) объединения «Фамак» (Польша); закрытый эстакадный полубункерный склад со щелевыми разгрузочными отверстиями и скребковыми выгрузчиками.\*

С помощью усреднительного оборудования можно осуществлять отсыпку штабелей на усреднительных складах по схемам: «шеvron»; слоями под откос; горизонтальными слоями; ячейковой.

На основании проведенных технико-экономических расчетов и анализа технологических показателей по укладке, разгрузке складов и усреднению угля были приняты склады с усреднительными машинами фирмы «Везерхютте» (рис. 21).

\* Соколовский М. М., Прядко Н. А., Ридель Р. И. Перспективы развития Экибастузского бассейна.— М., ЦНИЭИуголь, 1977.

При транспортировании угля из разреза конвейерами кроме усреднительных складов могут применяться и другие способы усреднения, в частности, способ продольного сдвига потока, а также способ управления зольностью товарного угля путем послышной выгрузки разнокачественных потоков на сборный конвейер. Усреднение зольности товарного угля в последнем случае осуществляется следующим образом. При транспортировании угля различной зольности, но из одного и того же пласта по двум забойным конвейерам потоки разделяются таким образом, чтобы с каждого конвейера половина угля попадала на один магистральный конвейер, половина — на второй. При этом происходит наложение потоков с различной зольностью, а при последующих перегрузках — усреднение зольности товарного угля. Данный способ позволяет также снизить количество угля, подвергаемого усреднению на складе.

Для условий разреза «Восточный» приняты следующие способы усреднения угля: продольный сдвиг части потока; смещение угля путем послышной выгрузки разнокачественных потоков на сборный конвейер; усреднение некондиционной части угля на складах.

Вместимость аккумулирующе-усреднительных складов выбирают с учетом неравномерности работы железнодорожного транспорта, колебания суточной добычи на разрезе, режима работы разреза и железнодорожного транспорта, длительности хранения запасов угля на складе. Общую вместимость складов определяют из условий сглаживания неравномерности добычи угля на разрезе и его отгрузки потребителям железнодорожным транспортом, а число складов — в зависимости от приемной способности одного склада и производительности погрузки угля в железнодорожные вагоны.

В результате расчетов принята общая вместимость 4 складов на разрезе «Восточный» 240 тыс. т (по 60 тыс. т каждый).

Аккумулирующие штабели угля первой группы, не требующего усреднения, отсыпаются наклонными слоями, что позволяет вести отгрузку угля из штабеля до окончания его полной отсыпки. Штабели угля второй группы из условий усреднения отсыпаются горизонтальными слоями (по схеме «шеvron»). При этом отгрузка штабеля возможна только после окончания его отсыпки до полной вместимости. Формирование штабелей на каждом складе осуществляется последовательно одними и теми же машинами — автостеллой и штабелеукладчиком.

Разгрузку угля с конвейера по всей длине склада на передвижной штабелеукладчик осуществляют автостеллой. При отсыпке угля в аккумулирующий штабель штабелеукладчик отсыпает вначале первичный конус штабеля на полную высоту, а затем, передвигаясь вдоль склада, — штабель на полную длину. Для уменьшения пылеобразования первичный конус отсыпается с постепенным ступенчатым подъемом разгрузочной стрелы с интервалами 500 мм до полной высоты. В процессе отсыпки усредняющего штабеля штабелеукладчик постоянно передвигается на всю длину штабеля. При этом количество угля, разгружаемого на каждый метр длины штабеля, должно быть постоянным, что обес-

печивается плавным регулированием скорости передвижения при помощи конвейерных весов, вмонтированных в автостеллу. Агрегат полностью автоматизирован, может работать как в автоматическом режиме, так и при ручном дистанционном управлении из кабины машиниста. Производительность штабелеукладчика — до 4000 т/ч, высота отсыпaeмого штабеля 16,2 м.

Для усреднения и отгрузки угля со складов на разрезе «Восточный» применяются усреднительно-погрузочные машины фирм «Везерхютте» (Германия) и «Италимпьянти» (Италия). Путем переключения направления вращения барабана машины можно изменять направление забора угля. Для этого ковши, расположенные на поверхности барабана, снабжаются регулируемыми клапанами, которые под действием 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. Разгрузка угля из ковшей на выдающий конвейер осуществляется через кольцевой желоб, благодаря чему материал разгружается с небольшой высоты с минимальным пылеобразованием. От барабанной машины уголь ленточным конвейером подается на погрузочный конвейер.

## Глава 7

### ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД

#### 25. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ

Для экибастузских разрезов характерны большая протяженность фронта вскрышных работ и непрерывный рост их объемов. Протяженность фронта вскрышных работ (при почти 20-километровой длине действующих в настоящее время разрезов она превышает 120 км) обусловлена принятой раскройкой полей Экибастузского бассейна, схемами вскрытия, интенсивностью отработки. Рост объемов вскрыши связан с непрерывным увеличением объемов добычи угля и углубкой горных работ.

##### Объемы вскрыши, млн м<sup>3</sup>

| Год .....                                     | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 |
|-----------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Разрез «Северный» .....                       | 41,9 | 41,6 | 30,8 | 38,5 | 40   |
| Разрез «Степной» (вскрышной) .....            | 0,2  | 22,7 | 21,6 | 30,2 | 53   |
| В том числе поле разреза<br>«Восточный» ..... | —    | —    | —    | 1,8  | 14,4 |
| Объединение в целом .....                     | 42,1 | 64,3 | 56   | 68,7 | 93   |

Разработка вскрыши на разрезе «Северный» осуществляется двумя специализированными техническими единицами — вскрышными разрезами «Северный» и «Южный». Вскрышной разрез «Северный» (см. табл. 1), имеющий в своем составе вскрышной, отвальный и буровзрывной участки, породные станции Северная и Озерная, ведет вскрышные работы на участке полей 1 и 4. Вскрышной разрез «Южный» в составе двух вскрышных и двух отвальных участков, участка буровзрывных работ, породных станций Западная и Южная ведет работы на участках полей 2 и 3. Вскрышные работы на северном крыле бассейна ведутся как на восточном (висячем) борту разрезов (основной объем), так и на западном (лежащем). На вскрышных разрезах вывоз пород во внешние отвалы осуществляется тяговыми агрегатами ПЭ-2М и ПЭ-2У.

Вскрышные работы в поле разрезов «Богатырь» и «Восточный» (см. табл. 1) — южное крыло бассейна — ведет специализированный вскрышной разрез «Степной», имеющий в своем составе три вскрышных, два отвальных и буровзрывной участки, породные станции Степная, Ковыльная, Фестивальная и др. Вывоз вскрышных пород во внешние отвалы осуществляется локомотивосостовами (тяговый агрегат ОПЭ-1 с моторным думпкаром) через фланговые породные траншеи и станции.

Для разработки вскрышных пород на разрезе «Северный» применяются механические лопаты типа ЭКГ-8И и ЭКГ-6,3Ус, на разрезе «Степной» — ЭКГ-12,5 и ЭКГ-10Ус, а также драглаины типа ЭШ-13/50.

Экономичность открытой разработки, как известно, во многом определяется технологией производства вскрышных работ — правильно выбранная технологическая схема способствует повышению производительности вскрышных экскаваторов и снижению текущего коэффициента вскрыши. При этом эффективность работы 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 НИИОГРом 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 подбираются надлежащая схема путевого развития на рабочих уступах и места устройства обменных пунктов. Одно-, двух- и трехступенчатые схемы путевого развития на рабочих уступах применяются: при технологии разработки уступа без предварительного рыхления или рыхления без развала массива при одном пути или двух путях; при технологии разработки уступа с применением БВР за один проход при одном пути или двух путях, а также за два прохода при одном или двух путях.

На вскрышных работах в ПО «Экибастузуголь» применяют несколько технологических схем. Наиболее распространена схема отработки уступов одним блоком. Отработка блока, как правило, ведется от начала рабочего фронта к границе разреза. После отработки всего блока забой-

ный путь (и контактную сеть) переносят на новую трассу, а экскаватор перегоняют в исходное положение. При длине блока 1,5—2 км экскаватор, как правило, не перегоняют. После укладки пути по всей длине блока отработку его ведут от границы разреза к выездной траншее. Данная схема обеспечивает независимость работы погрузочных экскаваторов, относительно быстрый ввод уступа в эксплуатацию (для пуска экскаватора достаточно подготовить железнодорожный путь длиной 300—350 м) и наиболее полное использование технических возможностей экскаватора. Недостатки схемы — трудность текущего содержания забойного пути в весенне-осенний период, особенно при большой протяженности блока, и снижение производительности экскаватора при удалении его к границе разреза.

В связи с интенсификацией вскрышных работ все большее применение находит схема отработки уступов двумя блоками. По этой схеме отработку блоков ведут как в сторону границы разреза, так и в обратном направлении. После отработки 1-го блока его забойный путь соединяют с забойным путем 2-го блока, а обгонный путь переукладывают на новую трассу 1-го блока. Шаг переукладки обгонного пути равен двойной ширине заходки экскаватора. В момент переукладки обгонного пути простаивают оба экскаватора. Передвижка забойного пути 2-го блока не отражается на работе экскаватора на 1-м блоке. Преимущество схемы — возможность более интенсивной отработки уступа, недостаток — некоторая зависимость работы экскаваторов друг от друга.

Работы на вскрышном уступе выполняются в соответствии с паспортом управления уступом, в котором определены основные элементы уступа и условия безопасного производства работ.

Высота вскрышных уступов при применении экскаваторов типа ЭКГ—8И составляет 10—14 м, типа ЭКГ-12,5—15 м. По условиям устойчивости откосов возможно дальнейшее повышение уступов. Увеличение их высоты за счет использования экскаваторов с удлиненным рабочим оборудованием позволяет снизить текущий коэффициент вскрыши, сократить число рабочих горизонтов и значительно упростить организацию работ.

Ширина рабочей площадки на вскрышных уступах определяется шириной заходки экскаватора, необходимостью размещения на ней одного или двух железнодорожных путей, автодороги, линий электропередач и составляет 42—71 м. Ширина заходки в целике зависит от типа вскрышного экскаватора и ширины развала, создаваемого при производстве буровзрывных работ, и составляет 16—20 м для экскаваторов типа ЭКГ-8И и 22—24 м — для экскаваторов типа ЭКГ-12,5.

Устойчивая и производительная работа экскаваторов обеспечивается рыхлением вскрышных пород буровзрывным способом. Взрывание уступов ведется как с развалом, так и без развала взорванной массы.

Значительные параметры поля разреза «Северный» (см. табл. 1), интенсивное ежегодное углубление горных работ при сохранении постоянной, сравнительно низкой высоты вскрышных уступов увеличивают их число и общую протяженность фронта вскрышных работ (число

вскрышных уступов достигло 11 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 вывоза вскрышных пород.

В целях улучшения качества проведения всех операций в процессе вскрышных работ и постоянного поддержания его на должном уровне в ПО «Экибастузуголь» разработаны и введены 15 стандартов предприятия (СТП) по подсистеме «Вскрышные работы».

## 26. РАЗРАБОТКА ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ЭКСКАВАТОРАМИ ЭКГ-12,5

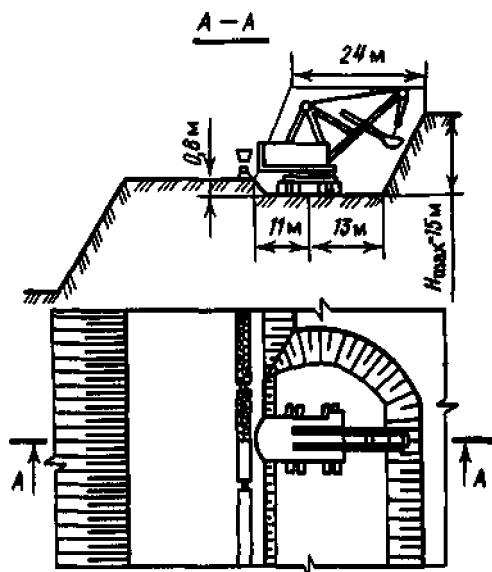
В ПО «Экибастузуголь» впервые в практике открытых горных работ начали успешно применяться механические лопаты типа ЭКГ-12,5, выпускаемые ПО «Ижорский завод» (ИЗТМ).

Карьерный экскаватор ЭКГ-12,5 типа полноповоротная мехлопата, предназначенный для разработки и погрузки в транспортные сосуды вскрышных пород различной крепости, имеет две двоянные гусеничные малоопорные тележки, поэтому, несмотря на значительную массу (660 т), среднее давление на грунт составляет только 0,2 МПа. Экскаватор оборудован однобалочной рукоятью с канатным напором. Все механизмы снабжены индивидуальным электроприводом, что упрощает управление экскаватором. Привод хода — индивидуальный на каждую пару гусениц, установка опорных катков выполнена на опорных осях в виде коленчатого вала для выравнивания нагрузки между опорными катками каждой тележки. Механизмы напора и подъема ковша оборудованы упругодемпфирующими устройствами, снижающими динамические нагрузки на механизмы и металлоконструкции экскаватора и повышающими надежность и долговечность его узлов. Впервые в практике отечественного машиностроения в приводах механизмов применены малоинерционные встроенные дисковые тормоза и моторные муфты с упругокордными элементами, позволяющие значительно снизить динамические нагрузки.

### Техническая характеристика экскаватора ЭКГ-12,5

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| Вместимость ковша, м <sup>3</sup>        |       |
| стандартного (основного) .....           | 12,5  |
| сменного .....                           | 16    |
| Радиус копания, м, не более .....        | 22,5  |
| Радиус выгрузки, м, не более .....       | 19,9  |
| Высота копания, м, не более .....        | 15,08 |
| Высота выгрузки, м, не более .....       | 10    |
| Рабочая скорость передвижения, м/с ..... | 0,15  |
| Мощность сетевого двигателя, кВт .....   | 1250  |
| Напряжение подводимого тока, кВ .....    | 6     |
| Общая масса, т .....                     | 658,2 |

Рис. 22. Схема работы экскаватора ЭКГ-12,5 на вскрышном уступе



В 1969—1979 гг. на вскрышном разрезе «Южный» первый опытный образец экскаватора ЭКГ-12,5 прошел промышленные испытания, после завершения которых машину перевели на вскрышные работы разреза «Степной» (рис. 22). По результатам испытаний и эксплуатации опытного образца межведомственная комиссия рекомендовала к изготовлению первую промышленную партию. При этом ею были отмечены конструктивные и эксплуатационные недостатки опытного образца и предложены мероприятия по изменению конструкции узлов, механизмов, схемы управления электроприводами, направленные на улучшение эксплуатационных характеристик и повышение надежности последующих моделей.

В 1971 г. были поставлены еще два экскаватора (заводские номера № 2 и № 3) без изменения конструкций по рекомендациям межведомственной комиссии и в марте 1972 г. после монтажа и наладки они были введены в эксплуатацию на вскрышном разрезе «Степной».

В 1988 г. на разрезе использовалось 22 мехлопаты ЭКГ-12,5: 15 — на вскрыше, из них 9 — с ковшом  $12,5 \text{ м}^3$ , 3 — с ковшом  $10 \text{ м}^3$  (ЭКГ-10Ус) и 3 — с ковшом  $6,3 \text{ м}^3$  (ЭКГ-6,3У); 7 — на отвалах.

Конструктивные недостатки, выявленные в ходе эксплуатации первых образцов машин, а также предложения специалистов ПО «Экибасту-уголь» были в основном учтены заводом, и в конструкции последующих экскаваторов внесены значительные изменения. Кроме того, некоторые мероприятия, направленные на повышение надежности работы экскаваторов ЭКГ-12,5, были проведены работниками объединения. Все это в совокупности позволило заметно сократить аварийные простои

экскаваторов и улучшить условия их эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

В ходе последующей эксплуатации экскаваторов ЭКГ-12,5 выявились дополнительные конструктивные недостатки вследствие низкой усталостной прочности некоторых деталей и узлов, а именно венцовой шестерни, шестерни поворотного редуктора, вертикально-поворотного вала, последней пары ходового редуктора, металлоконструкций рабочего оборудования, выход из строя которых наметился уже в 1975 г. и затем происходил последовательно на всех экскаваторах при наработке 10—13 млн м<sup>3</sup>.

Детальные исследования, проведенные заводом-изготовителем, подтвердили наличие этих недостатков, но поскольку внести значительные изменения в конструкции в короткие сроки не представлялось возможным, завод принял в 1976 г. временное решение — уменьшить максимальные стопорные моменты главных приводов. Однако 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, повышенному их нагреву, изменению в худшую сторону характеристики экскаватора.

Продолжали выходить из строя синхронные двигатели производства Свердловского завода «Уралэлектротяжмаш» и генераторы подъема Карпинского электромашзавода. Последние были заменены на новые генераторы, но их надежность была также недостаточной.

Все перечисленные недостатки не позволяли достичь высокой производительности экскаваторов ЭКГ-12,5 на вскрышных и отвальных работах.

Среднегодовая производительность экскаваторов на вскрыше находится в пределах 2350—2780 тыс. м<sup>3</sup>, достигая в отдельные годы по отдельным машинам 3034—3328 тыс. м<sup>3</sup>, на отвалах—2900+3650 тыс. м<sup>3</sup> при максимальной производительности для отдельных экскаваторов 3800—3900 тыс. м<sup>3</sup>. Относительно невысокая производительность мехлопат ЭКГ-12,5 объясняется как конструктивными недостатками, так и простоями, связанными с производственными неполадками.

Из общего числа непроизводительных простоев наибольшими по продолжительности являются простои экскаваторов, вызванные отказами в работе машин, плохим состоянием железнодорожных путей, ожиданием порожних локомотивосоставов (табл. 10). Последнее связано с недостаточным их числом (трудности с запчастями к ОПЭ-1), малой вместимостью составов, а также отсутствием, по существу, обменных пунктов на уступах и отвалах.

Исследования, проведенные НИИОГРом, показали, что по техническим и технологическим факторам отношение вместимости думпкара к вместимости ковша должно быть не менее 5, т. е. вместимость думпкара при работе экскаватора ЭКГ-12,5 должна составлять 62,5—100 м<sup>3</sup>.

По данным НИИОГРа разработка вскрышных пород экскаватором ЭКГ-12,5 экономически целесообразна при времени обмена составов, не превышающем 13—14 мин, т. е. при расстояниях обменных пунктов до экскаватора 1400—1500 м.

Таблица 10

Распределение календарного фонда времени экскаватора  
ЭКГ-12,5, ч/% (по данным 1988 г.)

| Участок<br>работы | Календар-<br>ный фонд<br>времени | Продолжительность                       |                                 |                                           | Продолжительность<br>простоев |                                                         |
|-------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                   |                                  | работы                                  | простоев<br>(всего)             | ремонта                                   | из-за<br>аварий               | из-за не-<br>подготов-<br>ленности<br>рабочего<br>места |
| Вскрыша           | 129998                           | 88031                                   | 20765                           | 21202                                     | 5119                          | 188                                                     |
|                   | 100                              | 67,7                                    | 15,9                            | 16,3                                      | 3,9                           | 0,1                                                     |
| Отвал             | 35643                            | 20791                                   | 6469                            | 8383                                      | 1545                          |                                                         |
|                   | 100                              | 58,3                                    | 18,1                            | 23,5                                      | 4,3                           |                                                         |
| Участок<br>работы | Календар-<br>ный фонд<br>времени | Продолжительность простоев              |                                 |                                           |                               |                                                         |
|                   |                                  | из-за пло-<br>хого состоя-<br>ния путей | из-за ожи-<br>дания<br>вертушек | из-за отсут-<br>ствия элект-<br>роэнергии | прочих                        | плановых<br>и<br>резерв                                 |
| Вскрыша           | 129998                           | 4990                                    | 3010                            | 430                                       | 1086                          | 5942                                                    |
|                   | 100                              | 3,8                                     | 2,3                             | 0,3                                       | 0,8                           | 4,5                                                     |
| Отвал             | 35643                            | 1436                                    | 702                             | 116                                       | 331                           | 2335                                                    |
|                   | 100                              | 4                                       | 2                               | 0,3                                       | 0,9                           | 6,5                                                     |

Средние расстояния от вскрышных экскаваторов до обменных пунктов — станций на разрезе «Степной» — составляют 3,4—3,9 км, а от наиболее удаленных экскаваторов — 4,1 ÷ 5,2 км. В этих условиях исследовали зависимость производительности вскрышных экскаваторов от расстояний до обменных пунктов при вместимости составов 400 и 560 м<sup>3</sup> (рис. 23). По данным исследований при сокращении расстояния до обменных пунктов на 2 км производительность вскрышных экскаваторов возрастает на 25—30% при вместимости составов 400 м<sup>3</sup>, а при тех же условиях и вместимости 560 м<sup>3</sup> — увеличивается еще на 15—20%. Таким образом, за счет сокращения расстояний можно повысить производительность вскрышных экскаваторов почти в 1,5 раза и достичь 3,5—3,8 млн м<sup>3</sup> в год.

Серьезный недостаток конструкции экскаватора ЭКГ-12,5 — затрудненность разгрузки ковша из-за высокого расположения седлового подшипника напорного механизма. При разгрузке ковша в думпка (грузоподъемностью 105 или 180 т) машинист опускает ковш как можно ближе к днищу думпкара. При этом передняя стенка ковша отклоняется от вертикали, и на зубьях ковша остается грунт. Для полной выгрузки грунта из ковша машинист вынужден поднимать ковш над думпкаром,

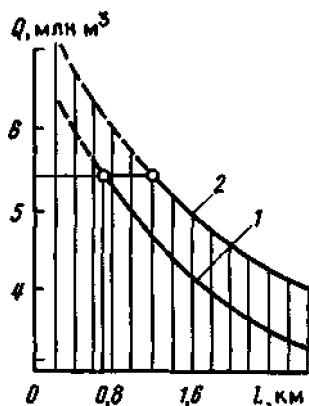


Рис. 23. График зависимости годовой производительности отвалного экскаватора от расстояний до обменного пункта при вместимости состава 400 (1) и 560 м³ (2)

чтобы передняя стенка ковша приняла по возможности вертикальное положение. Это приводит к просыпанию грунта через зубья и завалу габарита железнодорожных путей. Просыпание грунта имеет место при поднятом над думпкаром ковше при расположении экскаватора на уровне или выше погрузочного пути. Расположение машины ниже уровня пути на 0,6—0,8 м несколько снижает объем просыпи, однако полностью не устраняет его. Очевидно избежать этого можно только при применении поворотного ковша.

Устранение конструктивных недоработок и реализация рекомендаций, выработанных в процессе эксплуатации, позволяет создать высокопроизводительную и надежную машину, отвечающую требованиям современных карьерных экскаваторов, а устранение организационных помех, приближение обмена и увеличение вместимости локомотивосоставов — значительно повысить их производительность.

В настоящее время карьерные экскаваторы ЭКГ-12,5 выпускает Красноярский завод тяжелых экскаваторов. Однако первым образцам машин этого завода присущи те же недостатки, что и экскаваторам Ижорского завода, а также недостатки из-за несовершенства технологии изготовления.

## 27. ПРИМЕНЕНИЕ НА ОТВАЛАХ ЭКСКАВАТОРОВ ЭКГ-12,5 С КОВШОМ 16 М³ И ШАГАЮЩИХ ДРАГЛАЙНОВ

Отвальное хозяйство экибастузских разрезов состоит из семи внешних породных отвалов, выделенных в самостоятельные участки в составе вскрышных разрезов. Отвалы характеризуются криволинейным перемещением отвального фронта при двухстороннем его развитии. Это позволяет обеспечить на достигнутом фронте работ необходимое число тупиков и независимый железнодорожный путь для каждого тупика, что в свою очередь создает возможность постоянного приращения длины фронта работ и независимой работы отвальных экскаваторов.

Для механизации отвальных работ применяются механические лопаты ЭКГ-8И с ковшем вместимостью 8 или 10 м<sup>3</sup> (разрез «Северный») и ЭКГ-12,5 с ковшем вместимостью 12,5 или 16 м<sup>3</sup> (вскрышной разрез «Степной»).

Наибольшее распространение на отвалах бассейна получила схема отвалообразования механической лопатой с укладкой породы ниже горизонто пути. Отсыпка отвального яруса ведется двумя подступами. Ширина заходки при использовании экскаваторов ЭКГ-8И составляет 31 м, ЭКГ-12,5 — 35 м. При криволинейном перемещении фронта работ параметры отвальных тупиков в связи с развитием отвалов в плане и по высоте непрерывно изменяются. 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 — основной определяющий параметр экскаваторных отвалов — оказывает наибольшее влияние на себестоимость отвалообразования: от длины тупиков зависит их пропускная способность, трудоемкость работ по передвижке железнодорожного пути и контактной сети, а также затраты на перевозку вскрыши по отвалам.

При криволинейном перемещении отвального фронта, а также при развитии отвалов по высоте общая длина тупиков увеличивается. В первом случае приращение длины происходит при каждой переукладке железнодорожного пути, а величина составляющей приращения пропорциональна ширине экскаваторной заходки и числу заходов, отсыпаемых на тупике. Во втором случае величина составляющей приращения пропорциональна руководящему уклону железнодорожного пути и приращению высоты отвала. Длина рабочей части тупиков при принятой схеме развития зависит от числа экскаваторов, работающих на достигнутом фронте. Практикой отвалообразования установлено, что рабочая часть тупиков должна быть минимальной. 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 составляет 800—1200 м.

Высота отвалов находится в прямой зависимости от физико-механических свойств складироваемых пород и пород основания отвала. Практикой установлено, что при складировании пород на экибастузских разрезах откосы отвалов при высоте 30—35 м вполне устойчивы. Деформации откосов в течение всего периода эксплуатации не наблюдалось.

Опыт, накопленный на вскрышных работах бассейна при использовании экскаваторов ЭКГ-12,5 с ковшем вместимостью 16 м<sup>3</sup> на приемке грунта в отвалы, представляет несомненный интерес для многих разрезов страны.

