

6
АЧС

**АКАДЕМИЯ НАУК КИРГИЗСКОЙ ССР
УЧЕНЫЙ СОВЕТ ПО ГЕОЛОГИИ И ГОРНОМУ ДЕЛУ**

На правах рукописи

Ю. В. Грабов

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР СПОСОБА И СРЕДСТВ
БУРЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН**

(на примере подземных работ горнохимического
комбината Каратау)

Специальность 05—311 Подземная разработка и
эксплуатация угольных, рудных и нерудных
месторождений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Фрунзе 1970

09
970

АКАДЕМИЯ НАУК КИРГИЗСКОЙ ССР

Ученый совет по геологии и горному делу

На правах рукописи

Ю. В. Грабов

ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР СПОСОБА И СРЕДСТВ
БУРЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН

(на примере подземных работ горнохимического комбината Каратау)

Специальность 05-311 Подземная разработка
и эксплуатация угольных, рудных и нерудных
месторождений

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Фрунзе, 1970

В В Е Д Е Н И Е

Создание высокопроизводительного сельского хозяйства требует самого широкого применения минеральных удобрений. К 1975 г. общий объем минеральных удобрений по стране должен увеличиться на 154%. При этом предусматривается преимущественное производство фосфорных удобрений.

Комбинат Каратау занимает второе место в стране по добыче фосфоритовых руд и в ближайшие годы будет развиваться быстрыми темпами. В настоящее время добыча фосфоритов на комбинате ведется открытым и подземным способами. Подземным способом разрабатывается месторождение Чулар-Тау (рудник "Молодежный"). Высокая стоимость добычи и, особенно, переработки фосфоритовых руд требует от работников производства и научно-исследовательских организаций особого внимания к вопросу дальнейшего совершенствования технологии добычи руд и повышения их качества.

К числу основных и трудоемких процессов подземной добычи фосфоритов относится бурение взрывных скважин, которое к началу проведения исследований характеризовалось низкими показателями и которое, будучи первой стадией очистной выемки, во многом определяет общую технико-экономическую эффективность добычи руд и их качественных показателей.

Необходимость увеличения производительности и снижения себестоимости буровых работ в 1,5-2 раза, улучшения качества добываемых руд, отсутствие сравнительных данных по бурности фосфоритов различными способами и обоснованных реко-

мендаций для выбора наиболее производительного и экономически эффективного способа бурения и бурового оборудования определили цель и задачи настоящей диссертационной работы.

Научную ценность работы автор видит в том, что была разработана комплексная методика технико-экономической оценки и выбора бурового оборудования, исследованы возможности ударно-вращательного, вращательно-ударного и вращательного (шарошечного и резцового) бурения фосфоритовых руд месторождения, установлены пути дальнейшего совершенствования буровых работ на руднике.

Практическая ценность работы заключается в выборе и внедрении высокопроизводительного и перспективного бурового оборудования и инструмента.

В работе использован комплексный метод исследования, включающий обобщение теоретических и производственных данных по бурению скважин, лабораторные и производственные исследования средств и способов бурения, технико-экономическое сравнение и выбор рационального бурового оборудования. Работа выполнялась на протяжении 1964-1969 гг. на руднике "Молодежный" комбината Каратау и в лаборатории подземных работ Государственного института горнохимического сырья (ГИГХС). Обобщение проведенных исследований было выполнено автором в Институте физики и механики горных пород АН Киргизской ССР под научным руководством члена-корреспондента АН Киргизской ССР, доктора технических наук, профессора Алимова О.Д.

При проведении экспериментальных работ автору оказывали помощь сотрудники института ГИГХС гг. Федоров В.М., Подрез П.А.

института Гипрорудмаш т. Пахомов В.И.; института САИГИМС т. Черкасов В.И., рудника "Молодежный" гг. Фрид М.М., Крутин Г.А., Каленов Д.К., Зеленкин В.Н. Автор выражает им глубокую благодарность.

В первой главе даны краткие геологические данные месторождения и состояние горных и буровых работ на руднике "Молодежный". Приведено изложение сущности ударно-вращательного бурения скважин погружными пневмоударниками, вращательно-ударного бурения скважин пневмоударниками, не входящими в скважину; вращательного (шарошечными долотами и резцовыми коронками) способов бурения. Соответственно этим способам бурения последовательно рассмотрен опыт применения различного бурового оборудования на отечественных и зарубежных предприятиях.

Месторождение Чулак-Тау, разрабатываемое рудником "Молодежный" подземным способом, представляет крутопадающую ($70-90^\circ$) пластообразную залежь мощностью 10-12 м, длиной по простиранию 4500 м. Коэффициент крепости руд равен $f = 7-12$, вмещающих пород $f = 10-14$ (по шкале проф. М.М. Протодьяконова). Породы всякого бока сильно трещиноватые, слабеустойчивые, вследствие чего наблюдается значительное разубоживание руды. Бурение скважин к началу проведения исследований характеризовалось низкими показателями и высокой себестоимостью. Производительность труда бурильщика на станке ударно-вращательного бурения (БА-100) составляла 4,5-5 м/смену, себестоимость бурения I м скважины 4,3-4,5 руб.