На отвальных тупиках вскрышного разреза «Степной» длительное время (с 1974 г.) применяются экскаваторы ЭКГ-12,5 с ковшем вместимостью 16 м<sup>3</sup> (рис. 24). Технологические параметры экскаватора, кинематика и схемы управления основными приводами аналогичны показателям базовой модели ЭКГ-12,5 с ковшем вместимостью

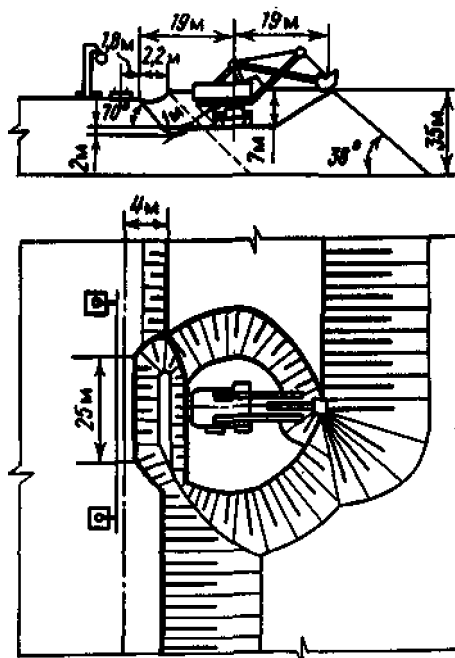


Рис. 24. Схема работы экскаватора ЭКГ-12,5 (16 м³) на отвале

12,5 м³. Увеличение вместимости ковша достигнуто за счет удлинения боковой стенки на 0,34 м. При этом масса ковша вместимостью 16 м³ на 3,1 т меньше массы ковша базовой модели за счет уменьшения толщины стенок.

Отвалы разреза «Степной» характеризуются, как отмечалось ранее, относительно большой высотой (35 м) при одном ярусе и криволинейном перемещении фронта при двухстороннем его развитии, а также 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 максимум их приходится на долю электрического оборудования. В целом по числу отказов, аварийных ситуаций и надежности экскаваторы ЭКГ-12,5 с ковшом 16 м³ не отличаются от базовой модели. В то же время годовая производительность экскаватора (3,2—3,5 млн м³) не только не достигает номинальной, но и ниже производительности некоторых отвальных экскаваторов ЭКГ-12,5 с ковшами 12,5 м³. Это объясняется недостатками в организации работ (простои при переукладке пути, отсутствие вертушек и др.) и, главным образом, удаленностью от обменного пункта, недостаточной вместимостью локомотивосоставов.

В процессе исследований и на практике установили, что наибольшая производительность экскаватора ЭКГ-12,5 с ковшом вместимостью

16 м<sup>3</sup> достигается при расположении его на расстоянии 1200 м от обменного пункта при вместимости состава 560 м<sup>3</sup>, что обеспечивается использованием тягового агрегата ОПЭ-1 с моторным думпкаром. В настоящее время осуществляются необходимые меры по приближению обмена локомотивосоставов на отвалах, однако увеличение их вместимости до 560—600 м<sup>3</sup> сдерживается дефицитом большегрузных думпкаров.

С целью сокращения расстояния транспортирования вскрышных пород от уступа до отвала и протяженности транспортных коммуникаций, уменьшения площади, занимаемой под отвалы, за счет их высоты и снижения трудоемкости отвалообразования в ПО «Экибастузуголь» в последние годы стали создавать вторые ярусы отвалов с помощью экскаваторов-драглайнов. В 60-е годы на Южном отвале успешно применялся драглайн типа ЭШ-10/60. В последнее время широко используют экскаваторы типа ЭШ-10/70А и, особенно, ЭШ-13/50. Они ведут укладку породы по однотупиковой схеме выше горизонта железнодорожного пути и формируют второй ярус по внутренней части отвала. Отсыпка первого яруса высотой 30—40 м производится мехлопатами, второго — высотой 60 м — драглайнами. Использование драглайнов на отвалообразовании второго яруса позволяет увеличить общую высоту отвалов до 90—100 м (при угле откоса ярусов 35°).

В 1988 г. на вскрышных отвалах ПО «Экибастузуголь» использовалось 14 драглайнов, в том числе 3 — типа ЭШ-10/70А и 11 — типа ЭШ-13/50. Их годовые производительности составляют в среднем 2000 тыс. м<sup>3</sup> (ЭШ-10/70А) и 2250 тыс. м<sup>3</sup> (ЭШ-13/50).

Приведенные данные свидетельствуют о недостаточно эффективном использовании драглайнов на отвалах, ибо проектная годовая производительность ЭШ-10/70А равна 2300 тыс. м<sup>3</sup>, а ЭШ-13/50 — 2900 тыс. м<sup>3</sup>. Чтобы увеличить годовую выработку драглайнов, необходимо привести в действие все имеющиеся резервы (увеличить вместимость породных вертушек, улучшить содержание железнодорожных путей, снизить число отказов при работе экскаваторов и др.), так как уже сегодня можно со всей определенностью утверждать, что применение их на отвалообразовании весьма эффективно. Для подтверждения сказанного приведем такие цифры: приемная способность 1 м отвального тупика на втором ярусе в 5—6 раз больше, чем на первом.

## **28. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОТОРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ НА ВСКРЫШНЫХ РАБОТАХ**

Поточность технологического процесса является решающим фактором в деле дальнейшего повышения производительности труда и снижения себестоимости открытых горных работ. Об этом свидетельствует опыт использования роторных экскаваторов с повышенными усилиями копания на добыче крепкого экибастузского угля. Успешное освоение роторных экскаваторов на добыче угля подтверждает возможность и целесообразность применения техники непрерывного действия на разработке пород вскрыши, обеспечивая, таким образом, дальнейшее

ускоренное развитие добычи угля в Экибастузском бассейне. С ростом мощностей по добыче угля увеличиваются объемы вскрышных работ. Снижение себестоимости экскавации вскрыши имеет важное народнохозяйственное значение, поэтому вопросы внедрения техники непрерывного действия становятся первостепенными.

Возможность применения роторных экскаваторов на разработке пород вскрыши на экибастузских разрезах в настоящее время должна рассматриваться как с точки зрения обеспечения разработки рабочим органом пород с коэффициентом крепости  $f \geq 3$  по шкале проф. 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 основными препятствиями для эффективного применения роторных экскаваторов являются: недостаточная жесткость системы «ротор — стрела — подвеска — поворотная платформа», так как возникающие в результате этого колебания рабочего оборудования обуславливают недостаточную эффективность процесса разработки, а зачастую — невозможность его проведения; малая величина удельного усилия копания.

Необходимая жесткость системы «ротор — стрела — подвеска — поворотная платформа» достигается при небольшой длине роторной стрелы, т. е. при малых линейных параметрах машины. В последние годы за рубежом роторные экскаваторы с малыми линейными параметрами широко применяются на открытых горных работах, на строительстве плотин, каналов и дорог. Они выпускаются в Германии, США, Великобритании, Польше, ЧСФР, Японии. Их характеристики: производительность — от 500 до 5400 м<sup>3</sup>/ч; диаметр ротора — 1,8 ÷ 9 м; длина роторной стрелы — 3,8 ÷ 21,9 м; рабочая масса машины — от 18 до 607 т.

Опыт эксплуатации роторных экскаваторов с малыми линейными параметрами доказал их высокую эффективность: например, себестоимость экскавации 1 м<sup>3</sup> грунта снижается на 10—60% по сравнению с себестоимостью экскавации любыми другими видами землеройного оборудования.

УкрНИИпроектом разработаны конструктивные схемы роторных экскаваторов с малыми линейными параметрами и повышенными усилиями копания производительностью 630, 1250 и 2500 м<sup>3</sup>/ч. С точки зрения возможности применения на вскрышных работах Экибастузского бассейна наибольший интерес из них представляет роторный экскаватор производительностью 2500 м<sup>3</sup>/ч и усилиями копания, характеризуемыми коэффициентом сопротивления копанию 2—2,5 МПа.

УкрНИИпроектом и ПО «Экибастузуголь» были проведены экспериментальные исследования физико-механических свойств углей и наиболее крепких пород вскрыши и рассчитаны средние значения сопротивления копанию. По результатам расчета и обработки экспериментов необходимое сопротивление копанию для роторных экскаваторов производительностью 2500 м<sup>3</sup>/ч для основного объема вскрыши составляют около 2,5 МПа, что свидетельствует о принципиальной возможности

отработки всей толщи пород и углей роторными экскаваторами почти без применения буровзрывных работ.

Специально для вскрышных работ на экибастузских разрезах на фирме «Лауххаммерверк» в Германии была разработана конструкция безнапорного роторного экскаватора с рабочим органом, предназначенным для разработки твердых вскрышных пород, и конвейерной установкой для транспортирования крупных кусков. Экскаватор может быть применен для разработки вскрыши уступами высотой 22 м с верхним черпанием. Транспортирование вскрышных пород в отвал может осуществляться железнодорожными составами, сформированными из большегрузных думпкаров. Машина предназначена для работы в суровых климатических условиях при температуре  $\pm 40^\circ$  и скорости ветра до 20 м/с.

#### Техническая характеристика безнапорного роторного экскаватора

|                                                                           |         |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|
| Теоретическая производительность по рыхлой массе, м <sup>3</sup> /ч ..... | 2250    |
| Удельное усилие копания, Н/см:                                            |         |
| на режущей кромке .....                                                   | 1300    |
| на суммарной длине режущих кромок зубьев шириной 70 мм                    |         |
| каждый .....                                                              | 4200    |
| Диаметр роторного колеса, м .....                                         | 12      |
| Число ковшей .....                                                        | 20      |
| Вместимость ковша, м <sup>3</sup> .....                                   | 0,6     |
| Угловая скорость ротора, м/с .....                                        | 3,27    |
| Ширина ленты конвейера, м .....                                           | 1,8     |
| Скорость движения ленты, м/с .....                                        | 4,2     |
| Мощность привода ротора, кВт .....                                        | 2 × 630 |
| Масса экскаватора рабочая, т .....                                        | 1400    |
| Давление на грунт, МПа .....                                              | 1,4     |
| Скорость передвижения, м/мин .....                                        | 6       |

По мнению авторов, 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 уменьшения парка машин и резкого сокращения буровзрывных работ, значительно снизит аварийность думпкаров, а также обеспечит возможность применения на отвалах ленточных отвалообразователей с роторным рабочим органом, что заметно снизит себестоимость 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.

## 29. ПОВЫШЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ И ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Интенсивное развитие горных работ на разрезах сопровождается некоторыми отрицательными тенденциями, влияние которых на эффективность работы предприятий в дальнейшем будет возрастать. Это

подтверждается вскрышными работами на разрезе «Северный». Доля вскрышных работ в общем объеме горных работ на разрезах составляет 70—75%, а в эксплуатационных затратах — 59 + 60%. Вопросы совершенствования технологических процессов на вскрышных работах, направленные на значительное улучшение технико-экономических показателей, являются весьма актуальными.

Анализ производственной деятельности вскрышных разрезов по выполнению вскрышных работ позволил выявить основные качественные и количественные тенденции изменения технологических показателей вскрышных работ и параметров системы разработки (табл. 11).

В результате анализа установили: увеличение мощности и улучшение структуры парка горных машин на вскрышных разрезах сопровождаются постоянным снижением среднегодовой производительности списочного экскаватора, что объясняется значительными затратами времени на обмен локомотивосоставов; протяженность передвижных железнодорожных путей на разрезах очень значительна, что связано с большим объемом трудоемких путепереукладочных работ; тенденция уменьшения угла наклона рабочего борта из-за небольшой высоты вскрышных уступов и значительной ширины рабочих площадок ведет к преждевременному выполнению больших объемов вскрышных работ. Все эти факторы в значительной степени снижают экономичность открытых работ и обуславливают необходимость 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 на основе современных методов оценки эффективности горных работ с учетом фактора времени.

Таблица 11

Изменение показателей вскрышных работ и параметров системы разработки по годам

| Показатели                                                            | 1970 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1980 | 1985  | 1988  |
|-----------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Годовой объем внешней вскрыши, млн м <sup>3</sup>                     | 41,9 | 41,6 | 41   | 33,8 | 32,6 | 30,8 | 61,16 | 83    |
| Средняя глубина разработки, м                                         | 85   | 100  | 106  | 115  | 120  | 125  | 130   | 165   |
| Высота вскрышного уступа, м                                           | 10,1 | 10,3 | 10,3 | 10,5 | 10   | 11,6 | 12,5  | 12,4  |
| Средняя ширина рабочей площадки, м                                    | 61   | 65   | 60   | 72   | 75   | 70   | 71    | 80    |
| Угол наклона рабочего борта, градус                                   | 9    | 12   | 10   | 9    | 9,5  | 9    | 8,5   | 9     |
| Длина передвижных железнодорожных путей, км                           | 105  | 127  | 127  | 120  | 140  | 170  | 394   | 436,4 |
| Средняя вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>                 | 6,8  | 7,2  | 7,5  | 7,5  | 7,8  | 7,5  | 8,3   | 8,5   |
| Годовая производительность списочного экскаватора, млн м <sup>3</sup> | 1,6  | 1,2  | 1,3  | 1,1  | 1,1  | 1,25 | 1,55  | 1,62  |

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, снижение объема работ по переукладке последних, экономическая целесообразность строительства обменных пунктов на транспортном горизонте, а также возможность 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. Эффективность применения высоких уступов связана с коренным изменением технологии их отработки.

Перспективным направлением коренного изменения существующей технологии разработки вскрышных уступов является применение принципиально новой схемы с организацией одного транспортного горизонта, обслуживающего несколько подступов. Сущность 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 новой схемы позволяет увеличить общую высоту уступа до 30—35 м.

Для условий вскрышных разрезов Экибастузского бассейна (при использовании на нижнем подступе экскаваторов ЭКГ-12,5) рекомендуются 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  $30^\circ$  при удельном расходе ВВ  $0,3 \text{ кг/м}^3$ .

По сравнению с типовой схемой отработки вскрыши реализация новой технологической схемы на разрезе «Северный» позволит: уменьшить годовые объемы внешней вскрыши в первоначальный период (20—25 лет) на 14,4 млн  $\text{м}^3$ , сократить число транспортных горизонтов в 1,4—1,5 раза, протяженность передвижных путей — на 25%, объем путеукладочных работ — на 40÷45%, повысить производительность выемочно-погрузочного оборудования на 10%.

Возможным способом повышения эффективности использования горного оборудования и концентрации горных работ является поочередная отработка карьерного поля блоками по простиранию (рис. 25), сущность которой заключается в следующем.

Карьерное поле по простиранию разделяется на 4 равных по длине блока. Число блоков и их длина устанавливаются исходя из горно-геометрического анализа, схемы вскрытия, производительности разреза и расстановки оборудования по горизонтам. Горные работы

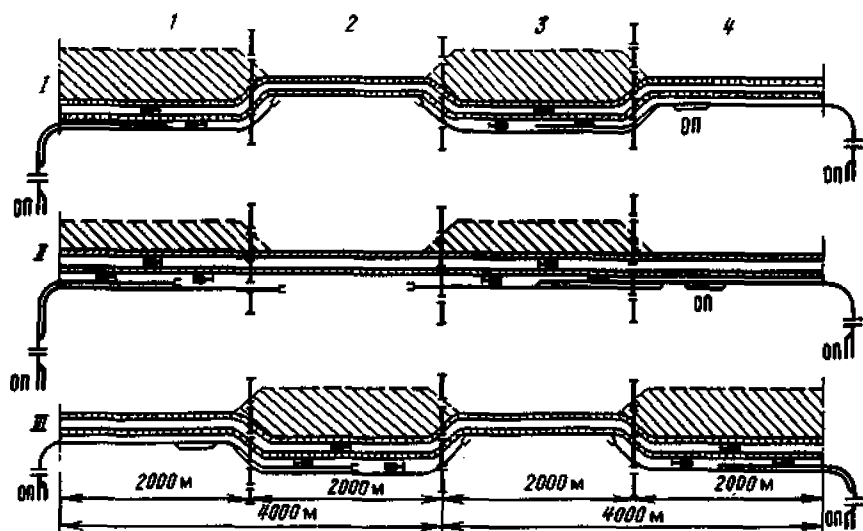


Рис. 25. Схема блочной отработки вскрышных уступов:  
I—III—этапы отработки; 1—4—блоки; ОП—обменные пункты

производятся в двух блоках. Вначале работы ведут в блоках 1 и 3. Транспортное обслуживание вскрышных горизонтов в блоке 1 осуществляется через породную станцию Северная, а в блоке 3 — через породную станцию Южная. Спустя определенный период времени, который устанавливают исходя из требуемого темпа углубки, горные работы в блоках 1 и 3 приостанавливают и начинают отработку блоков 2 и 4. Горные работы по углю можно вести как при сплошном фронте, так и при блочном.

Такая организация горных работ на разрезах обеспечивает интенсификацию выемочно-погрузочных и транспортных работ за счет уменьшения в 2 раза протяженности фронта работ экскаватора и сокращения продолжительности обмена поездов в забое. Сокращение времени обмена поездов в забое при отработке блоков 2 и 3 достигается за счет строительства на каждом горизонте дополнительного обменного пункта, расположенного за пределами фронта работ экскаватора. При отработке этих блоков железнодорожные пути в блоках 1 и 4 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 2 раза протяженность передвижных путей, что обеспечивает снижение объема путевых работ на разрезах.

При отработке добычных уступов по всему фронту на вскрышных уступах между блоками должно создаваться опережение.

Исследованиями установлено, что при отработке вскрышных уступов блоками по сравнению с существующей организацией горных работ повышаются эффективность использования экскаваторов и локомотивосоставов и технико-экономические показатели: производительность экскаваторов увеличивается на 17—25%, а условные приведенные затраты на экскавацию снижаются на 25—30%; длина передвижных железнодорожных путей сокращается в 2 раза; грузоподъемность локомотивосоставов повышается на 5—10%; удельные приведенные затраты на транспортирование пород вскрыши снижаются на 5—10%.

В проекте реконструкции разреза «Северный» заложена отработка угольных пластов северо-западной части бассейна с глубины 200 м в направлении от лежачего бока к висячему. Изменение порядка отработки угольных пластов позволит сократить общую высоту рабочей зоны вскрышного борта и тем самым 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 указанных мероприятий по концентрации вскрышных работ и интенсификации использования оборудования обеспечит сокращение протяженности фронта вскрышных уступов в 2,5—3,5 раза и увеличение производительности экскаваторов на 15—20%.

Одним из направлений интенсификации вскрышных работ при использовании железнодорожного транспорта на перевозке вскрыши является строительство новых выездных траншей на нерабочих бортах разрезов, что позволяет снизить пробег породных составов по передвижным путям. Траншеи должны иметь срок службы 10—15 лет.

Целесообразно также создание концентрационных горизонтов на нерабочих бортах разрезов. По данным МГИ с одного концентрационного горизонта рационально вскрывать 2—3 уступа рабочего борта.

В результате исследований, проведенных Центрогипрошахтом, УкрНИИпроектом и Карагандагипрошахтом, доказана необходимость перехода на транспортирование вскрыши комбинированным транспортом с глубины 250—300 м. 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; 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.

В ПО «Экибастууголь» при участии МГИ и Карагандагипрошахта уже проведены исследования в направлении перехода вывоза вскрышных пород на внутренние отвалы. Предварительные итоги этих исследований свидетельствуют о возможности и целесообразности перехода к формированию внутренних отвалов в выработанном пространстве карьерных полей 5 и 9 южной группы разрезов с размещением до 5 млрд м<sup>3</sup> вскрышных пород, что значительно улучшит экологическую обстановку,

сократит примерно на 35% территорию, занимаемую внешними отвалами, снизит энергозатраты за счет исключения подъема на поверхность огромной массы пород. При этом будет достигнуто более эффективное функционирование мощных вскрышных грузопотоков в нижней части рабочей зоны (отметки +100 м, +20 м,  $\pm 0$  м и ниже) разрезов «Богатырь» и «Восточный».

Одновременно с реализацией вышеуказанных технических решений должны быть проведены комплексные научные работы по исследованию технологии разработки вскрыши, включающие вопросы перехода на новые виды транспорта, типы горного оборудования, схемы вскрытия глубоких горизонтов и буровзрывных работ.

## **Глава 8**

### **БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ**

Одними из важных производственных процессов на разрезах ПО «Экибастузголь» являются буровзрывные работы, оказывающие существенное влияние на производительность выемочно-погрузочного оборудования. Удельный вес буровзрывных работ в общих эксплуатационных затратах достигает 20% на вскрыше и 15% — на добыче угля, следовательно, совершенствование организации работ буровзрывного комплекса и повышение производительности применяемого оборудования — главные факторы снижения издержек производства.

Проведению буровзрывных работ в Экибастузском бассейне как на добыче каменного угля, так и на разработке вскрышных пород присущи некоторые особенности, обусловленные местными условиями: промерзание верхних уступов в зимний период; необходимость дробления угля до стандартных размеров (300 × 300 мм) при использовании одноковшовых экскаваторов; своеобразные структура и свойства угольных пластов и пород надугольной толщи (трещиноватость, изменяющаяся крепость, опасность оползней и др.); селективная выемка угля; ограничение ширины развала горной массы и т. д. Исходя из этих и других особенностей в процессе эксплуатации были выявлены наиболее оптимальные параметры буровзрывных работ, совершенствовалась их организация.

#### **30. БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ НА ВСКРЫШНЫХ УСТУПАХ**

Основная масса вскрышных пород Экибастузского бассейна представлена песчаниками и алевролитами с глинистым и карбонатно-глинистым цементами, аргиллитами, а также углистыми аргиллитами и алевролитами. Среди этих пород встречаются образования, сложенные песчаниками и алевролитами с карбонатным цементом. По морфологическому признаку выявлено два типа таких образований: линзовидные — мощностью до 1,1 м и протяженностью до 7 м; пластообразные —

мощностью 0,35 м и протяженностью до 11 м. Предел прочности на сжатие песчаников и алевролитов с глинистым цементом достигает 40 МПа, с карбонатно-глинистым цементом — 60 МПа, с карбонатным цементом — 130 МПа. По мере углубления горных работ показатели плотностных и прочностных свойств вскрышных пород постепенно возрастают. Зона пород, включающая три верхних вскрышных уступа, значительно ослаблена процессами выветривания.

По данным исследований наименьшая интенсивность трещиноватости характерна для карбонатно-глинистых песчаников, наибольшая — для углистых алевролитов. В зоне выветрелых пород трех верхних уступов модуль трещиноватости в 1,5—2 раза меньше, чем в нижележающих породах вскрышной толщи. Песчаники и алевролиты с карбонатным цементом характеризуются более интенсивной трещиноватостью, чем вмещающие их породы, представленные песчаниками и алевролитами с глинистым и карбонатно-глинистым цементами, 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, поперечный размер блока — 1,8 м). Данные породы снижают качество подготовки горной массы к экскавации, поэтому при выборе технологии и параметров буровзрывного дробления необходимо учитывать местоположение, мощность и физико-механические характеристики слоев карбонатных песчаников в горной массе вскрышных уступов, подвергающихся разработке.

В настоящее время на вскрышных разрезах бурят как вертикальные, так и наклонные скважины с явной тенденцией перехода на наклонные. Но наличие станков только для вертикального бурения, а также определенные трудности при бурении наклонных скважин сдерживают переход к бурению последних.

Оптимальный удельный расход ВВ для взрывания пород (от мелко- до крупноблочных), характерных для экибастузских разрезов, при использовании экскаваторов ЭКГ-8И и ЭКГ-12,5 составляет 0,2—0,75 кг/м<sup>3</sup>. Но так как уступ сложен, как правило, из различных по взрываемости пород, средний удельный расход ВВ при проведении массовых взрывов определяют исходя из удельного содержания различных пород.

Для обеспечения эффективного дробления горной массы, снижения сейсмического эффекта и регулирования величины развала при многорядном взрывании применяют различные схемы короткозамедленного взрывания. Если необходимо уменьшить высоту навала взорванной горной массы по сравнению с высотой уступа, то наиболее рационально применить порядную схему взрывания. Если же высота уступа не превышает максимальной высоты черпания экскаватора, то эффективнее взрывать по схеме «косые ряды» (диагональная) или «треугольный вруб». При узких рабочих площадках, когда нежелателен развал взорванной горной массы, наиболее целесообразна диагональная схема взрывания с направлением развала в сторону груди забоя экскаватора.

Во всех случаях для снижения расхода детонирующего шнура при многорядном взрывании монтаж взорванной сети выполняется с использованием однопроводной схемы.

С целью равномерного распределения ВВ по скважине рекомендуется рассредоточить заряд по две-три части, разделенные воздушными промежутками. Длину каждого воздушного промежутка определяют в зависимости от категории пород и диаметра скважин. Наиболее оптимальный интервал замедления для пород экибастузских разрезов —  $35 \div 70$  мс, причем меньшее значение интервала рекомендуется для трудновзрываемых пород, большее — для легко взрываемых.

В ПО «Экибастузуголь» на вскрышных работах широко применяется разработанный на месте способ взрывания без развала массива (на «встряхивание»). Его внедрение обусловлено сужением ширины рабочих площадок вскрышных уступов, применением более мощных экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-6,3У, ЭКГ-12,5, ЭКГ-10Ус, а также трещиноватостью пород. В последние годы метод взрывания пород вскрыши без развала массива\* значительно усовершенствован: внедрены заряды с воздушными промежутками, коротко-замедленное взрывание, взрывание на «буфер», многорядное бурение скважин. Величина и конструкция заряда ВВ в скважине оказывает существенное влияние на ширину развала взорванной массы. Наиболее эффективным при взрывании без развала массива оказался сосредоточенный заряд с воздушным промежутком над ним высотой, равной или превышающей длину столба заряда. При одинаковых условиях (удельный расход ВВ, качество дробления, ширина развала) применение такого заряда по сравнению с зарядом, рассредоточенным воздушными промежутками, позволило снизить в 1,5—2 раза трудоемкость заряжания. Взрывание скважин осуществляется детонирующим шнуром, для инициирования которого используется огневой способ.

С 1963 г. на экибастузских разрезах широко применяется короткозамедленное взрывание с использованием в качестве замедлителей пиротехнических реле типа КЗДШ.

С внедрением способа взрывания пород без развала массива выход взорванной массы с 1 м скважины увеличился в 1,4 раза, а удельный расход ВВ снизился примерно на 30%. Существенным недостатком этого способа является некоторое увеличение выхода негабаритных кусков.

Годовой расход ВВ в ПО «Экибастузуголь» составлял в среднем до 25 тыс. т, а в 1990 г. потребовалось уже 35—40 тыс. т. Поэтому снижение затрат на взрывную подготовку горной массы является важной задачей. В себестоимости взрывных работ на промышленные ВВ приходится до 90% затрат. Стоимость 1 т наиболее распространенного на разрезах ВВ — граммонита 79/21 — составляет 220 р. (вместе с железнодорожным тарифом). Вместо него можно и следует использовать простейшее и дешевое ВВ — игданит, созданное в ИГД им. А. А. Схочинского под руко-

---

\* Федотов И. П., Федорякин Н. И. Взрывание вскрышных уступов без развала массива // Уголь. 1969. № 1.

водством акад. Н. В. Мельникова. Игданит, состоящий из смеси аммиачной селитры (94%) и горючей добавки, например, дизтоплива (4%), является пока самым низкочувствительным промышленным ВВ. Вследствие пониженной чувствительности и крупнодисперсной 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 его расход составляет 5—7% от массы скважинного заряда диаметром 220 мм и 10—15% — от массы заряда диаметром 160 мм. В ассортименте ВВ до настоящего времени все еще преобладают дорогостоящие взрывчатые вещества. В 1985 г. расход граммонита 79/21 составил 11,1 тыс т (51,6%), граммонита 50/50 и 30/70, гранулола и патронированного аммонита 6ЖВ — 6,8 тыс. т 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, легко взрываются, поэтому, по мнению НИИОГРа, игданитом можно взрывать до 50% всех пород. Кроме того, игданит может быть использован также при взрывании обводненных забоев (за счет гидроизолированного заряжения).

До 1980 г. взрывные работы на разрезах ПО «Экибастууголь» производились вручную, при этом использовались только заводские ВВ. В 1981 г. по проекту НИИОГРа был 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 для изготовления и заряжения в скважины заводских ВВ, а также игданита. С пуском комплекса потребление игданита начало возрастать.

Игданит применяется, в основном, в сухих скважинах вместо дорогостоящего граммонита 79/21. По данным НИИОГРа затраты на взрывание сухих скважин, отнесенные к 1 т граммонита 79/21, составляют 230,5 р., игданита — 98,4 р. При взрывании частично обводненных скважин приведенные к 1 т водоустойчивых ВВ затраты составляют 397,5 р., игданита с водоустойчивыми ВВ — 182,8 р. Экономический эффект от использования 1 т игданита только в сухих скважинах превышает 100 р. В ближайшей перспективе с применением зарядных машин МЗ-4А грузоподъемностью 25 т потребление игданита возрастет до 50—80% от общего расхода ВВ. Механизированный пункт, который эксплуатируется в настоящее время, рассчитан на переработку такого объема игданита.

При углублении горных работ значительно возрастает обводненность пород, затрудняющая производство взрывных работ. Применяемые в этих случаях водоустойчивые ВВ в 2—3 раза дороже неводоустойчивых, что значительно (в 1,5—2 раза) повышает затраты на взрывные работы. Одним из основных направлений снижения затрат на взрывные работы в обводненных породах является использование

дешевых, аммиачно-селитренных неводоустойчивых ВВ, но для этого необходимо снижать обводненность массива — предварительно осушать скважины, гидроизолировать стенки скважин или сам заряд ВВ.

Наиболее перспективное направление (по стоимости затрат, трудоемкости и надежности) — гидроизоляция заряженного 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 средств на каждой тонне израсходованных 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 распространенные способы его дробления — шнуровой и накладными зарядами. В Экибастузе успешно применяют также взрывание кумулятивными зарядами.

В настоящее время на вскрышных разрезах за один массовый взрыв взрывается 20—40 тыс. м<sup>3</sup> горной массы при расходе 5—10 т ВВ, что обеспечивает нормальную работу экскаватора в течение 2—5 сут. При производстве одного массового взрыва теряется более 1 ч работы экскаватора (за месяц — 7—8 ч), а в целом по объединению — до 60 тыс. м<sup>3</sup> вскрыши ежемесячно. В связи с этим осуществляется переход на взрывание более крупных блоков объемом 80—100 тыс. м<sup>3</sup> при расходе ВВ на один взрыв до 25 т.

Как показали исследования по сейсмике, проведенные Магнитогорским ГМИ, одновременное взрывание такого количества ВВ возможно на всех участках при использовании короткозамедленного взрывания с различными интервалами и схемами замедлений.

### 31. ВЗРЫВНАЯ ПОДГОТОВКА УГОЛЬНОГО МАССИВА

В условиях погрузки экибастузского угля одноковшовыми экскаваторами с предварительным взрывным рыхлением угольных пластов получить равномерный по крупности уголь достаточно сложно, что обусловлено 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 перемещиванием угольных пачек с прослойками породы дает значительный выход негабаритных кусков.

Дробление угля усложняется также его трещиноватостью, обусловленной естественными отдельностями. Анализ гранулометрического состава взорванной горной массы показывает, что разрушение массива происходит, в первую очередь, по направлению естественных трещин. Средние размеры естественных отдельностей достигают 0,8 × 0,4 м (пласт 1) и 0,9 × 0,45 м (пласт 2).

Бурение скважин осуществляется станками СБВ-2М с принудительной шнековой подачей. Диаметр скважин 150 мм.

В процессе внедрения короткозамедленного взрывания с использованием пиротехнических реле КЗДШ выявились три оптимальные схемы монтажа взрывной сети: порядная, наиболее эффективная на уступах небольшой высоты (4—5 м) и при нарезке новых угольных горизонтов высотой 6—8 м; «треугольник» и диагональная, применяемые при рыхлении более высоких уступов (10—15 м) при фронтальной погрузке.

Заряд в скважине распределяют следующим образом: одну часть (60—70%) заряда располагают в нижней части скважины, оставшуюся часть разделяют на 1—3 части и рассредоточивают их, оставляя между ними воздушные промежутки, которые образуются путем введения специальных пластмассовых конусных «тарелок» или просто бумажных мешков. Размеры воздушных промежутков составляют от 0,5 до 2,5 м в зависимости от величины заряда. Применение зарядов с воздушными промежутками обеспечивает значительное снижение выхода негабарита по сравнению со сплошными зарядами или зарядами, рассредоточенными сплошной забойкой, и удельного расхода ВВ.

За последние годы благодаря широкомасштабному применению роторных экскаваторов на разработку 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 на основные приводы (двигатели ротора и поворота верхнего строения), реализуемое удельное сопротивление копания, 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.

Основная цель взрывного рыхления угольного массива — снижение удельного сопротивления копанию до уровня, обеспечивающего нормальные условия эксплуатации и высокие показатели работы 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, но при этом сохраняются структурные особенности пластов.

Диаметры скважинных зарядов при рыхлении угольного массива — 150 мм (при бурении станками СБВ-2М) и 160 мм (при бурении СБР-160). Плотность заряжания при порошкообразном аммоните принимают равной 900—950 кг/м<sup>3</sup>, величину заряда в скважине, а следовательно, и его длину, зависящую от высоты уступа и структурно-прочностных свойств угольного массива, устанавливают экспериментальным путем. Так, при изменении высоты уступа от 8 до 20 м масса заряда изменяется от 40 до 130 кг.

На угольных разрезах Кузбасса и Экибастуза прошли промышленные испытания и введены в промышленную эксплуатацию буровые станки СБР-160-24. На основе данных испытаний Карпинский машзавод модернизировал станок с целью повышения технического уровня и надежности работы его узлов. В результате была выпущена опытная партия практически новых буровых станков СБР-160А-24.

Буровой станок СБР-160А-24 предназначен для бурения вертикальных и наклонных скважин диаметром 160 мм и глубиной до 24 м коронкой режущего типа по уголю и породам с коэффициентом крепости до 6 по шкале проф. М. М. Протодяконова при добыче полезных ископаемых открытым способом.

#### Техническая характеристика бурового станка СБР-160А-24

|                                                                                                          |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Диаметр скважины, мм .....                                                                               | 160           |
| Глубина бурения вертикальной скважины, м .....                                                           | ≤ 24          |
| Угол наклона скважины относительно вертикали, градус .....                                               | 0; 15; 30     |
| Сменная производительность при очистке скважин шнековым/шнекопневматическим способом при крепости пород: |               |
| 4—6 .....                                                                                                | 100/120       |
| 2—4 .....                                                                                                | 240 + 120/300 |
| Установленная мощность, кВт .....                                                                        | 184           |
| Преодолеваемый уклон, градус .....                                                                       | 15            |
| 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 привода используется гидропривод механизма подачи и вспомогательных операций. Буровая мелочь в процессе бурения скважин транспортируется шнеком. Для обеспечения комбинированной шнекопневматической очистки на станке установлена компрессорная станция. Буровой став приводится во вращение от трехскоростного асинхронного двигателя через редуктор. Соединение шпинделя вращателя с буровым станком 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 6 шнеками и 4 переходниками. При бурении один шнек находится на оси скважины, а два — в кассете. Маневровое перемещение вращателя и подачи бурового снаряда на забой обеспечиваются канатным механизмом подачи. Большинство вспомогательных операций выполняется с помощью гидропривода.

Опытно-промышленные испытания бурового станка СБР-160А-24 были проведены на разрезе «Богатырь» в 1983 г. межведомственной комиссией с участием Карпинского машзавода (изготовителя), НИПИ-гормаша, НИИОГРа и ПО «Экибастузуголь». Модернизированный бу-

ровой станок СБР-160А-24 имеет ряд усовершенствований, что обеспечило ему преимущество по сравнению с первой конструкцией — станком СБР-160-24. В ходе испытаний и опытно-промышленной эксплуатации выявили эксплуатационные и конструктивные недостатки и разработали рекомендации по их устранению в течение последующих 2—3 лет. 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 рекомендован к серийному производству.

На экибастузских разрезах для бурения взрывных скважин в угольных пластах применяются 40 буровых станков, из них 25 — типа СВБ-2М-15, СБР-160. Годовая производительность одного списочного станка — более 50 тыс. м скважин.

## 32. 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 г. буровзрывные работы на вскрыше и добыче велись эксплуатационными участками под руководством помощника начальника участка по БВР, а с 1965 г. на каждом разрезе были созданы специальные участки БВР. Это позволило поднять на 15% коэффициент использования буровых станков, повысить их производительность, увеличить запас взорванной горной массы, улучшить качество взрывной подготовки забоев за счет специализации и повышения квалификации работников, снизить себестоимость БВР. В 1986 г. начался переход участков БВР на подряд с оплатой по конечному результату.

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 иметь в виду, что многие экскаваторные бригады на экибастузских разрезах перешли на комплексную организацию труда, включив в свой состав бригаду бурового станка, поэтому дальнейшая специализация и централизация взрывных работ (организация специальных участков, управлений) является объективной необходимостью.

На разрезе «Северный» сделан первый шаг в этом направлении — организован единый участок взрывных работ и три отдельных буровых участка: один — по добыче угля и по одному вскрышному — в технических единицах (разрезы «Северный» и «Южный»). При такой организации БВР коллектив разреза «Северный» смог преодолеть отставание и впервые за последние несколько лет выполнить в 1985—1986 гг. планы вскрышных работ.

Цель механизации взрывных работ на разрезах — снижение уровня ручного труда при выполнении технологических операций по хранению,

переработке и использованию ВВ, начиная со складских операций и кончая дроблением негабаритов.

Все операции с применением средств механизации условно разделяются 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. От общей трудоемкости производства взрывных работ подготовительные операции составляют примерно 35%, основные — 60%, механизированное дробление — до 5%.

В ПО «Экибастууголь» действует один базисно-расходный склад, обеспечивающий снабжение всех разрезов взрывчатыми веществами. Заводская поставка ВВ осуществляется в мешках по 40—50 кг, уложенных навалом в железнодорожных вагонах. При разгрузке вагонов мешки укладывают на поддоны, которые либо сразу, минуя хранилище, устанавливают в специально оборудованные бортовые автомашины и доставляют к месту взрыва, либо с помощью электропогрузчиков отправляют в хранилище склада, откуда загружают по мере необходимости в бортовые автомашины (ВВ заводского производства) или поставляют непосредственно на механизированный растарочно-погрузочный пункт (МРПП) при растаривании мешков с аммиачной селитрой. Для ускорения разгрузки вагонов поддоны с ВВ временами располагают на прирельсовой рампе.

При поставке ВВ в мешках не исключены разрывы мешков, развалы их с поддонов и, таким образом, применение ручного труда, поэтому переход на перевозку ВВ в мягких контейнерах позволит ускорить процессы доставки и разгрузки ВВ.

Карагандагипрошахтом на основе проработок НИИОГРа выполнен проект МРПП с механизированной обработкой только аммиачной селитры, который эксплуатируется на базисном складе с 1981 г. За период с 1981 по 1985 гг. было обработано свыше 20 тыс. т аммиачной селитры. Пункт включает в себя оборудование по распаketированию поддонов, растариванию мешков, сбору тары и погрузке селитры в зарядные машины. Он обслуживается 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 ч на пункте перерабатывается 50 т селитры (производительность растаривающей установки 15 т/ч). При суточном расходе ВВ до 80 т и данной производительности установки пока обеспечивается потребность производства, но в последующем необходима ее модернизация, а также строительство склада аммиачной селитры.

Для увеличения единичной мощности взрыва и снижения трудоемкости взрывных работ в ПО «Экибастууголь» при участии НИИОГРа разработана технологическая схема по доставке ВВ на место взрыва в железнодорожных вагонах, разгрузке их с помощью передвижной растаривающей установки МПР-30 в зарядные машины МЗ-4. Указанная схема согласована с Госгортехнадзором.

Механизированная зарядка скважин осуществляется только в случае применения аммиачной селитры при приготовлении игданита непосредственно в скважине. Загрузка зарядных машин МЗ-3 и МЗ-4 производится на МРПП расходного склада разреза «Богатырь».

Использование в качестве забоечного материала бурового штыба, оставшегося при бурении, является трудоемким процессом, так как при этом применяется в основном ручной труд. НИИОГРом разработана конструкция забоечной машины МЗШ-1, опытный образец которой прошел опытно-промышленные испытания на разрезе «Южный» ПО «Экибастузуголь» (при положительной температуре воздуха) и на разрезе «Нерюнгринский» ПО «Якутуголь» (при отрицательной температуре). По скорректированным на основании данных испытаний чертежам в ПО «Якутуголь» был изготовлен модернизированный вариант МЗШ-1, паспортная производительность которой в 2—2,5 раза выше производительности ЗС-2М. Однако из-за конструктивных недостатков добиться устойчивой работы этой машины, к сожалению, не удалось. Предстоит дальнейшая конструкторская доработка МЗШ-1 для организации серийного производства. С внедрением машин типа МЗШ-1 разрезы страны смогли бы перейти на технологию механизированной забойки взрывных скважин местным буровым штыбом.

В настоящее время НИИОГРом разработаны предложения по доставке ВВ на глубокие горизонты (примерно к 2000 г.). Рекомендованы два варианта: первый — транспортирование с помощью трубопроводного контейнерного пневмотранспорта, второй — по монорельсовым дорогам. При контейнерном пневмотранспорте под воздействием потока воздуха, создаваемого воздушодувными агрегатами, в транспортных трубопроводах движутся одиночные или объединенные в составы порожние и груженные контейнеры, загружаемые и разгружаемые на загрузочных и разгрузочных станциях. На открытых участках станций эти контейнеры перемещаются за счет сцепления с непрерывно вращающимися колесами. Основными элементами пневмоконтейнерной системы являются капсулы, трубопровод, перекачивающие агрегаты и загрузочно-разгрузочные станции.

## **Глава 9**

# **ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ**

### **33. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ**

В ПО «Экибастузуголь» основной объем угля и вскрышных пород перевозится железнодорожным транспортом, за исключением разреза «Восточный», где доставка угля из разреза на поверхность производится ленточными конвейерами, и строящегося разреза «Майкубенский», где уголь доставляется автотранспортом.

Благодаря непосредственному улучшению технико-экономических показателей работы железнодорожного транспорта ежегодно увеличивается

**Изменение технико-экономических показателей и объема грузоперевозок железнодорожного транспорта по годам**

| Показатели                                                         | 1960  | 1965  | 1970  | 1975   | 1980   | 1985   | 1988   |
|--------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Годовой объем грузоперевозок (грузооборот), млн т·км               | 206,3 | 586,7 | 990,3 | 1992,6 | 2623,7 | 3664,2 | 4343,9 |
| Среднесуточная производительность локомотивосостава при перевозке: |       |       |       |        |        |        |        |
| угля, т                                                            | 2920  | 4280  | 5110  | 5192   | 6270   | 5750   | 6305   |
| вскрыши, м <sup>3</sup>                                            | 2307  | 2620  | 3740  | 3562   | 3483   | 3805   | 3938   |

объем грузоперевозок (табл. 12). Как показывает практика, от организации, оснащенности и надежности транспорта зависит интенсивность ведения горных работ и эффективность использования мощного выемочно-погрузочного оборудования.

Для железнодорожного транспорта экибастузских разрезов характерны интенсивность движения во всех направлениях, сложность путевой схемы развития и значительная дальность транспортирования. Весь железнодорожный транспорт сосредоточен, в основном, в четырех погрузочно-транспортных управлениях (ПТУ): Северное ПТУ осуществляет транспорт вскрышных пород и угля на разрезе «Северный»; ПТУ «Экибастууголь» вывозит сформированные угольные составы на железнодорожные станции МПС, организует все коммерческие операции и налаживает взаимоотношения со станциями и отделением железной дороги МПС; Богатырское ПТУ осуществляет вывоз угля из разреза «Богатырь» и формирование груженых маршрутов на станциях Богатырская (западный ход) и Соединительная (восточный ход); Восточное ПТУ организует вывоз вскрышных пород с полей разрезов «Богатырь» и «Восточный».

Вывоз вскрышных пород из разрезов на внешние отвалы осуществляется через 10 породных станций, находящихся на поверхности: Северная, Озерная, Западная, Южная (разрез «Северный»), Фестивальная, Ковыльная, Степная, Разминовочная, Октябрьская, Обводная (разрез «Степной»). Эти станции обеспечивают безопасный пропуск груженых и порожних поездов, технический осмотр и мелкий безотцепный ремонт думпкаров, маневровые и другие работы и характеризуются поточным движением поездов. Кроме станций на поверхности, обслуживающих разрез «Северный», в пропуске и приемке вскрышных локомотивосоставов участвуют 13, а на разрезе «Степной» — 8 внутрикарьерных железнодорожных станций.

Груженые породные составы, направляющиеся из разреза на отвалы, подаются без кондуктора думпками вперед. Разгрузку состава на отвалах начинают с хвостового думпкара. Выгрузкой породы из думпкара руководит помощник машиниста локомотива. После разгрузки порожние составы по открытому циклу вновь направляются для загрузки

ки к забойным экскаваторам. Движение породных составов осуществляется по свободному, пакетному графику (к экскаватору подается любой из составов, работающих в данную смену): составы одного направления движутся друг за другом, образуя пакеты.

Вскрышные породы вывозятся тяговыми агрегатами ПЭ-2М и ПЭ-2У с фактической вместимостью составов в среднем 509 м<sup>3</sup> (разрез «Северный») и ОПЭ-1 с моторным думпкаром и средней вместимостью состава 444 м<sup>3</sup> (разрез «Степной»).

В ПО «Экибастузуголь» имеется несколько углесборочных станций, где формируются груженные углем железнодорожные составы для отправки на станции МПС и принимаются порожние вагоны парка МПС для подачи их в разрез под угольные экскаваторы: Ударная и Трудовая, обслуживающие 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 1988 г. здесь было погружено 47,8 млн т угля).

Вывоз угля из разреза «Богатырь» осуществляют тяговыми агрегатами ОПЭ-1 сцепной массой 240 т. Порожние вагоны, подаваемые под погрузку в угольные забой, поступают двух типов: общесетевые полувагоны, курсирующие по всем дорогам МПС, и кольцевые «вертушки» из глухонных полувагонов, оборачивающиеся только на тепловых электростанциях, потребляющих экибастузский уголь.

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—10 промежуточных (обменных) станций внутри разреза.

Движением поездов на разрезе «Богатырь» руководит диспетчер станции Узловая. Начальник смены разреза, ведающий производственными процессами добычи угля, при заступлении на дежурство передает диспетчеру станции Богатырская данные о калорийности (зольности) угля по каждому экскаваторному забою, которые служат ориентиром при формировании маршрутов. На основании этих данных, а также данных о типах вагонов, груженных углем, диспетчер организует прием груженных «подач» на станцию, оповещая об этом по громкоговорящей связи работников грузовой службы: грузового диспетчера, вагонников, приемосдатчиков ПТУ и МПС, а также мастера опробовательного пункта (ОП) и составителей, которые должны принять «подачу». Зная адрес потребителя (его выдает отдел погрузки дирекции по железнодорожному транспорту объединения), номера груженных вагонов и номер экскаватора, осуществлявшего загрузку, грузовой диспетчер согласовывает с мастером ОП возможность и порядок формирования маршрута конкретному потребителю (по показателям качества). Диспетчер станции по указанию грузового диспетчера формирует маршрут, который после проверки правильности его формирования и оформления грузовых документов отправляется на станции МПС — Экибастуз-1, Экибастуз-2 или Экибастуз-3 (Акбидаик).

Аналогично готовят к отправке груженные маршруты на других углесборочных станциях.

На разрезе «Восточный» порожние вагоны парка МПС в разрез не спускаются, а подаются на станцию Восточная под погрузочный комплекс П4В, находящийся на площадке станции.

На разрезе «Северный» составы из 14 полувагонов подаются под угольные экскаваторы тяговыми агрегатами ПЭ-2М с углесборочных станций на поверхности через 3—5 внутрикарьерных железнодорожных станций и раздельных пунктов. Движением поездов здесь руководит поездной диспетчер ПТУ, находящийся на внутрикарьерной станции Добычная. Груженные маршруты, сформированные на станциях Трудовая и Ударная, передаются на станции МПС Экибастуз-1 и Экибастуз-2 соответственно.

Организацией перевозок груженных углем маршрутов с углесборочных станций на станции Экибастуз-1, Экибастуз-2, Экибастуз-3 и приема с этих станций порожних маршрутов и вагонов с различными грузами под выгрузку руководит диспетчер круга ПТУ «Экибастуз-уголь». Он же координирует работу грузовых служб, поддерживает постоянную связь с дежурным аппаратом МПС. Диспетчеру круга ПТУ в оперативной работе непосредственно подчинены все железнодорожные станции объединения, осуществляющие прием груженных подач и формирование маршрутов, прием порожних составов, распределение и отправку в разрезы порожних вагонов под погрузку. В ведении диспетчера круга ПТУ «Экибастузуголь» находится также организация пассажирских перевозок: доставка работающих на разрезы «Северный» (техническая единица разреза «Южный»), «Богатырь», «Восточный», а также БПТУ и ВПТУ.

На станции Восточная порожние вагоны МПС составами из 30 полувагонов подаются на два пути под стационарные погрузочные пункты, оборудованные весодозирующими устройствами. Передвижка вагонов в процессе их загрузки осуществляется электротягачом Э-2 или тепловозом. Здесь же, на станции Восточная, производится формирование маршрутов из загруженных углем подач для отправки на станции МПС.

Оборудование станции и перегонов современными средствами связи и СЦБ повышает эффективность работы всех звеньев железнодорожного транспорта. Все станции оснащены громкоговорящей оповестительной связью, имеют 1018 мачтовых и 625 карликовых светофоров. Протяженность линий связи составляет 575 км. Устройствами электрической централизации (СЦБ) и поездной связью оборудованы 55 железнодорожных станций и раздельных пунктов, автоматической очисткой стрелок от снега — 10 станций. Из 1717 стрелочных переводов 1503 имеют СЦБ. Не оборудованы СЦБ, в основном, удаленные от станций одиночные стрелки, а также железнодорожные станции и посты разреза «Майкубенский». 14 перегонов (60 км) оборудованы автоблокировкой, 126 перегонов (335 км) — релейной полуавтоматической блокировкой. В СЦБ используются свыше 60 тыс. приборов железнодорожной автоматики (реле — 37 958,

блоки—8953, трансформаторы—7633, выпрямители и др.), 1645 км сигнального блокировочного кабеля и кабеля транспортной связи, 764 транспортные радиостанции (локомотивные, стационарные, переносные).

Подача вагонов парка МПС на подъездные железнодорожные пути ПО «Экибастузуголь» под маршрутную погрузку или возврат их осуществляется по графику, составляемому руководителем Экибастузского железнодорожного узла МПС 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 (груженные или порожние) подаются с отступлением от графика не более чем на 30 мин.

Все вопросы, связанные с взаимоотношениями между ПО «Экибастузуголь» и железной дорогой, регламентированы договором, заключаемым между объединением и Павлодарским отделением дороги и утверждаемым начальником Целинной железной дороги. Заключение договора предшествует разработка согласованного между двумя сторонами единого технологического процесса, в котором определяются основные нормативы погрузки и транспортирования угля, включая прежде всего время оборота вагонов на подъездных путях объединения.

**Показатели работы железнодорожного транспорта ПО «Экибастузуголь» за 1988 г.**

|                                                  |           |
|--------------------------------------------------|-----------|
| Общий объем перевозок, млн т .....               | 284,2     |
| В том числе:                                     |           |
| угля, млн т .....                                | 88,6      |
| вскрышных пород, млн м <sup>3</sup> .....        | 85,03     |
| Поставка угля потребителям, млн т .....          | 99,5      |
| Число отгруженных полувагонов МПС .....          | 1 194 000 |
| Оборот вагонов парка МПС, ч .....                | 10,8      |
| Себестоимость 1 т·км, к. ....                    | 1,3       |
| Выработка на одного трудящегося, тыс. т·км ..... | 981,5     |

### 34. ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

На железнодорожном транспорте экибастузских разрезов в настоящее время применяются три типа локомотивов: тяговые агрегаты постоянного тока (напряжение контактной сети 1,5/3 кВ) ПЭ-2М и ПЭ-2У; тяговые агрегаты переменного тока (напряжение 10 кВ) ОПЭ-1; тепловозы различных серий.

Локомотивный парк состоит из 124 тепловозов, 146 тяговых агрегатов, в том числе 84—ОПЭ-1, 61—ПЭ-2М и ПЭ-2У и 1—ПЭ-3Т (табл. 13). Кроме того, для пассажирских перевозок имеются 9 дизель-поездов типа D-1.

## Технические характеристики тяговых агрегатов

| Параметры                          | ОПЭ-1       | ПЭ-2М     | ПЭ-3Т       |
|------------------------------------|-------------|-----------|-------------|
| Сцепная масса, т                   | 240 + 120 * | 360       |             |
| Масса, приходящаяся на одну ось, т | 30,5        | 31        | 31,5        |
| Мощность дизеля, кВт (л. с.)       | 1471 (2000) | —         | 1471 (2000) |
| Мощность расчетного режима, кВт    | 4750        | 6140/2970 | 6780        |
| Сила тяги расчетного режима, кН    | 590         | 828/870   | 980         |
| Наименьший радиус кривой, м        |             | 80        |             |

\* Масса моторного думпкара.