Процесс бурения во многом зависел от интуиции и опыта буровика, работ по установлению рациональных режимов бурения не проводилось.

Отбойка руды в блоках производилась скважинами диаметром 105 мм. Выход негабарита составлял 5-8% и более, разубоживание до 25-35%.

Снижение разубоживания и улучшение дробления руды, как показал проведенный анализ литературных данных, возможно достичь применением скважин малого диаметра.

Совершенствование системы разработки, стремление снизить стоимость буровых работ и улучшить качество руды требовали изыскания высокопроизводительного бурового оборудования.

Из приведенного в реферируемой работе анализа бурения скважин различными способами и буровыми агрегатами следует, что при современных достижениях в области буровых работ в условиях рудника практически могут быть применены все вышеуказанные способы бурения. По результатам литературного анализа не представляется возможным решить вопрос о наиболее рациональном и экономически эффективном буровом оборудовании для конкретных условий месторождения. Приводимые в технической литературе показатели соответствуют различным и частным условиям экспериментов и методам сравнения. В связи с этим даже в рудах одной крепости себестоимость обуривания 1 м³ руды и выход руды с 1 м скважины у станков одного класса при равном диаметре скважины изменяются в широких пределах.

Отсутствие достаточно разработанной методики оценки и выбора средств и способа бурения, учитывающей технологию горных работ, особенности и возможности буровых агрегатов и требования, предъявляемые к качеству добываемого сырья, приводит к тому, что на горнорудных предприятиях станки применяются порой без достаточного технико-экономического обоснования, что усложняет и удорожает процесс добычи и переработки руды.

Поэтому определение эффективности и перспективности применения того или другого способа бурения и бурового оборудования в конкретных условиях эксплуатации является одной из актуальных задач. В связи с этим автором была поставлена задача разработать методику комплексной оценки средств и способов бурения, провести лабораторные и промышленные эксперименты по выявлению потенциальных возможностей способов и средств бурения и их технико-экономическую оценку с целью окончательного выбора рационального бурового оборудования для условий рудника "Молодежный".

Во второй главе изложена методика комплексной технико-экономической оценки и выбора средств бурения скважин. В основу её положена разработанная доктором технических наук Д.М.Бронниковым и кандидатом технических наук М.В.Гагулиным методика сравнительной оценки и выбора способов отбойки и бурения взрывных скважин, за критерий сравнения в которой принята себестоимость 1 т руды из очистной выемки. Данная методика наиболее полно отражает затраты по технологическим операциям очистной выемки с учетом параметров отбойки и свойств обуриваемого массива.

Для сравнительной же оценки и выбора нового бурового оборудования, (особенно разнотипного), недостаточно иметь только себестоимость очистной выемки. Следует более подробно учитывать зависимость производительности буровых станков от параметров буровзрывных работ и системы разработки, конструктивных особенностей самих станков и условий эксплуатации. При определении экономической эффективности сравниваемого оборудования должны быть капитальные затраты на его приобретение. В определенных условиях необходимо вводить и такой фактор, как ущерб от разубоживания руды, который может явиться решающим при выборе бурового оборудования.

Исходя из этого, предложена комплексная методика оценки и выбора средств бурения, учитывающая указанные выше положения. За основной критерий оценки принята технологическая себестоимость добычи 1 м³ руды.

$$C_{та} = C_{об} + C_{об} + C_{вып} + C_{вм} + C_{пр} \pm Ур$$

где $C_{об}, C_{об}, C_{вып}, C_{вм}, C_{пр}, Ур$ - затраты в руб/м³, соответственно на проходку буровых выработок, обустройство массива, выпуск и доставку руды, взрывчатые материалы, монтаж и доставку буровых агрегатов, ущерб от разубоживания руды, (когда сравниваются буровые агрегаты с различным диаметром скважин и отмечено изменение разубоживания руды). Ущерб от разубоживания определяется по методике, предложенной членом-корреспондентом АН СССР М.Н.Агошковым и академиком АН УССР Г.М.Малаховым.