## Технико-экономические показатели работы локомотивов

Среднесуточная производительность:

ПЭ-2М:

|                            |      |
|----------------------------|------|
| по углю, т                 | 4860 |
| по вскрыше, м <sup>3</sup> | 3816 |

ОПЭ-1:

|                            |      |
|----------------------------|------|
| по углю, т                 | 7065 |
| по вскрыше, м <sup>3</sup> | 4100 |

ТЭ-3 (2 секции) по углю, т 3350

Годовая производительность списочного локомотива:

ПЭ-2М:

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| по углю, тыс. т                 | 1251 |
| по вскрыше, тыс. м <sup>3</sup> | 838  |

ОПЭ-1:

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| по углю, тыс. т                 | 1826 |
| по вскрыше, тыс. м <sup>3</sup> | 806  |

ТЭ-3 (2 секции) по углю, т 546

На разрезе «Северный» проектные электровозы сцепной массой 150—180 т были заменены на тяговые агрегаты ПЭ-2М (360 т) при напряжении тяговой сети 3,3 кВ, что позволило сократить парк локомотивов с 71 до 62 при росте грузооборота на 26% и увеличить производительность рабочего парка локомотивов на 26%. Анализ процессов транспортирования локомотивами угля и вскрышных пород указывает на наличие резервов и возможность дальнейшего увеличения производительности локомотивов.

В 1983—1985 гг. на разрезе «Северный» и в СПТУ проводились промышленные испытания первого опытного образца тягового агрегата ПЭ-3Т с тиристорным управлением (напряжение контактной сети 3 кВ) Днепропетровского электровозостроительного завода. Однако при высоких проектных технических показателях опытный образец не допущен к промышленной эксплуатации из-за ряда конструктивных недоработок и заводских дефектов и отправлен на завод-изготовитель для доработки.

Для транспортирования угля с разрезов «Северный» и «Богатырь» на поверхность используются вагоны парка МПС грузоподъемностью 62—78 т, а угля на склады этих разрезов и вскрышных пород на отвалы всех разрезов — вагоны-самосвалы (думпкары) грузоподъемностью 105—189 т местного вагонного парка.

## Технические характеристики думпкаров

| Параметры                          | 2BC-105 | BC-136 | BC-145 | BC-180 |
|------------------------------------|---------|--------|--------|--------|
| Грузоподъемность, т                | 105     | 136    | 145    | 180    |
| Вместимость, м <sup>3</sup>        | 50      | 67,5   | 68     | 58,2   |
| Число осей                         | 6       |        | 8      |        |
| Масса, приходящаяся на одну ось, т | 25,6    | 25,8   | 27,8   | 30,8   |
| Масса тары, т                      | 49,6    | 71     | 78     | 67     |
| Коэффициент тары                   | 0,5     | 0,52   | 0,52   | 0,38   |

Думпкарный парк ПО «Экибастууголь» (табл. 14) состоит из 1172 единиц, в том числе грузоподъемностью 60 т — 87 единиц, 100 ÷ 105 т — 880, 136 т — 171, 145 т — 23, 180 т — 11.

Кроме того, в эксплуатации находятся 190 четырехосных копер-дозаторов для путевых и 243 грузовых вагонов для прочих хозяйственных работ, а также 11 пассажирских вагонов.

Из думпкаров формируют породные вертушки вместимостью 480—500 м<sup>3</sup> при тяговых агрегатах ОПЭ-1 и ПЭ-2М. Следует подчеркнуть, что мощность тяговых агрегатов (например, ОПЭ-1 с моторным думпкаром) позволяет обеспечить вместимость состава до 600 м<sup>3</sup>, но из-за отсутствия думпкаров большей вместимости этого достичь не удастся.

В настоящее время большегрузные думпкары BC-136 и BC-180 из-за серьезных конструктивных недостатков, выявленных в процессе их промышленной эксплуатации, сняты с производства и выпуск их прекращен. Поэтому пополнение думпкарного парка производится только за счет думпкаров 2BC-105, что и привело к снижению полезной массы породных составов. Кроме того, при увеличении вместимости ковшей экскаваторов до 16 м<sup>3</sup> вместимость локомотивосоставов стала снижаться, что вызывает необходимость завершения в ближайшие годы испытаний и организации серийного выпуска думпкаров BC-145 (модели 34-667).

Годовая производительность одного списочного думпкара на вывозе вскрышных пород в 1988 г. составила 84,1 тыс. м<sup>3</sup>.

## 35. ПУТЕВЫЕ РАБОТЫ

Железнодорожные пути на экибастузских разрезах по назначению, условиям эксплуатации и местам расположения разделяются на постоянные и передвижные. Различают постоянные пути: станционные (для скрещивания и обгона поездов); перегонные (для соединения рабочих горизонтов со станциями, а станций — с соседними станциями и приемо-разгрузочными пунктами); прочие (для отстоя и ремонта подвижного состава, экипировки, обслуживания складов и т. д.). Передвижные пути разделяются на забойные, предназначенные для обслуживания добычных и вскрышных экскаваторов, и отвалы. Протяженность железнодорожных путей постоянно увеличивается:

|                                     |       |       |       |       |       |       |        |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Год .....                           | 1960  | 1965  | 1970  | 1975  | 1980  | 1985  | 1990   |
| Общая протяженность путей, км ..... | 164,7 | 291,9 | 469,7 | 618   | 745,2 | 1084  | 1268,1 |
| В том числе:                        |       |       |       |       |       |       |        |
| постоянных .....                    | 96,5  | 134,9 | 251,9 | 333,6 | 422,1 | 642,2 | 831,7  |
| передвижных .....                   | 68,2  | 157   | 217,8 | 284,4 | 323,1 | 441,8 | 436,4  |

По состоянию на 1990 г. постоянные пути включают 382,6 км станционных путей, 354,7 км перегонных и 94,4 км прочих путей, передвижные — 298 км забойных и 138,4 км отвалных путей. Протяженность электрифицированных путей 946,3 км, в том числе 585,5 км — с центральной подвеской контактного провода и 360,8 км — с боковой.

Принятая скорость движения составов по постоянным путям — 25 км/ч, по передвижным на вскрышных и угольных участках — 20 км/ч.

Постоянные и передвижные пути уложены, в основном, рельсами Р-65 (502,3 км) и Р-50 (709,7 км) и только 56,1 км — рельсами Р-43. Все железнодорожные пути на деревянных шпалах имеют костыльное крепление, а на железобетонных шпалах (144 км путей) — болтовое. Кроме того, среди звеньев передвижных путей с деревянными шпалами уложено 77,2 тыс. металлических шпал с жестким болтовым креплением, обеспечивающих стабилизацию ширины колеи. Металлические шпалы изготавливают на месте из швеллеров № 24—20 со креплением типа КБ и укладывают по 5 на звено (длиной 12,5 м). Опыт эксплуатации железнодорожных путей и исследования показали, что при использовании металлических шпал число сходов подвижного состава вследствие уширения колеи снижается на 20—30%.

В качестве балласта на постоянных путях используется щебень местного производства (в ПО «Экибастузуголь» действуют два щебеночных участка с дробильными и сортировочными линиями общей производительностью 800 тыс. м<sup>3</sup> путевого щебня в год), на передвижных — частично щебень, некондиционный уголь, иногда местный грунт.

Планировка трассы железнодорожного полотна на уступах и отвальных туниках осуществляется бульдозерами (производительность 0,8—1,3 км/смену) с двигателями мощностью до 221 кВт (300 л.с.).

Для звеньевой переукладки передвижных железнодорожных путей применяются самоходные стреловые краны типа ЕДК типоразмеров 20, 60, 80, 300 и 500, путеукладочные поезда системы Платова с консольным краном УК-25/18-9. Кроме того, в последние годы применяют тракторные путеукладчики ТПП-25 на базе трактора Т-330, позволяющие переукладывать звенья длиной 25 м практически при любом шаге передвижки.

На экибастузских разрезах механизированы почти все основные процессы путевых работ: 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 сохраняется частичное использование 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 еще достаточно трудоемкими.

Шаг переукладки пути, м

| Тип экскаватора | На вскрыш-<br>ных участках | На уголь-<br>ных участках | На отвалах |
|-----------------|----------------------------|---------------------------|------------|
| Мехлопата:      |                            |                           |            |
| ЭКГ-8И          | 17—20                      | 20                        | 24—30      |
| ЭКГ-12,5        | 21—22                      | 22                        | 28—36      |
| Роторный:       |                            |                           |            |
| SRs(k)-470      | —                          | 28—30                     | —          |
| SRs(k)-2000     | —                          | 40—50                     | —          |
| ЭРШРД-5000      | —                          | 70—90                     | —          |

Шаг переукладки путей колеблется от 13 до 90 м в зависимости от типов применяемых экскаваторов (табл. 15). Объем переукладок достигает 790 км в год. Схемы переукладки железнодорожных путей на разрезах ПО «Экибастузуголь» соответствуют Типовым технологическим схемам переукладки железнодорожных путей на угольных разрезах (НИИОГР, Челябинск, 1981).

*Балластировка железнодорожных путей на разрезах осуществляется вагонами-дозаторами типа ЦНИИ-ДВЗ. Для уплотнения балласта используются шпалоподобивочные машины ШПМ-02 и УПМ, для рихтовочно-подбивочных работ — путевые машины ВПО-3000, ВПР-1200, ВПРС-500, для сварки рельсовых стыков — машины типа ПРСМ-3,4. Для перевозки железнодорожных звеньев, а также рельсов, шпал и других элементов путевой решетки применяют специально оборудованные платформы в составе укладочных поездов и обычные платформы.*

Все постоянные и передвижные пути на разрезах и в ПТУ обслуживаются специальными путевыми участками, оснащенными необходимыми машинами и инструментами. Правильная организация текущего ремонта и содержания пути обеспечивается проведением систематической проверки его состояния при ежесуточном, декадном и месячном осмотрах, производимых 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: подъем 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 других факторов и составляют 0,4—1,2 чел.-смен на 1 км путей.

Сборку новых железнодорожных звеньев, стрелочных переводов, капитальный ремонт путей, ремонт путевой решетки, пропитку шпал, сварку рельсовых стыков осуществляет путевая машинная станция (ПМС), входящая на правах самостоятельной производственной единицы в состав объединения. При этом наметилась тенденция увеличения

объема ремонта в ПМС изношенной путевой решетки, вывозимой с разрезов в процессе переукладочных работ: в путь укладывают отремонтированные, пополненные шпалами звенья. Такая организация работ заметно снижает трудоемкость содержания и текущего ремонта путей за счет уменьшения ремонтных работ непосредственно на уступах.

Вследствие наличия ручного труда, относительно низкой (по сравнению с другими категориями работ) оплаты труда и отсутствия равного с другими профессиями на разрезе пенсионного обеспечения, а также из-за неоправданно низкой организации труда на путевых работах, больших простоев и частых перемещений с одного рабочего места на другое профессии путевых рабочих в ПО «Экибастууголь» относятся к непрестижным, поэтому разрезы испытывают хронический недостаток в путевых рабочих. С другой стороны, медленно снижаемая трудоемкость путевых работ тормозит рост производительности труда на разрезах. Для разрешения сложившейся ситуации необходимо создание набора машин для комплексной механизации всех процессов путевых работ на разрезе. Использование же отдельных образцов путевой техники, созданных для обслуживания магистральных путей МПС, желаемых результатов не дает: разрезам нужна высокопроизводительная, пригодная для тяжелых условий открытых работ путевая техника, способная эффективно работать в суровых климатических условиях северо-востока Казахстана, Сибири и Дальнего Востока.

## **Глава 10**

# **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ТРУДА**

## **36. УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМОЙ**

ПО «Экибастууголь» — это единый крупный производственно-хозяйственный комплекс, в состав которого входят шахты, 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 г. на базе бывшего комбината «Экибастууголь» было создано ПО «Экибастууголь» по добыче угля открытым способом, в составе которого в настоящий момент 5 разрезов («Богатырь», «Северный», «Степной», «Восточный» и «Майкубенский»), 4 погрузочно-транспортных управления (ПТУ) и ряд специализированных предприятий и организаций (рис. 26).

Подразделения, входящие в ПО «Экибастууголь», классифицируются на четыре группы: основные предприятия по добыче угля; производственные единицы; предприятия на самостоятельном балансе; организации на несамостоятельном балансе. Статус основного предприятия по

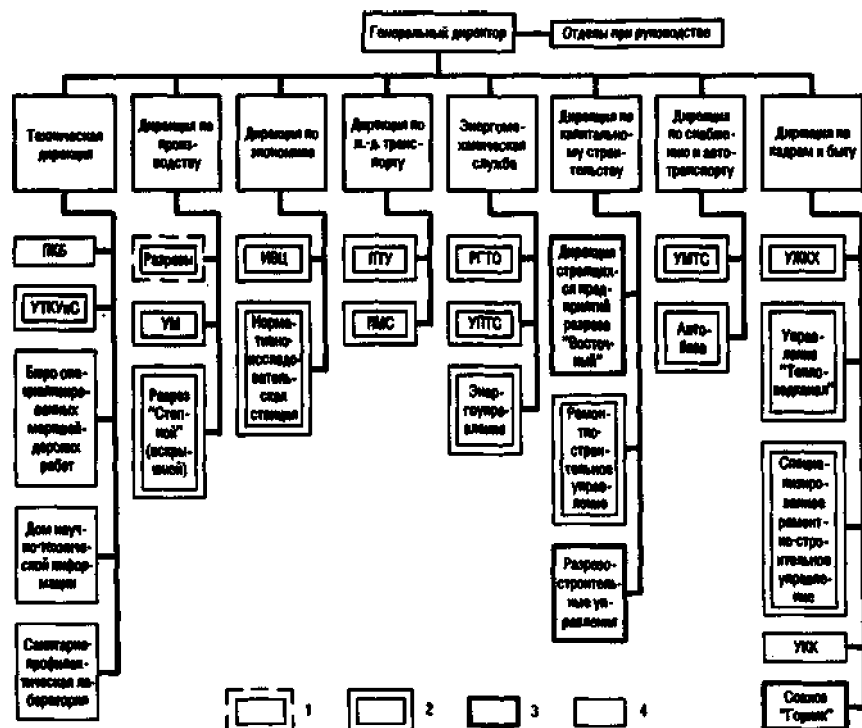


Рис. 26. Структура ПО «Экибастузуголь»:

1 — основные предприятия по добыче угля; 2 — производственные единицы; 3 — предприятия и организации на самостоятельном балансе; 4 — то же, на несамостоятельном балансе

добыче угля имеют разрезы «Богатырь», «Северный», «Восточный» и «Майкубенский», которые непосредственно осуществляют добычу угля. К производственным единицам относятся вскрышной разрез «Степной», погрузочно-транспортные управления «Экибастузуголь», Богатырское, Северное, Восточное, а также завод по ремонту горно-транспортного оборудования (РГТО), путевая машинная станция (ПМС), информационно-вычислительный центр (ИВЦ), Управление материально-технического снабжения (УМТС), автобаза, Управление механизации (УМ), Управление жилищно-коммунального хозяйства (УЖКХ), Управление технического контроля качества угля и стандартов (УТКУиС), Управление производственно-технологической связи (УПТС), Энергоуправление, Управление водопроводно-канализационного хозяйства и тепловых путей «Тепловодоканал».

К подразделениям на самостоятельном балансе относятся два разрезостроительных управления, совхоз «Горняк» и дирекция строящихся предприятий разреза «Восточный», на несамостоятельном балансе — учебно-курсовой комбинат (УКК), Дом научно-технической информации, нормативно-исследовательская станция, проектно-конструкторское

бюро (ПКБ), 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 экономической самостоятельности, чем участок (пех), но более низкой, чем самостоятельное предприятие, имеющая довольно широкие возможности для выявления и использования резервов производства при выполнении планов. 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 находятся между производственной единицей и самостоятельным предприятием, приближаясь к последнему. Разрез имеет отдельный бухгалтерский баланс, текущий счет в Госбанке, заключает от имени производственного объединения хозяйственные договоры, участвует в урегулировании разногласий по ним. В конце 1982 г. было утверждено «Положение о разрезе», позволяющее значительно расширить производственно-хозяйственную самостоятельность разрезов: предоставлены права в решении кадровых вопросов, вопросов труда и заработной платы, создании фондов экономического стимулирования и др.

В производственном объединении централизованы: расчеты с поставщиками, подрядчиками, потребителями; отчисления в бюджет; фонды материального поощрения, социально-культурных мероприятий и жилищного строительства; средства на капитальный ремонт основных фондов, материально-техническое снабжение, транспортное обслуживание, капитальный ремонт оборудования, капитальное строительство и реконструкцию предприятий; банковский кредит; формирование и распределение прибыли и др.

Руководство производственным объединением осуществляется специальным аппаратом управления во главе с генеральным директором, действующим на основе единоначалия. Оперативность в руководстве производством достигается через систему специализированных дирекций (технической, по производству, по железнодорожному транспорту, по капитальному строительству, по экономике, по материально-техническому снабжению и автотранспорту, по кадрам и быту), возглавляемых директорами, и энергетической службой, действующей на правах дирекции. Кроме того, в состав спецаппарата объединения входят 4 отдела при руководстве: организации управления, контроля и исполнения делопроизводства, юридический и контрольно-ревизионный.

Первым заместителем генерального директора является технический директор — главный инженер производственного объединения (он же возглавляет техническую дирекцию).

Директора спецаппарата управления по видам деятельности имеют право действовать от имени производственного объединения, совершать хозяйственные операции, 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 анализирует производственную, финансово-экономическую деятельность трудовых коллективов и на этой основе разрабатывает конкретные мероприятия по устранению выявленных недостатков, а также осуществляет 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 являются руководители специализированных дирекций объединения, директора разрезов, предприятий, производственных единиц и организаций. Задачи, функции, права и порядок работы совета определены Положением о совете директоров.

Основное предприятие по добыче угля — разрез — с точки зрения науки об управлении производством является сложной динамической системой с характерными особенностями (природными, технологическими и экономическими), которые вносят существенные коррективы в организацию управления угольным производством.

Особенность процесса добычи угля заключается в том, что 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, поэтому эффективность работы разреза зависит от естественных условий (глубины залегания пласта, его мощности и угла падения, крепости покрывающих пород, водообильности и т. д.).

Технологическая особенность разреза — подвижность, перемещение рабочих мест, производственных процессов и средств труда (экскаваторов, буровых станков и др.) во времени и в пространстве. Подвижность рабочих мест вызывает необходимость постоянного воспроизводства линий очистных забоев и развития горных работ в направлении сверху вниз, т. е. углубки разреза, что в свою очередь усиливает действие факторов роста трудоемкости добычи угля. Вследствие этого увеличение глубины разработки обуславливает необходимость повышения технического уровня разреза. В противном случае при прочих равных условиях замедляется интенсивность повышения экономической эффективности труда, что в конечном счете приводит к росту себестоимости добываемого угля.

С другой стороны, углубка горных работ при транспортной технологии приводит к увеличению протяженности внутрикарьерных железнодорожных путей и объемов их ремонта, а также увеличению численности монтеров пути. Так, на разрезах ПО «Экибастузуголь» протяженность железнодорожных путей увеличилась с 745,2 км (1980 г.) до 1193 км (1990 г.), 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. 27.

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 внутрен-

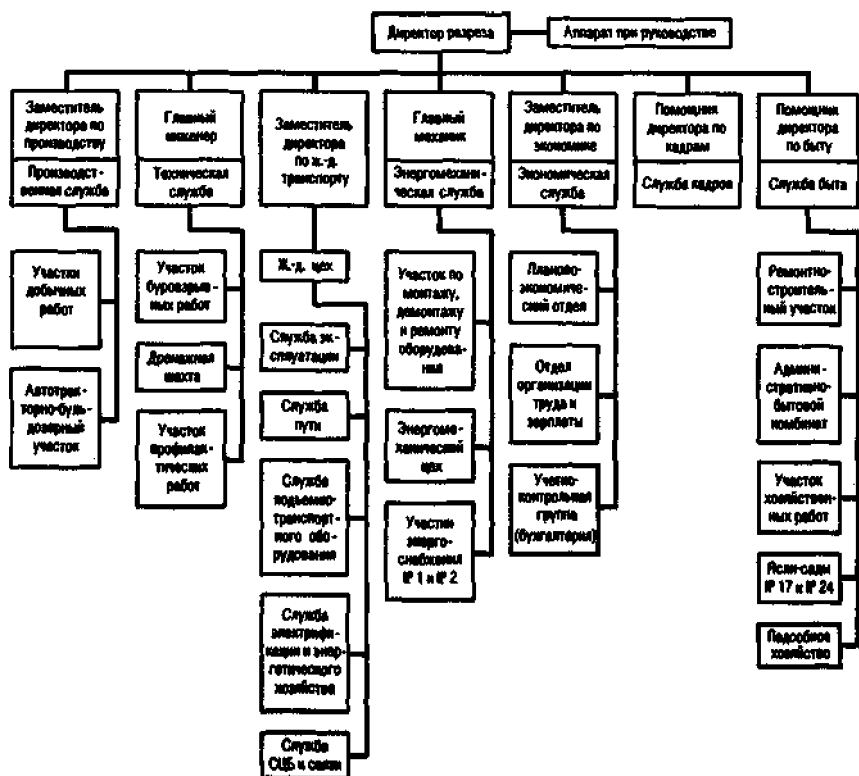


Рис. 27. Структура управления разрезом «Богатырь»

них подразделениях, 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 (рис. 28). 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 и сокращены управленческие расходы на сумму 515 тыс. р.

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.

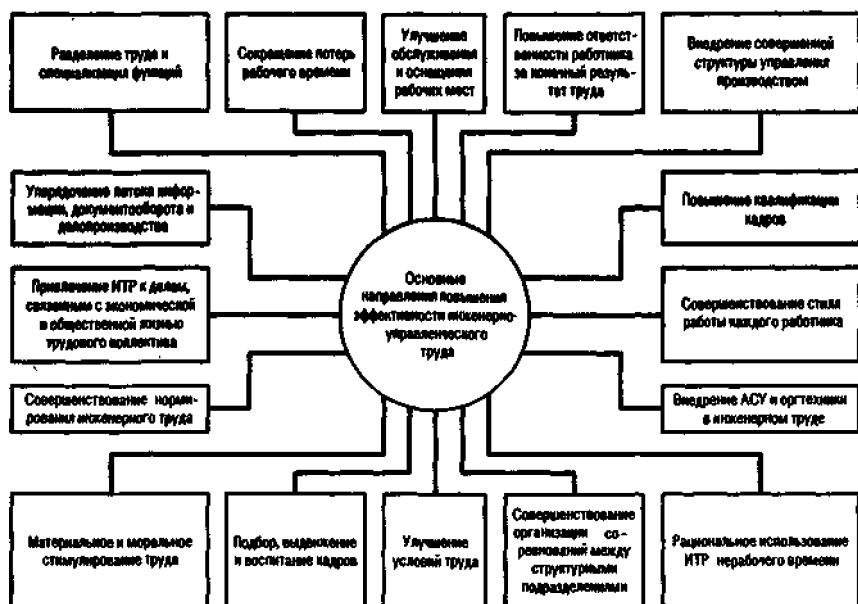


Рис. 28. Схема основных направлений повышения эффективности инженерно-технического труда

Основным лицом, оказывающим непосредственное воздействие на ход производства и постоянно информирующим руководство разреза о состоянии производственной деятельности трудовых коллективов 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 работой всех трудовых коллективов. Ему подчинены горные и транспортные диспетчеры.

Разрезы ПО «Экибастузуголь» оснащены надежными средствами телефонной связи и радиосвязи. Информация о работе горного оборудования по радиосвязи и внутриразрезовой телефонной связи поступает непосредственно с рабочих мест 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 осуществляют горный и транспортный диспетчеры в соответствии с общепринятыми графиками работы экскаваторов и движения поездов.

Одной из форм совершенствования организации производства на разрезах является 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 разрабатывают 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 экскаваторного забоя за сутки. Из графика плано-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 строятся на договорных началах и представляют собой одну из форм сотрудничества самостоятельных хозяйственных производственных единиц. Контроль за работой промышленного железнодорожного транспорта в целом по бассейну осуществляется дирекцией объединения по железнодорожному транспорту.

Большую роль в деле управления производством и повышении ритмичности работы экскаваторов играют советы мастеров, созданные на разрезах. Их деятельность направлена на организацию высокопроизводительного труда на рабочих местах. В своей работе совет мастеров руководствуется Положением о советах мастеров, утвержденным комитетом профсоюза разреза. На экибастузских разрезах советы мастеров объединяют 168 человек.

Важнейшими средствами рациональной организации экономической работы, направленной на всемерное повышение эффективности производства, являются совершенствование хозяйственных взаимоотношений в системе объединения и доведение хозяйственного расчета до каждого участка и каждой производственной бригады.

В ПО «Экибастууголь» существует довольно сложная, разветвленная система производственно-технологических связей каждого разреза с общей для них базой вспомогательных и обслуживающих производств, выполняющих соответствующие работы и услуги для всех подразделений объединения (см. рис. 27). Эти связи внутри объединения, осуществляемые на хозрасчетной основе, координируются руководством аппарата объединения, который утверждает структурным подразделениям технико-экономические показатели производства, цены и сметы на выполняемые работы и предоставляемые услуги, разрабатывает и составляет рекомендации по содержанию хозяйственно-экономических связей.

Производственно-хозяйственные отношения между подразделениями объединения строятся на основе внутренних договоров, соглашений и заказов, оформляемых в соответствии с общепромышленными и собственными нормативами, содержащими размеры санкций за причиненный ущерб и стоимость работ, выполняемых по заказу.

Взаимоотношения между разрезами и производственными единицами основываются на внутренних соглашениях, заключенных между ними. При этом ответственность по соглашениям несет каждое подразделение.

Внутрихозяйственные отношения между участками, службами, цехами и производственными бригадами регулируются действующим Положением об организации внутрипроизводственного хозяйственного расчета на разрезах объединения «Экибастууголь», 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 переведены все участки, цеха и службы разрезов, экскаваторные и локомотивные бригады, а начиная с 1985 г. — бригады рабочих буровых станков и рабочих с повременно-премиальной системой оплаты труда. В результате число хозрасчетных производственных бригад ПО «Экибастууголь» в 1988 г. составило почти 50% (против 42,5% в 1981 г.).

Внедрение хозяйственного расчета в производственных бригадах позволило ПО «Экибастууголь» в 1988 г. повысить производительность труда на 3,7%, получить экономии по себестоимости 9118 тыс. р. и перевыполнить план прибыли на 13 612 тыс. р.

Важными этапами на пути совершенствования производственной структуры и повышения эффективности управления производством являются 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. д.). Так, в 1983 г. три

**Показатели эффективности и экономичности управления производством в ПО «Экибастузуголь»**

| Показатель                                                         | Значение показателей за год |       |       | Рост (+) или снижение (—) показателей * |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-----------------------------------------|
|                                                                    | 1982                        | 1985  | 1990  |                                         |
| Выполнение плана добычи угля, %                                    | 97,9                        | 103,1 | 101,6 | —                                       |
| Добыча угля, % к уровню добычи 1982 г.                             | 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 зарплат работников управления, % к общему фонду зарплат       | 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.

самостоятельных разрезов—«Центральный» (по добыче угля), «Северный» (вскрышной) и «Южный» (вскрышной)—были объединены административно в один разрез «Северный».

Экономичность управления производством определяется 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.

Как видно из табл. 16, все оценочные показатели экономичности управления имеют 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.

### 37. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА

В развитии угольного производства и повышении его эффективности огромную роль играет постоянное совершенствование организации труда, которое должно обязательно сочетаться с техническим перевооружением разрезов. 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 разрезах повышается уровень организации труда, а соответствие производственных отношений, в свою очередь, создает производительной силе условия для дальнейшего внедрения в производство высокоэффективного горно-транспортного оборудования и передовой технологии, на основе которых обеспечиваются существенные темпы развития угледобычи (табл. 17).

Добыча угля на разрезах Экибастуза развивалась почти в 3 раза интенсивнее (см. табл. 17), чем на других разрезах отрасли в целом, поэтому доля экибастузского угля в общесоюзной добыче угля открытым способом возросла с 3,6% в 1955 г. до 26,5% в 1988 г.

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) являются 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.

Таблица 17

**Изменение показателей добычи угля под влиянием технического прогресса**

| Этап технического прогресса на разрезах Экибастуза | Добыча угля, тыс. т | Среднегодовые темпы роста добычи угля на разрезах, % |                                                                         |
|----------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                                    |                     | ПО «Экибастуз-уголь»                                 | Минуглепрома СССР (без учета объемов добычи угля в ПО «Экибастузуголь») |
| 1955—1963                                          | 2282,4              | 20,3                                                 | 7,5                                                                     |
|                                                    | 10005,4             |                                                      |                                                                         |
| 1964—1967                                          | 11978,4             | 12,3                                                 | 4                                                                       |
|                                                    | 16912,6             |                                                      |                                                                         |
| 1968—1980                                          | 18333,3             | 11,4                                                 | 3,8                                                                     |
|                                                    | 66546,8             |                                                      |                                                                         |
| 1981—1985                                          | 67556               | 4,4                                                  | 1,9                                                                     |
|                                                    | 80457,2             |                                                      |                                                                         |
| 1985—1988                                          | 2282,4              | 11,8                                                 | 4,2                                                                     |
|                                                    | 89694               |                                                      |                                                                         |

Примечание. В числителе — показатели за первый год этапа, в знаменателе — за последний год.

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 наряда с функциями 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 увеличивается численность рабочих со

среднетехническим и высшим образованием. Так, на разрезе «Богатырь» на 12 роторных экскаваторах работают 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 обмена 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 меняющих место работы, — это люди в возрасте от 20 до 30 лет, преимущественно рабочие низкой квалификации. В ПО «Экибастузуголь» в 1990 г. рост численности рабочих промышленно-производственного персонала опередил рост добычи угля в 1985 г. на 9,2% и составил 110,7%. Отсюда ясно, какое большое значение имеет 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 требует самого большого внимания к творческому содержанию в функциональной структуре и организации труда на вспомогательных работах. Решающей причиной текучести рабочих кадров является 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 транс-

портной технологии разработки угля. В 1980—1990 гг. при увеличении объема добычи угля и общей численности рабочих ПО «Экибастуз-уголь» 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 «Экибастузуголь» из-за увеличения численности монтеров пути при развитии технического прогресса практически не сокращаются затраты ручного труда.

Изменение численности рабочих (%) в зависимости от степени механизации труда на разрезах ПО «Экибастузуголь» за 1981—1990 гг. можно проследить по данным, приведенным ниже:

| Год .....                                              | 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 проводятся мероприятия по улучшению нормирования труда. На предприятиях объединения в качестве мер затрат труда используются нормы выработки, времени, обслуживания и нормативы численности.

Сменные нормы выработки устанавливаются 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), используются нормы времени.

Нормы обслуживания устанавливаются для рабочих на вспомогательных работах, обслуживающих различное технологическое

и вспомогательное оборудование, а также для персонала, обслуживающего производственные помещения и рабочие места.

По нормативам численности определяется мера труда рабочих с временно-премиальной системой оплаты, инженерно-технических работников и служащих.

В объединении проводится 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 составляется 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 с годовой экономией фонда заработной платы 125 тыс. р.

Разработку научно обоснованных нормативов по труду для замены действующих устаревших норм, а также составление новых норм осуществляет Нормативно-исследовательская станция объединения.

Для всех видов горных работ на разрезах и работ по транспортированию добытого угля и вскрышных пород применяются 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 оплачивается труд 99,9% рабочих со сдельной оплатой труда, занятых на разрезах и в погрузочно-транспортных управлениях.

Состояние нормирования труда, как известно, характеризуется уровнем среднединамической 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. 18).

Сравнивая данные табл. 18, 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 характеризуется 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 колеблется в пределах 0,8—0,87.

## Изменение нормативных показателей труда в ПО «Экибастууголь»

| Показатель                                                                                | 1969 г. | 1976 г. | 1981 г. | 1985 г. | 1990 г. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Выполнение норм выработки рабочими по добыче угля, %:</b>                              |         |         |         |         |         |
| 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   |
| <b>Удельный вес рабочих, не выполняющих нормы выработки, %:</b>                           |         |         |         |         |         |
| 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    |
| <b>Удельный вес научно обоснованных норм выработки, %:</b>                                |         |         |         |         |         |
| 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     |
| <b>Среднединамическая норма выработки за 7 ч:</b>                                         |         |         |         |         |         |
| для машиниста экскаватора:                                                                |         |         |         |         |         |
| на погрузку угля                                                                          | 934     | 2764    | 3360    | 4111    | 4897    |
| в вагоны МПС, т                                                                           |         |         |         |         |         |
| на погрузку вскрышных пород в думпкары, м <sup>3</sup>                                    | 1637    | 1790    | 1716    | 1815    | 1921    |
| на укладку горной массы в отвалы, м <sup>3</sup>                                          | 2265    | 2892    | 2742    | 2689    | 2449    |
| для машиниста локомотива:                                                                 |         |         |         |         |         |
| на транспортирование угля, т                                                              | 1178    | 1295    | 1322    | 1671    | 1593    |
| на транспортирование горной массы в отвалы, м <sup>3</sup>                                | 764     | 837     | 889     | 1037    | 1085    |
| для машиниста бурового станка на бурение взрывных скважин, м:                             |         |         |         |         |         |
| по углю                                                                                   | 177     | 192     | 201     | 242     | 269     |
| по породе                                                                                 | 92      | 101     | 114     | 131     | 146     |
| <b>Удельный вес повременнo-оплачиваемых рабочих, охваченных нормированным заданием, %</b> | —       | —       | 17,9    | 34,7    | Н. д.   |

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

## 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 <sup>3</sup>                             | 1637    | 1790    | 1716    | 1815    | 1921    |
| на укладку горной массы в отвалы, м <sup>3</sup>                                   | 2265    | 2892    | 2742    | 2689    | 2449    |
| для машиниста локомотива:                                                          |         |         |         |         |         |
| на транспортирование угля, т                                                       | 1178    | 1295    | 1322    | 1671    | 1593    |
| на транспортирование горной массы в отвалы, м <sup>3</sup>                         | 764     | 837     | 889     | 1037    | 1085    |
| для машиниста бурового станка на бурение взрывных скважин, м:                      |         |         |         |         |         |
| по углю                                                                            | 177     | 192     | 201     | 242     | 269     |
| по породе                                                                          | 92      | 101     | 114     | 131     | 146     |
| Удельный вес повременнo-оплачиваемых рабочих, охваченных нормированным заданием, % | —       | —       | 17,9    | 34,7    | Н. д.   |

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 29 474 вагона) не выполняло 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 «Экибастузуголь» приобретают 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 внедряются мероприятия планов НОТ, в настоящее время трудится более 1300 человек, или 12% от общей численности рабочих объединения.

Разработка и внедрение планов НОТ на разрезах проводятся 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 осуществляют советы НОТ разрезов под руководством главных инженеров. В состав творческих бригад входят начальники участков, служб и цехов (они являются руководителями бригад), механики, работники экономической службы, главные специалисты аппарата управления разреза, работники здравпункта, мастера, передовые рабочие. Каждый план НОТ обсуждается среди рабочих и ИТР участка, а затем выносится на обсуждение совета НОТ, утверждается главным инженером разреза и согласовывается с комитетом профсоюза.

Творческие бригады по НОТ во время обследования состояния рабочих мест широко практикуют анкетный опрос, обеспечивающий массовое участие рабочих и ИТР в проводимых работах по улучшению организации труда. В ПО «Экибастузуголь» действуют 102 творческие бригады, в которых объединены 566 рабочих и ИТР. В 1988 г. их силами было внедрено в производство 328 мероприятий по НОТ с экономическим эффектом 793 тыс. р. и условным высвобождением 201 человека. При этом рост производительности труда за счет внедрения этих мероприятий составил 1,8%.

Разрабатываемые в объединении планы НОТ носят комплексный характер и предусматривают 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, начатое еще в девятой пятилетке. В одиннадцатой пятилетке были 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, осуществляющих 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 всеююзные рекорды (табл. 19).

Изменение содержания трудовой деятельности в условиях повышения уровня технологической дисциплины, высокой степени концентрации погрузочных пунктов позволило по-новому организовать и стимулировать труд рабочих. Если до 1971 г. на разрезах объединения лучшей формой организации труда считалась специализированная сменная экскаваторная бригада (с индивидуальным начислением заработной платы за сменные итоги работы), то в 1972 г. на разрезе «Богатырь» была

Таблица 19

Всеююзные рекорды, установленные на разрезах Экибастуза

| Ф.И.О. бригадира | Год установления рекорда | Разрез     | Тип экскаватора | Процесс производства | Фактический объем производства, тыс. т (тыс. м³) | % выполнения плана |
|------------------|--------------------------|------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------------------|--------------------|
| Витт А. И.       | 1976                     | «Богатырь» | SRs(k)-470      | Добыча угля          | 4412                                             | 110,2              |
| Шишлов А. А.     | 1981                     | «          | ЭРШРД-5000      | То же                | 8172                                             | 124                |
| Пешков Н. Т.     | 1984                     | «          | SRs(k)-2000M    | «                    | 6989                                             | 121,2              |
| Зеленков А. В.   | 1985                     | «          | SRs(k)-2000M    | «                    | 7250                                             | 100,8              |
| Федотов А. И.    | 1988                     | «Северный» | ЭКГ-8И          | Отвалообразование    | (5702)                                           | 106,6              |

внедрена новая прогрессивная форма организации труда — специализированная сквозная экскаваторная бригада (с оплатой труда 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 отработанному 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 85 186 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-2004, бульдозер 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. План 1979 г. коллектив бригады экскаватора ЭРШРД-5000 № 7 выполнил досрочно к 13 декабря, добыв сверх плана 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 был обобщен и распространен на всех разрезах [1]. 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 «Экибастууголь».

В комплексных экскаваторных бригадах машинисты и помощники машинистов буровых станков, машинисты бульдозеров и монтеры пути работают 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 определяют путем деления месячного планового объема бурения взрывных скважин на произведение 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, требующихся 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 знакомится с состоянием забоя и призабойных путей. Каждый член бригады, сдающей смену, докладывает своему напарнику из принимающей смену бригады о 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 производят совместный осмотр узлов экскаватора. На все подготовительно-заключительные операции затрачивается 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 позволяет

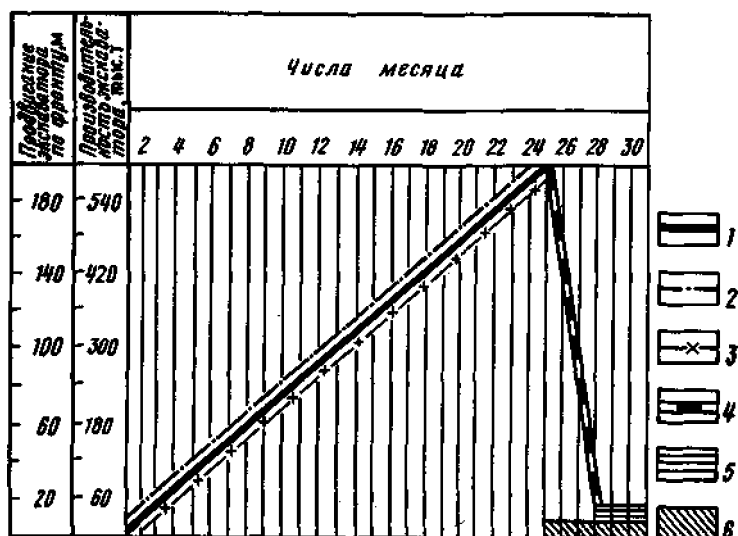


Рис. 29. Planoграмма работы экскаватора ЭРШРД-5000 № 7 за октябрь 1985 г.:

#### 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

оперативно выявлять любые неисправности, своевременно устранять и предупреждать их появление.

Ежемесячно члены бригады производят профессиональные осмотры и обслуживание согласно инструкции по технической эксплуатации и картам смазки, а во время технологических простоев экипаж проводит техническое обслуживание и осмотр закрепленных за ними узлов и агрегатов. В результате высокоэффективного технического ежедневного обслуживания повышается работоспособность экскаватора, поэтому планово-предупредительные ремонты (ППР) выполняются по потреб-

ности или по наработке отдельных узлов экскаватора. Организация ППР предусматривает круглосуточную работу рабочих по звеньям. В ряде случаев для ускорения ремонта роторного экскаватора практикуется создание из числа рабочих бригады специальной группы, которая днем заранее готовит 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 составляет 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. 29).

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, совпадает 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 оказывает помощь монтерам пути участка путевых работ. Для квалифицированного ведения работ по текущему содержанию и ремонту призабойных железнодорожных путей все члены комплексных экскаваторных бригад обучаются в учебно-курсовом пункте разреза. Экскаваторной бригаде выделяется рабочий и мерительный инструмент, необходимый для работы на железнодорожных путях и контроля за их состоянием.

Главные преимущества комплексных экскаваторных бригад заключаются в том, что обеспечивается полная загрузка каждого рабочего в течение всей смены, ликвидируются простои, возникающие из-за увязки между вспомогательными процессами производства, совмещаются экскаваторщиками профессии машинистов бурового станка и их помощников, монтеров пути. Таким образом, в основе комплексной экскаваторной бригады действуют принципы взаимосвязи и сплоченности коллектива, всеобщей заинтересованности в работе меньшей численностью и получении наивысшего производственного эффекта по результатам коллективного труда.

Опыт работы показывает, что комплексные экскаваторные бригады имеют 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 1985 г. 10 комплексными экскаваторными бригадами было добыто 48,8 млн т угля или 60,7 % от всего объема добычи ПО «Экибастузуголь».

В одиннадцатой пятилетке благодаря сокращению неплановых простоев наибольшей среди комплексных бригад эффективности добилась бригада роторного экскаватора ЭРШРД-5000 № 7, возглавляемая А. А. Шишловым.

Продолжительность 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 было добыто 32873,3 тыс. т угля, в том числе 678,3 тыс. т сверх плана, и отгружено на внешние отвалы 804,2 тыс. м<sup>3</sup> внутренней вскрыши. В результате среднегодовая производительность экскаватора по горной массе составила 3961,2 тыс.м<sup>3</sup>, что на 5 % выше норматива. График работы роторного экскаватора ЭРШРД-5000 № 7 на погрузке угля в вагоны МПС представлен на рис. 30.

В постановлении ЦК КПСС (1983 г.) «О дальнейшем развитии и повышении эффективности бригадной формы организации и стимулирования труда» указывалось на необходимость проведения экспериментов по

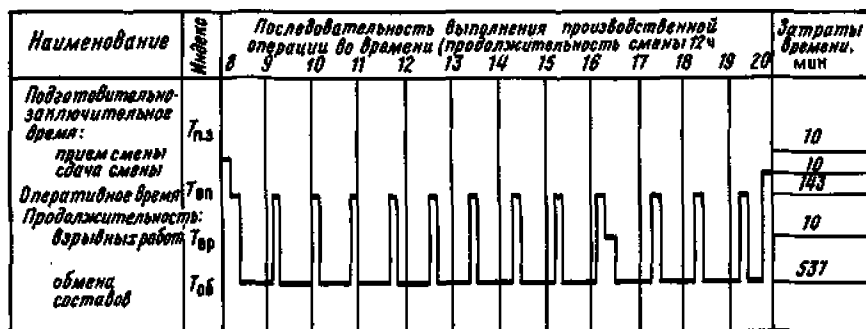


Рис. 30. График работы экскаватора ЭРШРД-5000 № 7 на погрузке угля в вагоны МПС (грузоподъемность локомотивосостава 900 т)

внедрению новых форм с учетом специфики производства. Первым шагом в этом направлении явилось создание экскаваторных бригад, работающих по методу бригадного подряда (договора). В ПО «Экибастузголь» 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. м<sup>3</sup>, 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. м<sup>3</sup> горной массы, а всего за 1983 г. объем экскавации горной массы составил 3289 тыс. м<sup>3</sup>, что на 90 тыс. м<sup>3</sup> 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. м<sup>3</sup> горной массы, выполнив годовой план на 115 %, и обеспечила рост производительности труда на 14,7 % при снижении себестоимости укладки 1 м<sup>3</sup> породы в отвалы на 18,5 %. С высокой производительностью работал коллектив подрядной бригады и в 1985 г.: им было уложено в отвалы 5702 тыс. м<sup>3</sup> горной массы, что

составило 106,6 % к плану. За счет снижения себестоимости укладки 1 м<sup>3</sup> 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 присуждено высокое звание лауреата Государственной премии 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 1988 г. 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 «Экибастууголь» функционирует 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-<br>тырь» | «Север-<br>ный» | «Вос-<br>точный» | «Степ-<br>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 бри-<br>гадной формой, % к общей численности<br>рабочих разреза ..... | 87,8            | 80,1            | 86,3             | 84,6           |

К концу 1988 г. число производственных бригад на разрезах Экибастуза 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 1987 г. При этом следует отметить, что для установления каждому члену трудового коллектива уровня КТУ на практике обычно учитываются следующие основные критерии: эффективность труда, профессиональное мастерство, отношение к труду, социальная активность.

По методу хозрасчета трудятся 88,5 % от общего числа рабочих в бригадах. На разрезах объединения проводятся меры по совершенст-

вованию 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 — наложат штраф. Взаимоотношения между хозрасчетными разрезами, а внутри них — между хозрасчетными участками реализуются через договоры между коллективами-смежниками. В системе договора установлена прямая материальная ответственность смежников 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 было 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 «Экибастууголь» 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, ибо 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 начисляется коллективная заработная плата, которая распределяется затем между членами коллектива (по КТУ) с учетом индивидуального вклада каждого работника в достигнутые результаты. Кроме того, этому коллективу выплачивается дополнительная премия за хозрасчетную деятельность отчетного месяца в размере до 50 % от суммы экономии, отраженной в лицевом счете бригады-участка.

### 38. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

В результате дальнейшей интенсификации добычи экибастузского угля на основе повышения производительности экскаваторов большой единичной мощности требуется коренное улучшение форм и методов управления производством, включая широкое внедрение автоматизированных систем управления (АСУ) разрезами. Поэтому в ПО «Экибастуз-уголь» большое внимание уделяется созданию и внедрению комплексной программы развития АСУ, представляющей собой совокупность вычислительной, организационной техники, экономико-математических методов и средств связи, позволяющих аппарату разрезов осуществлять эффективное управление производством в условиях нового метода хозяйствования. АСУ ПО «Экибастузуголь» включает в себя информационно-вычислительный центр (ИВЦ) и АСУ разреза «Богатырь».

В ИВЦ используются две ЭВМ общего назначения (ЕС-1046, ЕС-1045), малые машины (СМ-1406, СМ-1420), персональные компьютеры (IBM-PC-XT, АРМ на базе ПЭВМ PC-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 1990 г. стоимость основных фондов по обработке информации составила 10 408 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. была введена первая очередь организационно-технологической автоматизированной системы управления разрезом «Богатырь» (АСУ ОТ), включающая в себя комплексы технических средств автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). АСУ ОТ частично охватывает 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 формированию 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 груженых маршрутов. С внедрением АСУ намного упростился процесс формирования маршрутов с углем по качеству. Это достигается в результате того, что информация о качестве угля в забое каждого конкретного экскаватора заранее вводится в память ЭВМ, туда же поступает 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 передает 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 ведется через ЭВМ и занимает считанные минуты.

Значительно снизилась трудоемкость составления сопроводительной документации по каждому маршруту, поскольку вся исходная информация заранее вводится в память ЭВМ, и грузовой службе требуется 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 настоящее время ИВЦ решает 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 относятся: 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, поступающей в виде документов от разрезов. В таком режиме обрабатывается примерно 90 % всей информации. Оперативная информация, как правило, поступает по каналам связи.

Суммарная экономия от создания и развития АСУ в ПО «Экибастузуголь» составила 663 тыс. р. в год, при этом были достигнуты нормативные показатели эффективности.

На развитие АСУ и внедрение вычислительной техники предусматривается затрачивать ежегодно 0,8 млн р., что почти на 30 % больше, чем в одиннадцатой пятилетке.

Основными направлениями повышения эффективности являются: создание интегрированных комплексов (добыча угля, энергоснабжение, буровзрывные работы, транспортирование, вскрышные работы); разработка и внедрение задач анализа и планирования по основным направлениям производственно-хозяйственной деятельности в диалоговом режиме; повышение уровня типизации задач и расширение области их применения; завершение автоматизации учетно-контрольных функций управления во всех звеньях управления; внедрение сети технических средств контроля и учета работы экскаваторов, передачи информации и ее телеобработки; повышение среднесуточной загрузки ЕС ЭВМ и коэффициента полезного использования машинного времени для решения задач промышленного счета.

Выполнение всех вышеперечисленных работ по АСУ обеспечит создание системы сквозного характера — от рабочего места до аппарата объединения, получение информации с датчиков, вынесение дисплеев непосредственно на рабочие места, расширение круга решаемых задач в одном ритме с производственным процессом.

### 39. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДОБЫЧИ УГЛЯ

За период с 1981 по 1990 г. объем добычи угля на разрезах ПО «Экибастузуголь» возрос на 21 % и достиг 81,8 млн т (табл. 20).

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 сокультурных мероприятий и жилищного строительства в сумме 20 701 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 актив-

## Технико-экономические показатели работы разрезов ПО «Экибастузуголь»

| Показатели                                                | Абсолютные значения показателей за год |        | Значения показателей 1990 г. к уровню 1981 г., % |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------|--------------------------------------------------|
|                                                           | 1981                                   | 1990   |                                                  |
| Добыча угля, тыс. т                                       | 67 556                                 | 81 762 | 121                                              |
| Объем вскрышных работ, тыс. м <sup>3</sup>                | 54 911                                 | 90 970 | 165,7                                            |
| Численность промышленно-производственного персонала, чел. | 9412                                   | 13 528 | 143,7                                            |
| В том числе рабочих                                       | 7149                                   | 10 583 | 148                                              |
| Производительность труда рабочего по добыче, т/мес        | 1008,4                                 | 793    | 78,6                                             |
| Себестоимость 1 т угля, к.                                | 135                                    | 254    | 188,1                                            |
| Балансовая прибыль, тыс. р.                               | 52 500                                 | 51 792 | 98,7                                             |

ной 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 основных 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. 21.

В 1987 г. ПО «Экибастузуголь» 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 1987 г. по основным технико-экономическим показателям (табл. 22).

**Изменение технико-экономических показателей работы ПО «Экибастууголь» по добыче угля**

| Показатели                                                          | Абсолютные значения показателей за год |        | Значения показателей 1990 г. к уровню 1981 г., % |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------|--------------------------------------------------|
|                                                                     | 1981                                   | 1990   |                                                  |
| Средняя теоретическая производительность роторного экскаватора, т/ч | 2345                                   | 2900   | 123,4                                            |
| Средняя вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>               | 8,1                                    | 8,7    | 107,4                                            |
| Удельный вес добычи роторными экскаваторами, %                      | 86,4                                   | 88,1   | 102                                              |
| Фондовооруженность труда, р/чел.                                    | 43 935                                 | 88 558 | 183,4                                            |
| Фондоемкость продукции, р/т                                         | 7,12                                   | 13,3   | 186,8                                            |
| Энерговооруженность труда, (кВт·ч)/чел.                             | 37 969                                 | 51 427 | 135,4                                            |
| Энергоемкость продукции кВт·ч/т                                     | 5,28                                   | 7,51   | 142,2                                            |
| Трудоемкость добычи, чел/1000 т                                     | 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                                             |

Таблица 22

**Изменение технико-экономических показателей работы ПО «Экибастууголь» в новых условиях хозяйствования**

| Показатель                                               | Фактические значения показателей план на 1986 г. | Значения показателей плана 1987 г. |             | % выполнения плана 1987 г. | Значения фактических показателей 1987 г. к уровню 1986 г., % |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|-------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------|
|                                                          |                                                  | заданные                           | фактические |                            |                                                              |
| Поставка угля, тыс. т                                    | 85 640                                           | 87 040                             | 88 481      | 101,6                      | 103,1                                                        |
| Выработка валовой продукции на одного работающего, р/мес | 87 187                                           | 85 790                             | 90 886      | 105,9                      | 104,2                                                        |
| Месячная заработная плата одного работающего, р.         | 333,7                                            | 335,2                              | 344,2       | 102,6                      | 103,1                                                        |
| Прибыль балансовая, тыс. р.                              | 70 565                                           | 63 183                             | 77 538      | 122,7                      | 109,9                                                        |
| Себестоимость добычи 1 т угля, к.                        | 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 совершенствования 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 1987 г. были введены в эксплуатацию 65,1 тыс. м<sup>2</sup> жилья и дошкольные детские учреждения на 470 мест, завершено стро-

ительство 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 м<sup>2</sup>, 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 анализируют состояние трудовой дисциплины, причины нарушений, намечают меры по их устранению. Всех новичков, поступающих на разрезы, знакомят с правилами внутреннего трудового распорядка, традициями коллектива. На большинстве участков прием новичков ведется 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 1987 г. 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 настоящее время этот недостаток устранен. Оценку выполнения планов производят с учетом степени их напряженности:  $K = \Phi / H$  ( $K$  — коэффициент напряженности выполнения плана добычи угля;  $\Phi$  — фактическая величина показателя добычи угля, т;  $H$  — нормативная величина показателя добычи угля, т).

Лучшим считается коллектив той бригады, у которой коэффициент напряженности выполнения плана добычи угля выше. При такой оценке результаты работы бригад становятся действительно сопоставимыми, позволяющими определить, какая бригада полностью реализует свои возможности, а какая придерживает резервы роста производительности труда и снижения издержек производства. Кроме того, степень напряженности позволяет распределить все бригады по величине коэффициента напряженности выполнения плана добычи угля.

Оценка эффективности работы каждого трудового коллектива производится по конечным результатам работы коллектива разреза в целом, т. е. определяется уровнем выполнения плана добычи угля по разрезу. В связи с этим работа трудящихся низовых коллективов разреза организовывается таким образом, чтобы вся их деятельность была подчинена и исходила из интересов всего разреза в целом. При нарушении этого принципа происходит раздвоение интересов, и эффективность работы заметно снижается. 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 имеет хорошо налаженный повседневный контроль за работой всех подразделений предприятия со стороны производственной службы разреза. Если ежемесячно все звенья, бригады и участки на основе трудовой состязательности, соперничества обеспечивают 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 настоящее время на разрезах осуществляются 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

$$Э = (D_1 + D_2) \left( C_1 - \frac{D_1 C_1 + D_2 C_2}{D_1 + D_2} \right),$$

где Э — 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 «Экибасту-уголь» разработано Положение о структурной единице, которым разрезы руководствуются 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. Расширяются 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 кандидатур, 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 показывает, что деятельность производственных бригад и участков, которыми руководят избранные работники, отличается 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 выполняют свои обязанности на общественных началах. Заседания советов проводятся 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, работающих 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 1 м погонной длины пути снизились на 39% против плана 1988 г. и на 52% против плана 1987 г. В результате коллектив численностью 40 человек, переулотив 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 имеет 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.

## **Глава 11**

# **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ**

## **40. РЕКОНСТРУКЦИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВО РАЗРЕЗОВ**

Характерной особенностью успешного освоения Экибастузского угольного бассейна является не только строительство новых разрезов, но и практически непрерывная реконструкция действующих. Так, например, разрез «Северный» реконструировался дважды: первая реконструкция (1964 г.) разреза № 1 привела к росту его мощности с 3 до 4,5 млн т угля в год; в результате второй реконструкции (1970 г.) суммарная мощность разрезов №№ 1, 2 и 3 возросла с 10,5 до 20 млн т, а с учетом проведения дополнительных технических мероприятий — до 22 млн т угля в год.

Еще не была полностью завершена реконструкция разрезов №№ 1, 2 и 3, как в 1978 г. начались первоочередные работы по новой реконструкции разреза «Северный». В декабре 1976 г. Минуглепром СССР одобрил ТЭО, а в октябре 1981 г. Совмин СССР утвердил технический проект реконструкции разреза «Северный», разработанный Карагандагипрошахтом, на мощность 35 млн т угля в год.

В 1982 г. Карагандагипрошахтом были выполнены проектные проработки и обоснования вскрытия поля участка № 4, которыми предусматривалось ускоренное вовлечение его в отработку. Это было обусловлено необходимостью создания условий для поддержания мощности разреза

в период его реконструкции, снижения нагрузок на добычные горизонты и грузопотоков по стационарному борту, а также необходимостью организации дополнительного транспортного породного выхода из разреза.

Так как работы по реконструкции разреза в силу ряда причин затянулись, а сроки ввода мощностей отодвинулись к 2000 г., Минуглепром СССР в 1986 г. пересмотрел проект, приблизив завершение реконструкции к 1992 г. за счет снижения мощности (до 26 млн т угля в год) и капитальных вложений. Принципиальные технические решения с учетом дополнительных проработок не претерпели значительных изменений, однако замена техники, применяемой на вскрышных работах и железнодорожном транспорте, не была предусмотрена.

В настоящее время на разрезе «Северный» угольные пласты отрабатываются роторными экскаваторами типа ЭРП-1250, ЭР-1250 и SRs(k)-470 с гравитационным и центробежным рабочими органами, а также мехлопатами типа ЭКГ-4,6Б и ЭКГ-4у. Средняя высота добычных уступов составляет 8,5 м, нарезка новых горизонтов производится по углям в пластах 2 и 3 экскаваторами ЭКГ-4у с верхней погрузкой.

Разнотипность и большое число добычных экскаваторов, их малые параметры и сравнительно низкая производительность мехлопат при одновременной отработке нескольких добычных горизонтов усложняют транспортную схему и общую организацию работ. Кроме того, как показала практика, одноковшовые экскаваторы не обеспечивают качественной селективной выемки угля без потерь и поставку угля стандартной крупности потребителям. Поэтому данным проектом реконструкции предусмотрена полная замена мехлопат на роторные экскаваторы ЭРП-1250 с отработкой угольных пластов по двухуступной схеме. Оработку угольных пластов участка № 4 также принято осуществлять роторными экскаваторами ЭРП-1250 с вывозом угля через станции Карьерная и Добычная на станции Трудовая и Ударная, минуя породную станцию Северная.

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.

При разработке наклонных и крутопадающих мощных сложноструктурных угольных пластов Экибастузского бассейна направление отработки существенно влияет на объемы внешней вскрыши, потери и засорение угля при селективной выемке угольных и породных комплексов. Максимальные объемы вскрыши имеют место при разработке пластов от кровли к почве, так как высота рабочей зоны вскрышных горизонтов равна максимальной текущей глубине разреза. При обратном направлении разработки (от почвы к кровле) высота рабочей зоны вскрышных работ уменьшается 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 разрабатывают, в основном, от кровли к почве.

Учитывая изложенное, а также принимая во внимание переход к технологии валовой выемки пластов, в проекте заложен переход отработки угольных пластов от почвы к кровле с завершением этого процесса в северной части разреза на горизонте — 15 м, в южной — на горизонте — 55 м.

Преобладающее крутонаклонное залегание угольных пластов предопределило одновременную отработку вскрыши как на восточном, так и на западном бортах разреза, что исключает возможность создания внутренних отвалов (техническим проектом предусматривалась 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, сопровождается огромными трудностями. Отсутствие техники по ликвидации нависей, сложность управления буровзрывными работами при изменчивости геологического строения обуславливают необходимость отработки на данном этапе вскрышного уступа высотой, равной высоте черпания одноковшового экскаватора.

В ПО «Экибастузуголь» силами завода РГТО три экскаватора ЭКГ-12,5 были переоборудованы на ЭКГ-10Ус (вместимость ковша 10 м<sup>3</sup>) с высотой черпания 21 м, которые успешно используются на разрезе «Степной» (рис. 31). ИГД им. А. А. Скочинского и ИЗТМ разработано техническое задание на создание экскаватора типа ЭКГ-10Ус. Проектом предусмотрена возможность применения их на вскрышных работах разреза «Северный» в качестве основного оборудования.

Из-за значительной криволинейности фронта работ по отработке объемов вскрыши на границе между горными работами участков № 1 и № 4 рекомендуется производить отработку уступов драглайном ЭШ-10/70 с перевалкой вскрышных пород в навалы и последующей погрузкой их мехлопатами в думпкеры.

Складирование пород на внешних отвалах (северном, южном, западном) производится на первом ярусе экскаваторами ЭКГ-8И с ковшом 10 м<sup>3</sup>, на втором — драглайнами ЭШ-10/70 и ЭШ-13/50 с ковшами 10 и 13 м<sup>3</sup>. Высота отсыпки первого и второго ярусов — 30 и 60 м соответственно. Складирование вскрышных пород с участка № 4 осуществляется как на северном отвале (транспортируется с северо-восточного борта), так и на отвале участка № 4 (с юго-западного борта). Под отвал участка № 4 предусмотрено использовать район озера Экибастуз за пределами борта разреза. Высота первого яруса равна 25 м, вместимость отвала — 125 млн м<sup>3</sup>.

Северный отвал намечено развивать, в основном, только в двух направлениях — северном и восточном (западное и южное направления ограничены автомагистралью, транспортными и хозяйственными коммуникациями), южный и западный — только в южном направлении (на востоке площадь отсыпки южного отвала ограничена отвалом разреза «Степной»).

Вывоз угля и вскрыши в перспективе предусматривается тяговыми агрегатами постоянного тока напряжением 3,3 кВ типа ПЭ-3Т с тиристорным управлением, но в связи с задержкой их серийного выпуска

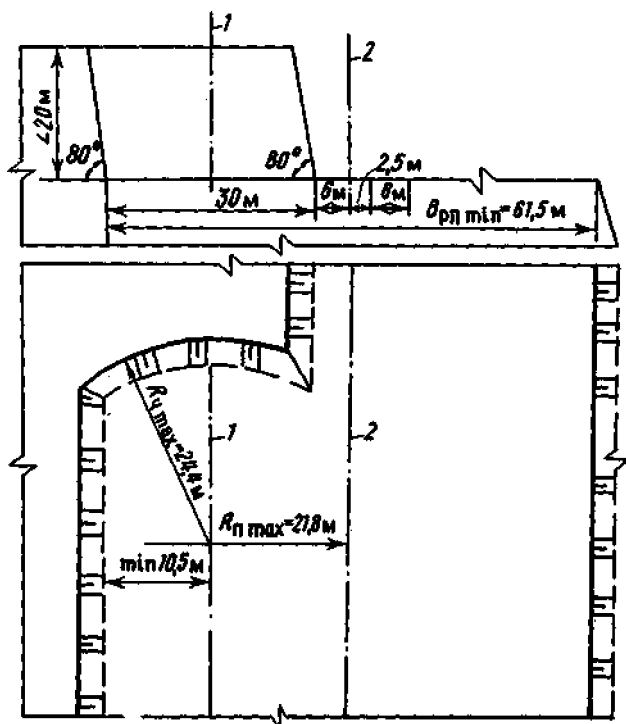


Рис. 31. Параметры вскрышного уступа при применении экскаватора ЭКГ-10Ус: 1—ось хода экскаватора; 2—ось ж.-д. пути;  $R_ч$ —радиус черпания;  $R_п$ —радиус погрузки;  $B_{рп}$ —ширина рабочей площадки

в первый период реконструкции будут применяться тяговые агрегаты ПЭ-2М напряжением 1,65 кВ с переводом их на напряжение 3,3 кВ.

Завершение реконструкции разреза «Северный» в 1992 г. с увеличением его мощности до 26 млн т угля в год одновременно приведет к стабилизации ухудшившихся технико-экономических показателей за счет использования более совершенной техники и прогрессивной технологии.

В 1978 г. были начаты первоочередные работы по сооружению разреза «Восточный» (технический проект выполнен институтом Карагандагипрошахт) мощностью 30 млн т угля в год. В 1985 г. ввели первую очередь мощностью 7,5 млн т, а в 1986, 1987 и 1988 гг.—соответственно вторую, третью и четвертую очереди мощностью по 7,5 млн т угля в год.

Проектная мощность определена исходя из горно-геологических условий залегания, порядка и условий разработки пластов, долевого участия их в добыче с учетом расстановки роторных экскаваторов SRs(k)-2000M. ГОСТ, утвержденный на угли Экибастузского бассейна

для пылевидного сжигания, регламентирует качество добываемого топлива при его валовой выемке.

Ввод мощностей на разрезе осуществлялся четырьмя пусковыми комплексами равной мощности, что обеспечило ритмичность в строительстве и создало благоприятные условия для освоения вводимых мощностей с параллельной нарезкой нижележащих горизонтов и монтажом на них конвейеров.

Как показали расчеты, объем вскрыши через каждые 4—5 лет значительно увеличивается, поэтому проектом предусмотрено усреднение годовых объемов внешней вскрыши. Объемы внутренней вскрыши колеблются в пределах 0,69—0,74 млн м<sup>3</sup> в год.

#### Основные показатели режима горных работ на освоение проектной мощности

|                                         |      |
|-----------------------------------------|------|
| Мощность по углю, млн т .....           | 30   |
| Объем вскрыши, млн м <sup>3</sup> :     |      |
| общий .....                             | 21,7 |
| внешней .....                           | 21   |
| в том числе:                            |      |
| на вскрышных уступах .....              | 17,5 |
| на зачистке .....                       | 3,5  |
| Коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т: |      |
| эксплуатационной .....                  | 0,72 |
| внешней .....                           | 0,7  |
| внутренней .....                        | 0,02 |
| Погружение горных работ, м/год .....    | 13,6 |
| Подвигание фронта работ, м/год:         |      |
| добычных .....                          | 170  |
| вскрышных .....                         | 130  |

Транспортирование угля и внутренней вскрыши из разреза на технологический комплекс станции Восточная осуществляется четырьмя независимыми друг от друга добычными конвейерными линиями: южной, центральными № 1 и № 2 и северной (см. рис. 11). Каждая из них работает в комплексе с роторным экскаватором SRs(k)-2000M. Конвейерные линии состоят из забойных, соединительных, подъемных и магистральных ленточных конвейеров.

Забойные конвейеры центральных (№ 1 и № 2) линий расположены на верхнем горизонте, южной и северной конвейерных линий — на нижнем добычном горизонте. Соединительные конвейеры, расположенные так же, как и забойные, в разрезе, передают горную массу с забойных конвейеров на подъемные. Подъемные конвейеры, расположенные в трех наклонных траншеях (южной, центральной и северной) на стационарном борту, доставляют горную массу из разреза на поверхность. Два магистральных конвейера расположены вдоль стационарного борта на поверхности. Очистку конвейерных линий от просыпей осуществляют экскаваторами-подборщиками ЭО-2621.

Каждая из четырех добычных конвейерных линий обеспечивает транспортирование 7,5 млн т угля и около 1,35 млн т внутренней вскрыши в год при режиме эксплуатации линий 300 дней в году и 22 ч в сутки. При этом режим работы разреза в целом составляет 357 дней в году.

Управление конвейерными линиями автоматизировано и контролируется из центрального диспетчерского пункта разреза (ЦДПР) четырьмя операторами головных по пуску конвейеров. С целью исключения управления одновременно с двух мест предусмотрены переключатели в пунктах операторов головных конвейеров. Для общего контроля за работой конвейерных линий в ЦДПР выведены 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 м<sup>3</sup>) проектом предусмотрено использование на вскрышных уступах одноковшовых экскаваторов ЭКГ-12,5. Зачистку угольных уступов, углубку наклонных траншей угольных подъемников, нарезку железнодорожных и автомобильных съездов осуществляют одноковшовыми экскаваторами ЭКГ-6,3У с удлиненным рабочим оборудованием. Планируемая среднегодовая производительность вскрышного экскаватора ЭКГ-12,5 — 3,3 млн м<sup>3</sup>, ЭКГ-6,3У — 1,9 млн м<sup>3</sup>.

В проекте заложены основные технологические параметры вскрышных работ: ширина заходки 24 м, высота уступа 20 м, ширина рабочей площадки (минимальная) 75,3 м, протяженность фронта вскрышных работ 2,8 км, число уступов — 3, угол откоса рабочего уступа 70°.

Транспортирование вскрыши на внешний отвал осуществляется электрифицированным железнодорожным транспортом. В качестве локомотивов применяются тяговые агрегаты переменного тока с тиристорной системой управления серии ОПЭ-1Б напряжением 10 кВ и сцепной массой 372 т, состоящие из электровоза управления, тепловозной секции с дизелем мощностью 1,5 МВт и моторного думпкара. Вскрыша грузится в думпкары ВС-145.

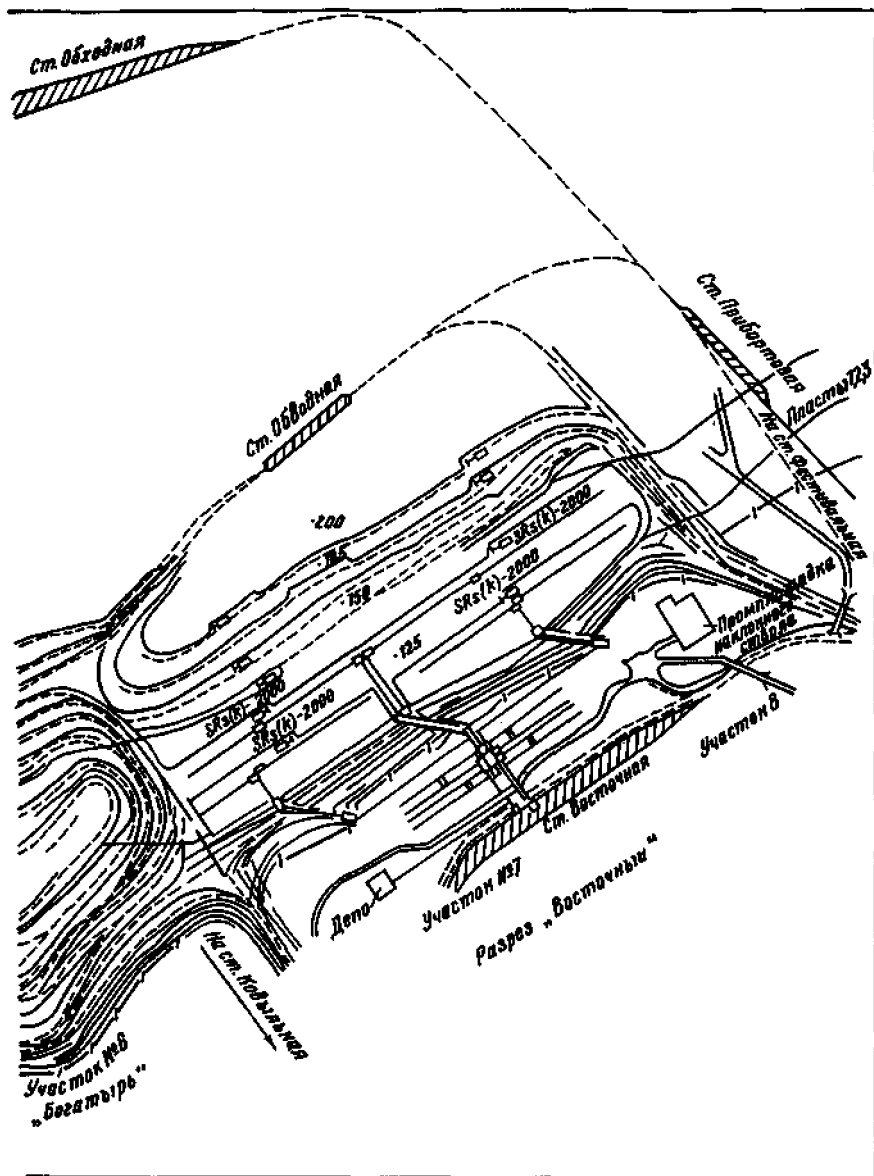
Общий объем породы, складываемой в отвалах (вскрыша разрезов «Восточный» и частично «Богатырь», селективная разработка, зачистка кровли пласта 1, нарезные работы), при освоении проектной мощности составляет 27,2 млн м<sup>3</sup> в год. Технология отвалообразования следующая: первый ярус высотой 30 м отсыпается экскаваторами ЭКГ-8И с ковшом 10 м<sup>3</sup>, второй ярус высотой 60 м — драглайнами ЭШ-13/50; ширина отвальной заходки достигает 85 м; приемная способность 1 м отвального тупика на первом ярусе — 900 м<sup>3</sup>, на втором — 2550 м<sup>3</sup>.

Скорость движения поездов по внутрикарьерным железнодорожным путям (на уступах, станциях, отвале, а также по соединительным путям) 25—40 км/ч, тип рельсов Р-65 и Р-50, шпалы — железобетонные и деревянные (число шпал на 1 км внутрикарьерных соединительных путей — 1840, на кривых — 2000, на станционных путях — 1600).

#### Проектные технологические параметры внутрикарьерного транспорта на вскрышных работах

|                                                                                                |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Вместимость породной вертушки, м <sup>3</sup> .....                                            | 600  |
| Средняя дальность транспортирования вскрыши, км .....                                          | 8,5  |
| Время оборота одного состава, мин .....                                                        | 121  |
| Годовая производительность одного локомотивосостава списочного парка, млн м <sup>3</sup> ..... | 1,44 |
| Годовой объем путепереукладочных работ, км .....                                               | 158  |





увеличение ее с 53 до 62 млн т за счет интенсификации отработки вскрыши и вскрытия участка № 9. Ввод мощности предусмотрен четырьмя пусковыми комплексами: в 1988 г. ввели первую очередь на 2 млн т, в 1989 г.— вторую на 5 млн т угля в год.

В проекте заложены новые технические решения: вскрытие верхних вскрышных горизонтов участков № 5 и № 6 обходной траншеей, а нижних — постоянными трассами железнодорожных путей, расположенных на нерабочем борту разреза; переход на трехступенную технологию выемки пластов при валовом способе; применение на отработке угольных пластов роторных экскаваторов ЭРШРД-5000, SRs(k)-2000M и межуступного погрузочного устройства МПУ-5000/28; отработка внешней вскрыши одноковшовыми экскаваторами ЭКГ-12Ус (с увеличением высоты уступов до 20 м) и драглайнами ЭШ-20/90; сохранение железнодорожного транспорта для вывоза угля и вскрыши тяговыми агрегатами ОПЭ-1; строительство дренажной системы для осушения поля разреза на горизонте — 50 м; валовая отработка угольных пластов с усреднением нестандартного кондиционного угля на угольных экскаваторных складах; расширение ремонтно-складского хозяйства, в том числе строительство монтажной площадки, открытой площадки для экипировки локомотивов, материального склада, гаража дорожно-строительной техники, балластного карьера и расширение существующего склада ГСМ; строительство бытового корпуса на 2000 человек; перевод электроснабжения разреза от подстанции Центральная и сооружение новой подстанции  $110 \div 35/10 \div 3,3$  кВ и др. Предусмотрен также комплекс мер по охране окружающей среды.

Принципиальная схема горных работ разрезов южной группы по действующим проектам приведена на рис. 32.

Строящийся разрез «Майкубенский» предназначен для отработки запасов Шоптыкольского месторождения в центральной части Майкубенского буроугольного бассейна, расположенного в Баян-Аульском районе Павлодарской области в 65 км юго-восточнее Экибастуза, с поставкой товарного угля потребителям для коммунально-бытовых нужд и тепловых электростанций.

Схемой развития и размещения угольной промышленности до 2000 г. предусмотрено строительство разреза с УПК и обогатительной фабрикой мощностью 20 млн т товарного угля в год. Строительство и ввод разреза в эксплуатацию намечены тремя очередями: первая — мощностью 8 млн т угля в год (1994 г.), вторая — 8 млн т (1998 г.) и третья — 4 млн т с обогатительной фабрикой (2001 г.).

Проект строительства первой очереди разреза «Майкубенский» был разработан институтом Карагандагипрошахт. Этим проектом предусмотрены следующие основные показатели и технические решения: проектная мощность — 8 млн т угля в год; средняя зольность бурого угля марки Б<sub>3</sub> — 23,5%, влажность 18,5%; низшая удельная теплота сгорания рабочего топлива 17,3 МДж/кг; вскрытие добычных горизонтов — центральной автомобильной выездной траншеей, вскрышных — железнодорожной выездной траншеей; транспортная технология разработки с использованием на вскрыше экскаваторов ЭКГ-12,5 и вывозом породы тепловозами ТЭМ-2У (2 секции) в думпкарах 2ВС-105, на добыче угля — экскаваторов ЭКГ-10 и вывозом его самосвалами БелАЗ-75199 грузоподъемностью 105 т; внешнее отвалообразование

## Технико-экономические показатели разрезов ПО «Экибастузуголь»

| Показатели                                          | По плану реконструкции |                   | По плану нового строительства |                                     |
|-----------------------------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
|                                                     | Разрез «Северный»      | Разрез «Богатырь» | Разрез «Восточный»            | Разрез «Майкубенский» (1-я очередь) |
| Проектная мощность, млн т                           | 26                     | 62                | 30                            | 8                                   |
| Прирост мощности, млн т                             | 4                      | 9                 | —                             | —                                   |
| Средний коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т      | 1,8                    | 0,75              | 1,74                          | 1                                   |
| Среднемесячная производительность труда рабочего, т | 580                    | 1202              | 1472                          | 900                                 |
| Себестоимость 1 т угля, р.                          | 2,41                   | 1,61              | 1,66                          | 2,51                                |
| Общая сметная стоимость, млн р.                     | 150                    | 156               | 529                           | 311,6                               |
| Фондоотдача на 100 р. основных фондов, т            | 7,95                   | 14,4              | 7,4                           | 7,62                                |
| Рентабельность, %                                   | 1,03                   | 13,2              | 7,0                           | 43,4                                |
| Продолжительность, мес: реконструкции               | 72                     |                   | —                             | —                                   |
| строительства                                       | —                      |                   | 72                            | 81                                  |

с использованием экскаваторов ЭКГ-10; строительство упрощенного дробильно-сортировочного угольного комплекса производительностью 3 млн т угля в год с выпуском 1,44 млн т сортового угля класса 25—300 мм зольностью 19,1% и отсева класса 0—25 мм зольностью 18,8%; сооружение угольного склада вместимостью 80 тыс. т с отгрузкой 5 млн т рядового угля в год зольностью 26,2% двумя роторными экскаваторами ЭР-1250.

В составе проекта первой очереди разреза утверждены три пусковых комплекса со следующими показателями:

| Пусковой комплекс .....                         | I      | II    | III  |
|-------------------------------------------------|--------|-------|------|
| Годовая мощность, тыс. т .....                  | 3000   |       | 2000 |
| Сметная стоимость строительства, млн р. ....    | 112,86 | 62,53 | 13,3 |
| В том числе строительно-монтажных работ, млн р. | 17,37  | 42,79 | 9,56 |

В настоящее время разрез «Майкубенский» строится и одновременно ведет добычу и отгрузку потребителям (в 1989 г. было добыто 2 млн т).

Основные технико-экономические показатели разрезов ПО «Экибастузуголь» по проектам реконструкции и нового строительства приведены в табл. 23.

#### 41. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Принятая проектами и действующая в настоящее время на разрезах (кроме разреза «Восточный») технология добычи угля и разработки вскрышных пород с использованием железнодорожного транспорта, при

которой по мере углубки горных работ все больше проявляются его недостатки (невысокая надежность, низкие производительность труда и уровень механизации трудоемких процессов, увеличение доли ручного труда, высокие эксплуатационные издержки), не обеспечивает при усложняющихся горно-технических условиях необходимый уровень технико-экономических показателей. До последнего времени считалось, что усложнение горно-геологических условий разрезов является объективным фактором ухудшения технико-экономических показателей работы, а поддержание добычи на заданном уровне должно обеспечиваться соответствующим увеличением производственных факторов и численности трудящихся. Однако вследствие интенсификации производства всех отраслей народного хозяйства были намечены основные направления научно-технического прогресса в Экибастузском угольном бассейне:

1. Применение поточной технологии на добыче угля с использованием конвейерного транспорта, что позволит обеспечить максимальную автоматизацию управления процессами, высокую степень использования оборудования и наивысшую производительность труда.

Так, на разрезе «Восточный» впервые в отрасли применили поточную технологию добычных работ с конвейеризацией транспорта по всей технологической цепочке — от забоя до пункта погрузки угля в вагоны МПС. На разрез были поставлены комплексы оборудования, включающие модернизированные роторные экскаваторы SRs(k)-2000M, перегружатели забойные типа BRs(k)-2000.65 и межступенные типа ARs(k)-5500.95, системы ленточных конвейеров производительностью 5250 м<sup>3</sup>/ч, оборудование аккумуляюще-усреднительных складов (конвейеры, штабелеукладчики, усреднительно-погрузочные машины), погрузочные пункты для угля и пород внутренней вскрыши типа П-4 В с весовой дозировкой.

В последнее время для разреза «Восточный» предложена оригинальная и более простая технологическая схема с диагональным фронтом работ [6].

Первый опыт применения поточной технологии добычи угля с использованием созданного для этой цели комплекса машин и конвейерных линий доказал эффективность и перспективность применения ее на других экибастузских разрезах, а также в различных угольных бассейнах страны.

2. Создание технологических схем и соответствующего оборудования для добычи угля с применением конвейерного транспорта на разрезах «Богатырь» и «Северный».

Пересмотренные в 1986 г. технические проекты реконструкции этих разрезов не предусматривают использования конвейеров на транспорте угля, а технические решения охватывают ближайший период их работы и связаны, в основном, с решением вопросов поддержания мощности и стабилизации показателей работы. Однако удалось найти такие решения, которые приближают сроки завершения реконструкции, снижают капиталовложения, увеличивая при этом (хотя и незначительно) мощности разрезов и улучшая их технико-экономические показатели. При неизменной технологии горных работ в соответствии с этими решениями намечены модернизация парка горно-транспортного оборудования,

разделение угольных и породных горизонтов, нарезка новых горизонтов мощными роторными экскаваторами с межступенными перегружателями мостового типа МПУ-5000/28, отсыпка драглайнами вторых ярусов на отвалах. Все это позволит подготовить разрезы «Богатырь» (в первую очередь) и «Северный» к переходу через 10—12 лет на поточную и циклично-поточную технологии.

3. Повышение высоты угольных уступов до 28—30 м при использовании мощных роторных экскаваторов типа ЭРПРД-5000 и SRs(k)-2000.

В настоящее время из-за неудовлетворительного решения вопросов нарезки новых горизонтов высота добычных уступов при использовании указанных экскаваторов составляет 20—22 м. Несовершенство техники и технологии нарезки новых горизонтов ухудшает показатели работы разрезов, лимитирует их производительность. В этих условиях чрезвычайно важно создание новых межступенных погрузочных устройств типа МПУ-5000. Применение таких машин на разрезе «Богатырь» обеспечит: нарезку новых горизонтов экскаваторами SRs(k)-2000 без промежуточной переукладки железнодорожных путей; увеличение высоты уступов до 28 м, а также возможность работы сдвоенных уступов высотой до 55 м на один транспортный горизонт; дозированную по массе загрузку железнодорожных вагонов, подаваемых по двум путям.

4. Усреднение экибастузского угля по качеству.

На разрезе «Восточный» управляемое усреднение добываемого угля осуществляется путем послойной отсыпки штабелей усреднительных складов разнозольными углями с последующим перемешиванием слоев барабанными усреднительными машинами. В этом случае при загрузке угля в вагоны достигается значительное сглаживание колебаний зольности, что крайне необходимо для тепловых электростанций с блоками большой единичной мощности. Такая система усреднения будет применена в будущем и на разрезах «Северный» и «Богатырь» при переходе на конвейерную доставку угля и сооружении усреднительно-погрузочных комплексов на поверхности. Однако внедрение гарантированного усреднения угля и повышения его товарного качества связано с существенными дополнительными затратами на разрезах и увеличением себестоимости его добычи, что требует повышения отпускных цен на уголь.

5. Повышение технического уровня и эффективности вскрышных работ.

Отставание технического уровня производства вскрышных работ с использованием одноковшовых экскаваторов, железнодорожного транспорта тормозит дальнейшее увеличение объемов добычи экибастузского угля. Большие объемы вскрыши (до 200 млн м<sup>3</sup> в год) при высокой концентрации горных работ, дальность транспортирования вскрышных пород по уступам и на отвалы и другие специфические условия противоречат технологии, базирующейся на использовании железнодорожного транспорта. Поэтому решение проблемы ускорения темпов развития вскрышных работ связано в первую очередь с заменой железнодорожного транспорта другим, более совершенным и эффективным.

Применительно к верхним вскрышным уступам, сложенным горными породами малой и средней крепости, наиболее эффективна технология с использованием роторных экскаваторов с повышенными либо высокими удельными (и абсолютными) усилиями копания и конвейерного транспорта. Для толщи вскрышных пород крепостью более 5 по шкале проф. М. М. Протодяконова возможно применение одноковшовых экскаваторов с предварительной взрывной подготовкой забоя. При этом горную массу перед погрузкой на ленточный конвейер пропускают через дробильно-погрузочные устройства или агрегаты для получения соответствующей кусковатости.

В том и в другом случае для приемки и складирования вскрышных пород на отвалах необходимо использование ленточных отвалообразователей с роторными рабочими органами, производительность которых должна быть увязана с пропускной способностью доставочных конвейерных лент.

До перехода на поточную и циклично-поточную технологии разработки вскрышных пород целесообразно увеличение высоты вскрышного уступа до 20 м и соответственно ширины заходки за счет применения одноковшовых экскаваторов с удлиненным рабочим оборудованием (ЭКГ-6, 3Ус, ЭКГ-10Ус, ЭКГ-12Ус и др.), а также драглайнов на разработку вскрывающих уступов и при отсыпке вторых ярусов отвалов высотой до 60 м.

6. Ускорение темпов коренного совершенствования технологии горных работ и переход на интенсивные методы разработки экибастузского угля.

Реализация указанных выше основных направлений совершенствования технологии горных работ и создания комплекса основного и вспомогательного горно-транспортного оборудования позволит на гораздо более высоком уровне вести разработку Экибастузского угольного бассейна. Техничко-экономические показатели при этом будут в значительно меньшей степени зависеть от усложняющихся горно-технических условий. Для этого должны быть найдены (при активном участии научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций) оптимальные варианты решения задач по снижению трудоемкости, металло- и энергоемкости во всех звеньях технологической цепи, повышению надежности оборудования, совершенствованию системы технического обслуживания и ремонта, методов и средств автоматизированного управления производственными процессами.

Часть проблем уже решена отраслевым временным творческим коллективом (ОВТК) «Поток», который впервые в отрасли был создан с целью концентрации научного потенциала для комплексного решения наиболее актуальных задач развития Экибастузского бассейна и определения основных направлений научно-технического прогресса, обеспечивающих ведение добычи угля к 2000 г. до 130—135 млн т, улучшение технико-экономических показателей производства, в первую очередь, производительности труда за счет применения в широких масштабах поточной и циклично-поточной технологий добычных и вскрышных работ. В его составе 15 человек: представители ПО «Экибастузуголь» (в

том числе Н. М. Белик — один из авторов данной книги), институтов ЦНИЭИуголь, ИГД им. А. А. Скочинского, УкрНИИпроект, Карагандагипрошахт и Московского горного. Ими были выработаны предложения и технические решения по интенсификации горных работ южной группы разрезов в период до 2000 г. Все работы разбиты на три этапа.

На первом этапе в проекте реконструкции разреза «Богатырь» предусмотрено внедрение поточной технологии на добыче угля в районе антиклинали участка № 5 с доведением в 1988—1990 гг. мощности разреза до 62 млн т угля в год. Этому способствуют благоприятные горно-технические условия залегания пластов в районе антиклинальной складки участка № 5, выражающиеся в большой (по горизонтали и вертикали) мощности залежи.

Размещение линии забойных конвейеров вкрест простирания (вдоль оси складки) обеспечивает решение на высоком технико-экономическом уровне комплекса технологических задач, в том числе: создание в условиях действующего разреза с железнодорожным транспортом автономного участка с забойным конвейерным транспортом на основе уже имеющегося на разрезах оборудования (полученного для разреза «Восточный»); повышение производительности роторного комплекса ЭРШРД-5000 примерно на 30%; ликвидация забойных железнодорожных путей, связывающих наиболее удаленный фронт добычных работ; создание на стационарных путях нерабочего борта железнодорожной станции Конвейерная с погрузочным пунктом.

В последующем подъемный конвейер, выходящий на станцию Конвейерная, будет технологически состыкован с системой подъемных и магистральных конвейеров, связанных с будущим усреднительно-погрузочным комплексом (УПК) в районе станции Соединительная.

Первоначально забойный конвейер устанавливается по оси антиклинали в разрезной траншее, проходимой драглайном, на горизонте +20 м. В качестве подъемного конвейера используется резервный забойный конвейер разреза «Восточный», реконструированный для погрузки угля в СПУ-5000.

ОВТК «Поток» определил порядок отработки запасов угля на горизонте +10 м и параметры добычного уступа при разработке роторным экскаватором ЭРШРД-5000 с отгрузкой на конвейерный транспорт. При поточной технологии высота угольного уступа увеличивается до 35 м (против 25 м при цикличной технологии), поэтому бурение взрывных скважин осуществляется буровым станком типа ЗСБШ-200-60 с автоматическим выбором режима бурения в зависимости от физико-механических свойств горного массива. Глубина буримых скважин диаметром 200—250 мм достигает 60 м.

На отработке нижних вскрышных горизонтов рабочей зоны участка № 5 используются драглайны, что значительно сокращает сроки ввода главных и протяженность передвижных железнодорожных путей, объем горно-капитальных работ, а также обеспечивает качественную зачистку почвы пласта I. При этом измененная схема вскрытия формируется за счет прохождения обходной капитальной траншеи и строительства железнодорожной станции Обходная.





в первую очередь — разделение потоков угля и вскрыши по стационарным внутрикарьерным путям. Для транспортирования внешней вскрыши предусматривается строительство станций Поворотная на участке № 5 (горизонт +150 м) и Поточная на участке № 6 (горизонт +130 м). На стационарном борту разреза «Богатырь» ликвидируют станции Горная, Юбилейная и частично Траншейная, а также демонтируют около 30 км железнодорожных путей с освобождением угольных целиков для их разработки.

Для обеспечения прямых заездов при интенсификации отработки вскрышного фронта синклинали части участка № 5 предусмотрены углубка обходной траншеи до горизонта +110 м и изменение вскрытия северо-восточного борта траншеями горизонтов +150, +135, +120, +110 м. Горизонты +180 и +165 м участка № 5 вскрываются обходной траншеей, при завершении строительства которой обеспечивается отработка вскрыши в районе синклинали до горизонта +85 м с использованием драглайна на погрузке породы в думпкары (на участке № 5 в районе синклинали высота уступа 20 м, на участке № 6 — 15 м).

Основные предложения по интенсификации и совершенствованию технологии отработки запасов угля и вскрышных пород на первом этапе реконструкции южной группы разрезов сводятся к следующему: внедрение поточной (внутри разреза) технологии отработки угольных пластов в районе антиклинали участка № 5 разреза «Богатырь»; удлинение фронта добычных работ разреза «Восточный» за счет вовлечения в разработку части поля участка № 8; внедрение технологических схем отработки нижнего надугольного вскрышного горизонта с использованием драглайнов ЭШ-10/70 и ЭШ-13/50 с погрузкой горной массы непосредственно в средства железнодорожного транспорта; увеличение вместимости локального отвала участка № 9 при использовании драглайнов ЭШ-10/70 и ЭШ-13/50 на третьем (верхнем) ярусе при снижении дальности транспортирования вскрыши; увеличение высоты добычного уступа с 20 до 30 м при разработке его роторным экскаватором ЭРШРД-5000; совершенствование внутрикарьерной железнодорожной схемы по стационарному борту и отработка освобождающихся целиков угля; выполнение горно-вскрышных работ по строительству обходной траншеи, обеспечивающей транспортирование вскрыши на станциях Разминовочная и Обходная, и траншеи под наклонный конвейер на участке № 9, строительство которого намечают на втором этапе.

Эти технические решения по разрезу «Богатырь» обеспечили ввод новых мощностей в объеме 9 млн т угля в 1990 г. вместо 1991 г. (по утвержденному проекту). Кроме того, они позволяют достичь освоения общей проектной мощности разреза 62 млн т в 1992 г. вместо 1994 г. по проекту, а также улучшить технико-экономические показатели работы без увеличения себестоимости угля.

На втором этапе реконструкции мощность южной группы разрезов возрастет до 100 млн т угля в год.

Увеличение мощности разреза «Богатырь» достигается за счет дальнейшей интенсификации горных работ в поле участка № 9 (поточная

технология) и строительства УПК на станции Молодежная. Перевод добычных работ на поточную технологию с использованием роторного экскаватора ЭРШРД-5000 позволит увеличить (за счет роста его производительности) добычу угля с 7 до 15 млн т в год. Внедрение поточной технологии начинают с горизонта +80 м, на котором устанавливают забойные конвейеры. Подъемный конвейер, монтируемый в наклонной траншее, связывает горизонт +80 м со станцией Молодежная на поверхности, где сооружается УПК (по аналогии с разрезом «Восточный») в составе конвейера подачи на склад со штабелеукладчиком УІСН-6000, усреднительно-погрузочной машины УБ2Р-4000, конвейеров подачи со склада на погрузочный пункт. Отличительная особенность работы УПК участка № 9 состоит в подаче порожних полувагонов под погрузку угля на два пути с использованием на модернизированном погрузочном пункте погрузочного устройства СПУ (МПУ).

На площадке склада размещается штабель породы внутренней вскрыши, которая укладывается штабелеукладчиком. Отгрузка породы из штабеля в думпкары осуществляется экскаватором ЭКГ-4,6.

Для перегрузки угля с конвейеров в средства железнодорожного транспорта предусмотрено строительство на станции Молодежная двух погрузочных железнодорожных путей.

В составе комплекса поточной технологии участка № 9 — уже работающий роторный экскаватор ЭРШРД-5000 и вновь созданное оборудование: межступенный перегружатель МПУ-5000 (вариант для конвейерного транспорта); система конвейеров производительностью 6000 т/ч (2 забойных конвейера длиной по 1100 м и 2 подъемных по 450 м для подъема на высоту до 130 м); оборудование УПК (рис. 34).

В процессе эксплуатации разреза «Восточный» выявлена возможность значительного повышения производительности всего угольного комплекса при устранении недостатков существующего порядка отработки карьерного поля, обусловленных ограниченностью добычного фронта и наличием жестких технологических связей.

Недостаток принятой двухступенной технологической схемы разработки — ограниченная реализация технических возможностей применяемого оборудования вследствие длительных простоев, связанных с монтажом и демонтажом конвейерных линий. В результате исследований, проведенных УкрНИИпроект и Карагандагипрошахтом совместно со специалистами ПО «Экибастууголь», определены три наиболее эффективные технологические схемы: поперечная, диагональная и усовершенствованная одноуступная.

*Поперечная схема* предусматривает расстановку горно-транспортного оборудования на 4 угольных уступах. Направление отработки карьерного поля — по простиранию пластов. По этой схеме значительно уменьшается объем монтажных и демонтажных работ, но возрастает на 20% значение текущего коэффициента вскрыши (по сравнению с проектной схемой), а также возникает необходимость строительства дополнительного конвейерного подъемника, что практически нереально в условиях действующего разреза.

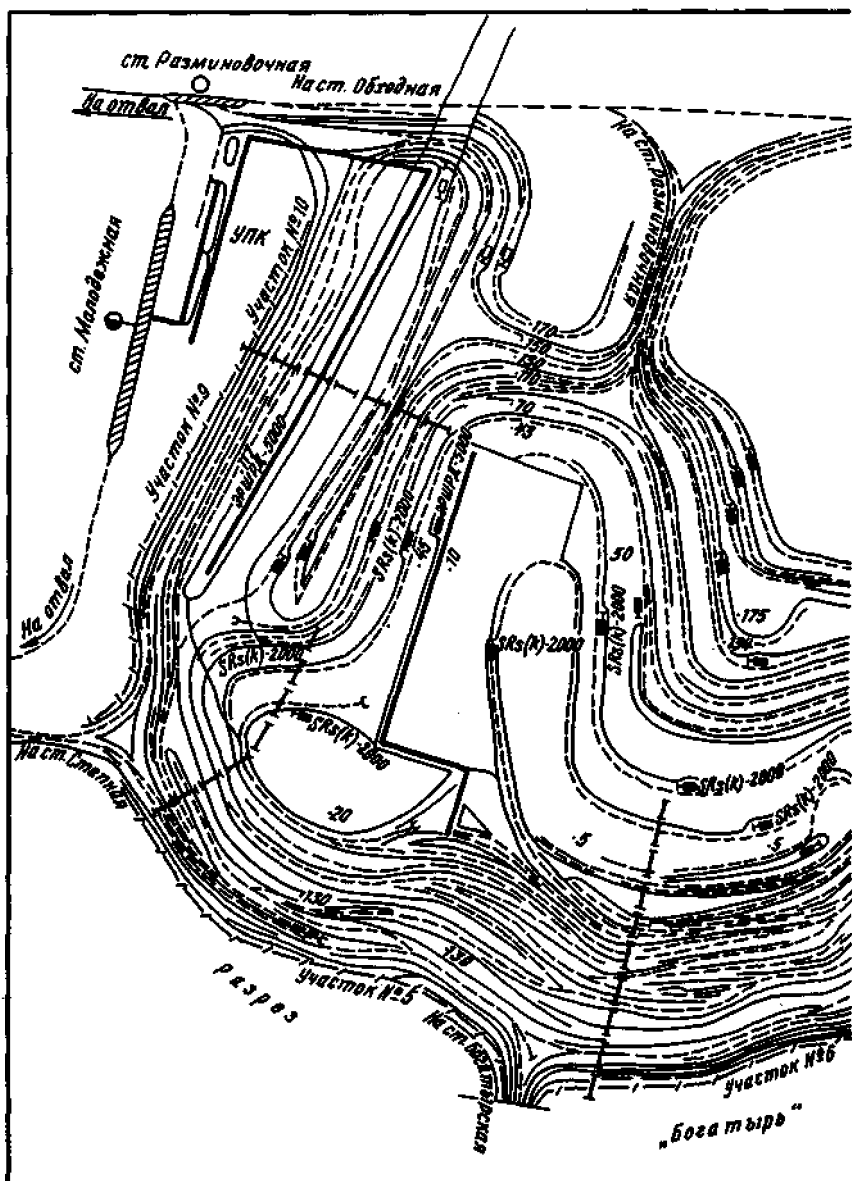


Рис. 34. Схема горных работ разрезов южной группы на втором этапе реконструкции

Диагональная схема по экономическим показателям предпочтительней проектной, так как вдвое сокращается протяженность забойных конвейеров, исключаются их демонтаж и монтаж, высвобождаются со-



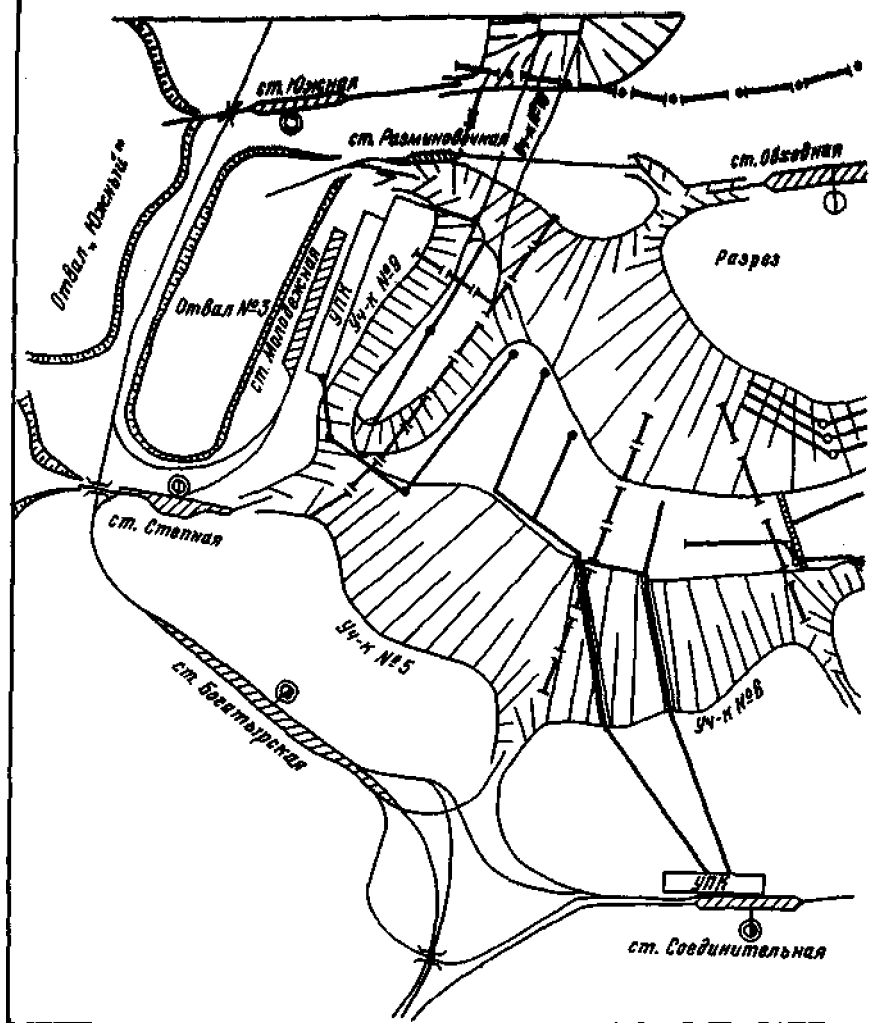
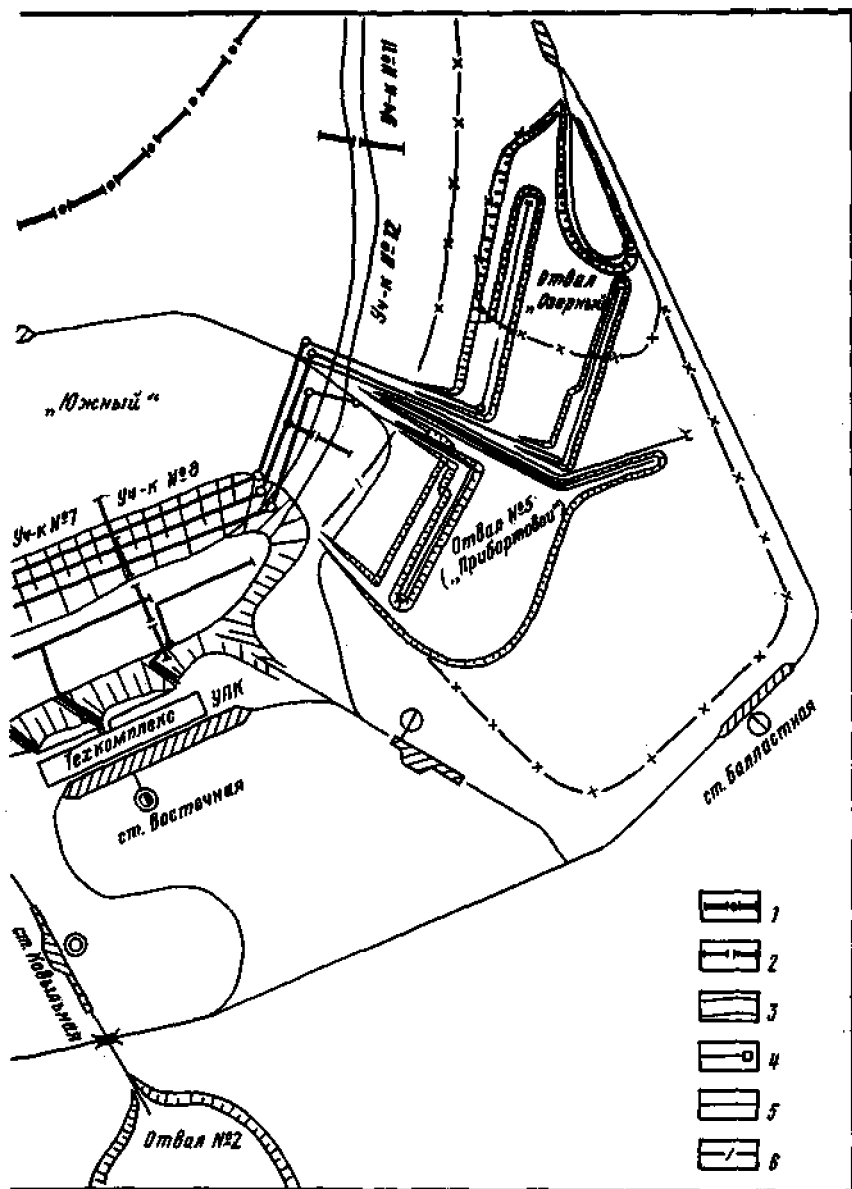


Рис. 35. Принципиальная схема вскрытия разреза «Южный» на третьем этапе реконструкции:

1, 2—границы соответственно разрезов и участков; 3—выход пластов; 4—конвейерная линия; 5—трасса ж.-д. пути; 6—конечный контур развоза борта



сле отработки слоя высотой всего 7 м и, что очень важно, строительства дополнительного подъемника. Все это не позволяет реализовать данную схему в условиях действующего разреза «Восточный».

Наибольший практический интерес представляет одноуступная (двухподступная) усовершенствованная схема с одним транспортным

горизонтом, которая базируется на использовании проектных подъемных конвейеров (рис. 35). Реализация этой схемы возможна за счет увеличения длины карьерного поля с 2,8 до 3,9 км, из которых 0,7 км — за счет поля участка № 8 и 0,4 км — за счет поля участка № 6. При этом объемы вскрыши (против проекта) не возрастают, высота угольного уступа увеличивается с 20 до 25 м, горизонтальная мощность увеличивается в 1,4 раза, темпы погружения горных работ замедляются с 12 до 9,5 м в год. Все это, а также сокращение объема монтажа — демонтажа конвейеров и мероприятия по увеличению на 20—25% производительности погрузочных пунктов П-4В позволят повысить уровень добычи угля на разрезе «Восточный» с 30 до 40 млн т в год при сохранении объемов вскрыши. Реализация одноуступной схемы увязана по времени с тремя этапами реконструкции южной группы разрезов.

На втором этапе предусмотрено также внедрение поточной технологии (ПТ) отработки верхней вскрышной зоны в полях участков № 7 и № 6. Применительно к условиям реконструируемых разрезов наиболее оптимальна полная конвейеризация транспорта пород от экскаватора на уступе до отвала. Ширина ленты конвейера — 2000 мм, производительность —  $8000 \text{ м}^3/\text{ч}$  ( $18 \text{ млн м}^3 \text{ в год}$ ).

При использовании роторного экскаватора ЭРП-6500 (теоретическая производительность  $8000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) с установленной на нем дробилкой внедрение ПТ на вскрыше ограничивается глубиной 60—65 м от поверхности. Циклично-поточная технология (ЦПТ) с использованием одноковшовых экскаваторов применяется ниже указанных горизонтов, при этом горную массу перед погрузкой на конвейер дробят передвижными или стационарными дробилками.

Внедрение ПТ или ЦПТ на вскрышных работах рекомендуется осуществлять на основе единого, полностью унифицированного, конвейерно-отвального оборудования производительностью  $8000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , входящего в состав вскрышного транспортного комплекса ВТК-6500. Конвейерно-отвальное оборудование включает в себя весь необходимый для ЦТ и ЦПТ набор конвейеров (забойных, соединительных, подъемных, магистральных, горцовых, отвальных) и отвалообразователь ОШР-8000/100 с вылетом консоли 100 м. Применительно к ПТ это оборудование используется в составе ВТК-6500 совместно с роторным экскаватором ЭРП-6500 с забойным перегружателем ПКЗ-8000/80, а применительно к ЦПТ — с одноковшовыми экскаваторами (типа прямая или обратная лопата) или шагающими драглайнами с ковшами вместимостью от 12,5 до 30  $\text{м}^3$  и самоходными дробильно-погрузочными агрегатами СДПА-2000 производительностью  $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Техническое задание на создание оборудования ВТК-6500 было утверждено Минуглепромом СССР.

Кроме того, на втором этапе реконструкции осуществляется формирование конвейерного отвала (в контурах прибортового отвала). Рассмотрены два варианта: расположение конвейерного отвала над железнодорожным с параллельным подвиганием отвального фронта; независимое подвигание конвейерного отвала в западном направлении с веерным развитием отвального фронта. К реализации принят второй вариант.

Отсыпка отвала осуществляется отвалообразователем ОШР-8000/100 двумя ярусами высотой 60 м (нижний) и 30 м (верхний). В последующем формирование конвейерного отвала предполагает увеличение его высоты до 180 м.

Техническая характеристика и экономическая оценка второго этапа реконструкции позволяют сделать следующие выводы: в период 1991—1995 гг. будет внедрена ПТ на добычных работах участка № 9 и сооружена УПК на станции Молодежная; за счет удлинения карьерного поля разреза «Восточный» (за счет смежных участков № 6 и № 8) и перехода на одноступенную технологическую схему, внедрения роторно-конвейерного и усреднительно-погрузочного комплексов добыча угля возрастет с 30 до 35 млн т; внедрение ПТ начнется на верхних вскрышных горизонтах участков №№ 6, 7 и 8 высотой 50 м при использовании (впервые) вскрышного роторно-конвейерного комплекса производительностью 16 млн м<sup>3</sup> в год; будет выполнен ряд мероприятий по дальнейшему совершенствованию путевого развития на бортах разрезов «Богатырь» и «Восточный» (ликвидация станции Обводная, частичный демонтаж поста 21 и железнодорожных путей на перегонах, строительство станции Смежная на горизонте +150 м на стационарном борту разреза «Восточный» с транспортной связью со станцией Ковыльная для выдачи породы с горизонтов +110, +90, +70 и +45 м).

На втором этапе предусматривается объединение разрезов южной группы в один разрез «Южный» с единой взаимоувязанной технологической схемой.

Реализация принятых решений обеспечит рост мощности разреза «Южный» на 8 млн т (с 92 до 100 млн т). При этом добыча угля с применением ПТ достигнет 62,5%, а разработка вскрыши—21,6%. Через УПК будет отгружаться потребителям 50 млн т усредненного угля (50%).

Технико-экономические показатели разрезов южной группы на втором этапе реконструкции значительно превысят проектные, например, мощность возрастет на 8 млн т угля в год, численность трудящихся уменьшится на 700 человек, производительность труда рабочих увеличится на 19%.

На третьем этапе реконструкции осуществляется полная конвейеризация транспорта угля и внедряется циклично-поточная технология на вскрышных работах южной группы разрезов. Изменения с глубиной горно-технических параметров рабочей зоны добычных работ этих разрезов (выполаживание пластов, увеличение их горизонтальной мощности, сужение добычного фронта и др.), необходимая мощность на уровне 100—105 млн т угля в год, опыт применения и тенденции развития горно-транспортного оборудования предопределили основной принцип формирования технологии добычи угля в этих условиях (табл. 24).

Технологические параметры применяемых в настоящее время экскаваторов SRs(k)-2000 и ЭРШРД-5000 на ближайшие 20—25 лет близки к оптимальным для разреза «Южный», поэтому комплексы ПТ комплектуются на их основе. Каждый из 10 таких комплексов отрабатывает технологически автономный участок. К концу периода (через 25 лет) при выходе добычных работ на горизонт -100 м и сокращении добычного фронта требуется технологическая перестройка в сторону интенсификации обработки.

**Распределение добычи угля по южной группе разрезов с отгрузкой на станциях, млн т**

| Добычной разрез,<br>участок или экскаватор                                                       | Станция отгрузки |                |           | Всего отгружено<br>угля |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|-----------|-------------------------|
|                                                                                                  | Молодежная       | Соединительная | Восточная |                         |
| Разрез «Богатырь», всего                                                                         | 25               | 40             | —         | 65                      |
| В том числе:                                                                                     |                  |                |           |                         |
| участки № 9 и частично № 5                                                                       | 25               | —              | —         | 25                      |
| экскаватор:                                                                                      |                  |                |           |                         |
| ЭРШРД-3000                                                                                       | 15               | —              | —         | 15                      |
| SRs(k)-2000                                                                                      | 10               | —              | —         | 10                      |
| участки № 6 (частично) и № 5 (синклиальная часть)                                                | —                | 40             | —         | 40                      |
| экскаватор:                                                                                      |                  |                |           |                         |
| ЭРШРД-5000                                                                                       | —                | 15             | —         | 15                      |
| SRs(k)-2000 (3 шт.)                                                                              | —                | 25             | —         | 25                      |
| Разрез «Восточный», в том числе участки № 7, № 8 и частично № 6, экскаваторы SRs(k)-2000 (4 шт.) | —                | —              | —         | 40                      |
| <i>Всего</i>                                                                                     | 25               | 40             | 40        | 105                     |

Каждый комплекс имеет два технологических контура: добычной (экскаватор, забойный перегружатель, передвижные забойные и соединительные, стационарные подъемные и магистральные конвейеры, конвейеры подачи на склад со штабелеукладчиком) и погрузочный (усреднительно-погрузочная машина, погрузочный пункт и конвейеры подачи на него угля со склада). Кроме того, в добычной контур включается по мере необходимости межступенный перегружатель.

Обработка участков ведется, как правило, по двух- или трехподступной схеме. Периодическое опускание конвейеров на нижележащие горизонты осуществляется межступенным передвижным конвейером типа МПК-25/100, оригинальная конструкция которого разработана специально для этих целей.

Вскрытие добычных горизонтов на полях участка № 7 и частично участков № 8 и № 6 осуществляется тремя существующими наклонными конвейерами с четырьмя конвейерными углеподъемниками (два — в центральной и по одному — во фланговых траншеях), на участках № 5 и № 6 — четырьмя наклонными подъемниками, укладываемыми на эстакадах на стационарном борту поля участка № 6, на участке № 9 — наклонной траншеей с одним конвейером и одним конвейерным подъемником на эстакаде в районе сопряжения участков № 5 и № 9 (см. рис. 35).

На станции Молодежная строится второй УПК для переработки и отгрузки угля, поступающего по конвейерам с участка № 5. Таким образом, УПК на станциях Молодежная (25 млн т), Соединительная (40 млн т) и Восточная (40 млн т) обеспечат отгрузку потребителям 105 млн т в год усредненного (однородного по калорийности) топлива (см. табл. 24).

На третьем этапе предусматривается внедрение ЦПТ на нижних вскрышных уступах участков № 7 и № 8 и частично № 6. В основу схем ЦПТ заложены концентрации грузопотоков от нескольких экскаваторов и с нескольких уступов на одну конвейерную линию и полная конвейеризация транспорта вскрышных пород от забоя до отвала.

В качестве конвейерно-отвальной части комплексов для ЦПТ используется аналогичное применяемому на втором этапе оборудование ВТК-6500 с расчетной производительностью  $8000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , в качестве дробильно-перегрузочной части — самоходный агрегат СДПА-2000.

Были рассмотрены три варианта схем ЦПТ, в каждой из которых одноковшовый экскаватор осуществляет погрузку горной массы в бункер СДПА-2000. Затем дробленый материал перегружается непосредственно (либо через забойный перегружатель) на забойный конвейер:

- по двухуступной схеме с применением на верхнем уступе двух прямых мехлопат (гидравлических) ЭГ-20Б, на нижнем — двух шагающих драглайнов ЭШ-20/65 (суммарная высота рабочей зоны 45—50 м);

- по двухуступной схеме с использованием на обоих уступах одноковшовых экскаваторов и забойных перегружателей (суммарная высота рабочей зоны 40 м);

- по трехуступной схеме с применением на двух верхних уступах прямых мехлопат, на нижнем — драглайнов или обратных лопат.

К реализации рекомендуется двухуступная схема (I вариант) с использованием шагающих драглайнов на нижнем уступе и установкой забойных конвейеров на кровле нижнего уступа. Этот же тип драглайнов может применяться на нарезке новых горизонтов.

Вскрытие карьерных полей (разрезов «Восточный» и «Богатырь») для первой конвейерной линии ЦПТ на горизонтах ниже отметки +132 м выполняется посредством расширения и углубления капитальной конвейерной траншеи, предназначенной для ввода конвейерной линии комплекса ВТК-6500. Ввод второй конвейерной линии ЦПТ в зону нижних горизонтов осуществляется посредством той же капитальной траншеи и внутренних съездов, трассируемых по торцовому участку борта разреза «Восточный» (см. рис. 35).

Переход на ЦПТ на вскрышных горизонтах вызывает необходимость формирования новых конвейерных отвалов, размещаемых севернее конвейерного отвала комплекса ВТК-6500 на железнодорожном отвале «Озерный». Отсыпка отвала ведется отвалообразователем ОШР-8000/100 двумя ярусами высотой 60 м (нижний) и 30 м (верхний).

Техническая характеристика и экономическая оценка третьего завершающего этапа реконструкции позволяют сделать следующие выводы.

К 2000 г. полностью завершится переход добычных работ на участках №№ 5, 6 и 9 на поточную технологию. В период с 1996 по 2000 г. предусмотрено строительство пяти конвейерных углеподъемников и УПК: одного сдвоенного на участке № 9 и четырех — в пределах поля участка № 6 в районе станции Соединительная.

При разработке более крепких вскрышных пород на глубине 50 м от поверхности рекомендуется ЦПТ в составе двух экскаваторно-

конвейерных комплексов, состоящих из одноковшовых экскаваторов ЭКГ-20 (ЭГ-20) и драглайнов ЭШ-20/45, дробильных агрегатов СДПА-2000, отвалообразователей ОШР-8000/100 и системы забойных, подземных, магистральных, соединительных и отвальных конвейеров.

Полная конвейеризация добычных работ, создание УПК, применение ПТ и ЦПТ при отработке вскрышных пород обеспечат дальнейший прирост мощности разреза «Южный» на 5 млн т с доведением общей мощности до 105 млн т угля в год при ослаблении отрицательного воздействия (ухудшения горно-технических условий разработки при переходе горных работ на более глубокие горизонты) на технико-экономические показатели работы разрезов.

Главный итог реализации нетрадиционных технических решений на всех трех этапах реконструкции южной группы разрезов: увеличение мощности разрезов и улучшение технико-экономических показателей на основе концентрации горных работ в синклинальной части участков № 5 и № 9, где запасы угля превышают 700 млн т, а средний коэффициент вскрыши составляет всего 0,25 м<sup>3</sup>/т; поэтапный перевод добычных работ на ПТ с усреднением качества всего товарного угля; перевод вскрышных работ разреза «Восточный» (и частично разреза «Богатырь») на прогрессивные виды технологии — ПТ и ЦПТ, в результате чего впервые в отрасли в сложных горно-геологических условиях разработки наклонных пластов каменного угля будет создан крупнейший в мире разрез с одинаково высокими техническими уровнями вскрышных и добычных работ на основе полной конвейеризации транспорта; совершенствование технологической схемы добычных работ на разрезе «Восточный».

Внедрение ПТ и ЦПТ, дальнейшее совершенствование экономических методов управления немыслимы без коренной перестройки структур управления производством и организации труда. В связи с этим научно обоснованы следующие мероприятия: поэтапное объединение разрезов южной группы в один разрез «Южный» (намечено завершить к 2000 г.); цеховая структура управления горными работами; создание подрядных хозрасчетных коллективов, обслуживающих крупные горно-транспортные поточные и циклично-поточные комплексы; организация укрупненных хозрасчетных бригад на ЦТ (экскаваторные, локомотивные, путевые), а также на вспомогательных работах (погрузка, автотранспорт, электроснабжение и др.).

В проекте «Вскрытие и подготовка горизонта +130 м разреза «Восточный» ПО «Экибастууголь», разработанном институтом Карагандагипрошахт в 1988 г. уже реализованы некоторые технические решения, выработанные творческим коллективом «Поток».

## **42. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДОБЫЧИ И КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКИБАСТУЗСКОГО УГЛЯ**

Добыча угля в ПО «Экибастууголь» непрерывно возрастает: в 1988 г. она достигла 89,7 млн т, а к 2000 г. — превысит 100 млн т. Быстрорастущие потребности народного хозяйства в дешевом энергетическом

ческом топливе обусловили, в частности, создание Экибастузского топливно-энергетического комплекса, рост добычи угля которого будет обеспечиваться за счет строительства новых и реконструкции действующих разрезов, а также за счет постепенного перехода на валовую выемку. Как отмечалось выше, мощность уникального угольного разреза «Богатырь» после реконструкции достигнет 62 млн т; идет реконструкция действующих разрезов северной группы с доведением мощности объединенного разреза «Северный» до 26 млн т угля в год; завершено строительство угольного разреза «Восточный» мощностью 30 млн т угля в год. Предполагается завершить строительство Майкубенского угольного разреза мощностью 20 млн т бурого угля в год с обогатительной фабрикой, которая будет выдавать сортовой уголь для удовлетворения коммунально-бытовых нужд Казахстана. Общая мощность разрезов достигнет 138 млн т угля в год. Почти половина всего объема угля будет сжигаться, по существу, на месте (на Экибастузских и Ермаковской ГРЭС, Павлодарских и Экибастузской ТЭЦ), остальная часть — потребляться тепловыми электростанциями Казахстана, Урала и Западной Сибири.

Использование экибастузского угля как энергетического топлива началось в 1954 г. на электростанциях Урала (Среднеуральской ГРЭС и Красногорской ТЭЦ), ранее работавших на челябинских и богословских бурых углях. Предпосылкой перевода действующих электростанций на угли перспективного Экибастузского бассейна послужили низкая себестоимость добычи экибастузского угля и другие его преимущества 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 были введены в эксплуатацию такие мощные потребители экибастузского угля, как Троицкая, Ермаковская и Рефтинская ГРЭС. Только в период 1970—1975 гг. установленная мощность электростанций, потреблявших экибастузский уголь, увеличилась с 7,9 до 11,5 млн кВт, а потребление натурального топлива возросло с 22,1 до 46,3 млн т. В одиннадцатой пятилетке вступила в строй действующих Экибастузская ГРЭС-1 мощностью 4 млн кВт. Намечается строительство ГРЭС-2, ГРЭС-3, ГРЭС-4 и Южно-Казахстанской ГРЭС. В перспективе мощности электростанций, потребляющих экибастузский уголь, возрастут до 31,5 млн кВт.

Эффективная и надежная эксплуатация тепловых электростанций Урала, Сибири и Казахстана, работающих 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 отдаленной перспективе (после 2000 г.) добыча угля в Экибастузском и Майкубенском бассейнах может достигнуть 170 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, развитая сеть железных дорог, благоприятное географическое положение района.

Как показали исследования, высокозольные прослойки экибастузского угля являются ценным сырьем для крупномасштабного производства ферро- и кремнеалюминиевых сплавов, строительных, абразивных, огнеупорных и других материалов. Исследования и опытные работы по созданию технологии добычи указанных материалов проводились Институтом горючих ископаемых (ИГИ) и ПО «Экибастузуголь» совместно с рядом научно-исследовательских, проектных и промышленных организаций и предприятий.

Как известно, в золе экибастузского угля наряду с высоким содержанием двуокиси кремния содержится от 26 до 50% окиси алюминия. По данным институтов ИГИ, ВАМИ и СОПСа при Госплане СССР, а также ХМИ АН Казахстана высокозольные 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, включающей углистую породу, получен сплав — ферросиликоалюминий (55—65% кремния, 10—16% алюминия, 30—20% железа), способный заменить при раскислении стали одновременно ферросилиций и металлический алюминий. В результате опытных плавов, проведенных на Череповецком металлургическом комбинате с использованием силикоалюминия в качестве раскислителя, получена сталь хорошего качества.

Из углистой породы разреза «Богатырь» с повышенным содержанием окиси алюминия и низким содержанием окиси железа (соответственно на прокаленную массу —  $35 \div 39\%$  и  $0,5 \div 1,5\%$ ) в полупромышленном масштабе получен сплав — силикоалюминий (32—34% алюминия и 55—57% кремния), который может служить основой для получения силумина. При этом возможно сокращение расхода металлического алюминия и кремния, используемых для производства силумина путем сплавления.

В опытных печах института ВНИИАШ и промышленных печах Ташкентского абразивного комбината из низкожелезистой породы разреза «Богатырь» был 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 обогащения углистых пород являются весьма перспективным сырьем для получения строительной керамики, пористых заполнителей для легких бетонов (аглопорита), в том числе для производства жаростойких бетонов. В результате исследований на стендовых установках разработана технология получения из отходов обогащения аглопорита высокой прочности с насыпной плотностью 500—600 кг/м<sup>3</sup>. Возможно использование его для получения легких бетонов марок 75-300.

На основании изучения физико-химических свойств аглопорита, полученного из углистых пород с высоким содержанием окиси алюминия и относительно низкой концентрацией железа, был сделан вывод о возможности использования его как огнеупорного заполнителя в жаростойких бетонах.

По данным полужаводских 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 (белый или кремовый) марки 200.

Исследования, проведенные в последние годы Павлодарским индустриальным институтом, также подтверждают возможность эффективного использования вскрышных пород с содержанием высокосольного угля в качестве сырья для развития стройиндустрии Павлодар-Экибастузского ТПК (производство стеновой керамики, кирпича, аглопорита, легкого керамзита, гончарных и майоликовых изделий, портландцементов и др.) [5]. 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 для народного хозяйства страны дальнейшего развития добычи и комплексного использования экибастузского угля.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джаксыбаев С. И., Антоненко И. Г. Эффективность комплексной бригады.— М.: Недра, 1984.
2. Джаксыбаев С. И., Муравьев И. Я. Большой уголь Экибастуза.— М.: Недра, 1990.
3. Каландаришвили В. В., Джаксыбаев С. И. Наш «Богатырь».— Алма-Ата: Казахстан, 1982.
4. Федотов И. П., Винницкий Л. С. Открытая разработка сложноструктурных пластов.— М.: Недра, 1982.
5. Шпирт М. Я., Капустин А. П., Калмыкова Л. Ф. Об использовании вскрышных пород Экибастузского угольного бассейна // Уголь, 1987. № 1. С. 14—15.
6. Щадов М. И. Проблемы ускорения научно-технического прогресса в Экибастузском бассейне // Уголь, 1986. № 11. С. 3—8.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Введение .....                                                                                         | 3   |
| Глава 1. ЭКИБАСТУЗ — ЧЕТВЕРТАЯ «УГОЛЬНАЯ КОЧЕГАРКА» .....                                              | 5   |
| 1. Исторические сведения .....                                                                         | 5   |
| 2. 35 лет эксплуатации и строительства .....                                                           | 8   |
| 3. Экибастузский топливно-энергетический комплекс .....                                                | 15  |
| Глава 2. ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БАСЕЙНА .....                                                       | 16  |
| 4. Геологическое строение, характеристика пластов, запасы угля .....                                   | 16  |
| 5. Свойства и характеристики горных пород .....                                                        | 21  |
| Глава 3. ОСУШЕНИЕ РАЗРЕЗОВ .....                                                                       | 23  |
| 6. Гидрогеологическая характеристика бассейна .....                                                    | 23  |
| 7. Способы осушения разрезов .....                                                                     | 25  |
| 8. Осушение разреза «Северный» .....                                                                   | 28  |
| 9. Осушение разрезов «Богатырь» и «Восточный» .....                                                    | 32  |
| 10. Организация и показатели эффективности дренажных работ .....                                       | 36  |
| Глава 4. ВСКРЫТИЕ КАРЬЕРНЫХ ПОЛЕЙ .....                                                                | 38  |
| 11. Вскрытие разреза «Северный» .....                                                                  | 38  |
| 12. Вскрытие разреза «Богатырь» и участка № 9 .....                                                    | 41  |
| 13. Вскрытие разреза «Восточный» .....                                                                 | 45  |
| Глава 5. РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ .....                                                             | 48  |
| 14. Особенности разработки и выбор рациональной отработки угольных пластов .....                       | 48  |
| 15. Промышленные испытания первых образцов роторных экскаваторов ..                                    | 50  |
| 16. Усовершенствование и внедрение роторных экскаваторов .....                                         | 56  |
| 17. Селективная разработка угля роторными экскаваторами .....                                          | 77  |
| 18. Валовая разработка угольных пластов .....                                                          | 83  |
| 19. Технологические схемы разработки угля с применением конвейерного транспорта .....                  | 85  |
| 20. Концентрация добычных работ и интенсификация использования оборудования .....                      | 88  |
| Глава 6. КАЧЕСТВО УГЛЯ .....                                                                           | 90  |
| 21. Качественная характеристика угольных пластов .....                                                 | 90  |
| 22. Геолого-технологические карты отработки забоев .....                                               | 92  |
| 23. Контроль зольности товарного угля .....                                                            | 93  |
| 24. Усреднение зольности товарного угля .....                                                          | 96  |
| Глава 7. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД .....                                         | 103 |
| 25. Технологические схемы вскрышных работ .....                                                        | 103 |
| 26. Разработка вскрышных пород экскаваторами ЭКГ-12,5 .....                                            | 106 |
| 27. Применение на отвалах экскаваторов ЭКГ-12,5 с ковшом 16 м <sup>3</sup> и шагающих драглайнов ..... | 110 |
| 28. Перспективы применения роторных экскаваторов на вскрышных работах .....                            | 113 |
| 29. Повышение концентрации вскрышных работ и интенсификация использования оборудования .....           | 115 |
|                                                                                                        | 203 |

|                                                                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Глава 8. БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ .....</b>                                                                      | <b>120</b> |
| 30. Буровзрывные работы на вскрышных уступах .....                                                             | 120        |
| 31. Взрывная подготовка угольного массива .....                                                                | 124        |
| 32. Организация и механизация взрывных работ .....                                                             | 127        |
| <b>Глава 9. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ .....</b>                                                                | <b>129</b> |
| 33. Организация работы .....                                                                                   | 129        |
| 34. Подвижной состав .....                                                                                     | 133        |
| 35. Путевые работы .....                                                                                       | 135        |
| <b>Глава 10. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ТРУДА .....</b>                                                        | <b>138</b> |
| 36. Управление производственной системой .....                                                                 | 138        |
| 37. Организация труда .....                                                                                    | 147        |
| 38. Автоматизированная система управления .....                                                                | 164        |
| 39. Экономические показатели добычи угля .....                                                                 | 166        |
| <b>Глава 11. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТКРЫТОЙ ДО-</b><br><b>БЫЧИ УГЛЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ .....</b> | <b>172</b> |
| 40. Реконструкция и строительство разрезов .....                                                               | 172        |
| 41. Основные направления технического прогресса .....                                                          | 181        |
| 42. Перспективы развития добычи и комплексного использования экиба-<br>стуского угля .....                     | 198        |
| <b>Список литературы .....</b>                                                                                 | <b>202</b> |

**Белик Н. М., Федотов И. П., Джаксыбаев С. И.**  
**Б 43      Уголь Экибастуза. — М.: Недра, 1992. — 204 с.: ил.**  
**ISBN 5-247-02716-7**

Обобщен опыт освоения Экибастузского угольного бассейна. Приведены краткие сведения о геологическом строении бассейна, свойствах пород и технологические схемы разработки сложноструктурных пластов при использовании роторной техники. Изложены результаты научно-исследовательских работ и проведенных промышленных испытаний по внедрению мощных роторных экскаваторов отечественного и зарубежного производства и совершенствованию их конструкций.

Для инженерно-технических работников угольной промышленности.

**Б    2502010000-445**  
**043(01)-92    162-92**

**ББК 33.22**

## ПРОИЗВОДСТВЕННО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

Белик Николай Митрофанович  
Федотов Иван Петрович  
Джаксыбаев Серик Имантаевич

## УГОЛЬ ЭКИБАСТУЗА

Заведующий редакцией *Е. И. Кит*  
Редактор издательства *И. В. Полянцева*  
Обложка художника *Ф. Н. Будакова*  
Художественный редактор *О. Н. Зайцева*  
Технические редакторы *М. П. Вицегорадова, Л. Н. Фомина*  
Корректор *М. В. Дроздова*  
ИБ № 9203

---

Сдано в набор 24.01.91. Подписано в печать 15.11.91. Формат 60×88/16. Бум. офсетная № 2.  
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 12,74. Усл. кр.-отт. 12,98. Уч.-изд. л. 13,54.  
Тираж 1370 экз. Заказ № 199/2996-1.

---

Издательство «Недра».  
125047, Москва, Тверская застава, 3.

Набрано в ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО  
«Первая Образцовая типография» Министерства печати и массовой информации РСФСР.  
113054, Москва, Валовая, 28.  
Отпечатано в московской типографии № 9 НПО «Всесоюзной книжной палате» Министерст-  
ва печати и массовой информации РСФСР. 109033, Москва, Волочаевская ул., 40.