По каждой составляющей себестоимость в работе даны развернутые аналитические выражения, полученные автором и принятые по данным других исследователей. Установлены зависимости объема бурения (количество скважин и их суммарная длина), длины наименьшего сопротивления и выхода руды от I и скважины от параметров обустройства слоя и диаметра скважины при веерном расположении скважин. В результате анализа процесса бурения скважин предложена универсальная формула для определения "технологической" производительности буровых станков, наиболее полно учитывающая конструктивные особенности станка и условия его эксплуатации (т.е. технологию бурения и отбойки)

$$P_{та} = \frac{T_{см} - (t_{на} + t_{ма} + t_{пр})}{\frac{100}{V} + t_{вм} + \frac{t_{а}W + 0,87(m+h)t_{г}}{1,6mh} + \frac{W^2 \sum t_{р}}{1,6mhL_{сн}}} \quad \text{м/смену;}$$

где $T_{см}$ - продолжительность смены, мин;
 $t_{на}, t_{ма}, t_{пр}$ - соответственно время подготовительно-заключительных операций, простоя по техническим причинам и регламентированного перерыва;
 V - средняя скорость бурения, см/мин;
 $t_{а}$ - время перестановки станка на веер скважин, мин;
 $t_{г}$ - время установки станка на скважину, мин;
 $t_{вм}$ - время на наращивание штанг, перегоня мши-деля, замену долота, управления станком, приходящееся на I м бурения, мин/м;

m - мощность обуриваемого слоя, м;

h - высота обуриваемого слоя, м;

W - линия наименьшего сопротивления, м;

Σt_p - суммарные затраты времени на монтаж, демонтаж и доставку станка в блок, мин;

$L_{с.л.}$ - длина обуриваемого блока, м.

"Технологическую" производительность рекомендуется использовать в технико-экономических расчетах при сравнении бурового оборудования. Сравнительные испытания буровых станков необходимо проводить в одинаковых или близких условиях. При этом должны учитываться степень механизации основных и вспомогательных операций, санитарно-гигиенические условия труда, надежность отдельных узлов и станка в целом.

Окончательный выбор бурового оборудования должен производиться по величине экономической эффективности с учетом капитальных затрат на буровую технику по соответствующим формулам, приведенным в работе. Установлены также зависимости для определения экономически целесообразной технологической производительности, ниже которой применение нового станка становится не эффективным по отношению к применяемому (базисному) станку.

В третьей главе излагаются результаты лабораторных и производственных исследований ударно-вращательного и вращательно-ударного бурения скважин. Исследования были направлены на выявление возможностей способов бурения и повышения производительности буровых работ. Лабораторные исследования проводились на стенде, изготовленном на базе станка ЗИФ-1200. Ударно-вращательное бурение скважин диаметром 105 мм в производственных

условиях осуществлялось станком НКР-100 и станком вращательно-ударного бурения АБШ-2 с погружными пневмоударниками, имеющими энергию удара 7,5; 9,5 кгм (М-1900, П-1-75, М-48).

Скважины диаметром 85 мм бурились опытным станком УК-1 с пневмоударниками, имеющими энергию удара 5 кгм (П-75, М-29Г). Установлено, что бурение скважин в фосфоритовых рудах с $f = 7-10$ пневмоударниками с энергией удара менее 7 кгм и станком УК-1 мало производительны. Из испытанных пневмоударников на диаметр скважины 105 мм наилучшие показатели по скорости бурения обеспечивает пневмоударник М-48, имеющий энергию удара 9,5 кгм.

Производственными и лабораторными исследованиями установлено, что для интенсификации данного способа бурения и более полного использования его возможностей при бурении неабразивных фосфоритовых руд средней крепости осевое усилие целесообразно увеличивать до 1000-1200 кг.

В производственных условиях на станке НКР-100 не представляется в полной мере использовать данную возможность увеличения скорости бурения из-за ограниченного осевого усилия (600 кг), создаваемого станком, и частого заклинивания коронки при бурении трещиноватых фосфоритовых руд. Последнее ведет к значительным перегрузкам электродвигателя и выходу его из строя.

С целью исключения заклинивания вместо серийной трехперой коронки с опережающим лезвием (К-100В \varnothing 105 мм) рекомендовано использовать трехперую коронку без опережающего лезвия (Т-106). Коронка к тому же обеспечивает в 2-3 раза большую стойкость по сравнению с серийной.

В результате изучения характера затупления коронок предложена новая конструкция буровой коронки, при бурении которой частично используется принцип крупного скака и исключается ее заклинивание на забое.

Внедрение механизированного станка НКР-100 (по сравнению с БА-100) и производительных пневмоударников И-48, постоянное совершенствование организации буровых работ и процесса бурения позволило повысить производительность труда бурильщика в 2,5 раза и более чем в 2 раза снизить себестоимость бурения I м скважины (табл. I).

Среднесменная производительность станка НКР-100 составляет 18,6 м.

Таблица I

		Среднегодовая производитель- ность бурильщика м/смену	Себестоим- ость бу- рения I м скважины, руб	Стойкость ин- струмента	
				коро- нок	пневмо- ударник
1964	БА-100	5,5	4-30	-	-
1965	НКР-100	7,8	3-33	-	-
1966	- " -	11,05	2-47	53	600
1967	- " -	13,6	2-06	89	700
1968	- " -	12,6	1-92	97	830

Несмотря на сравнительно высокие показатели бурения станком НКР-100 на руднике "Молодежный" (по сравнению с другими горными предприятиями), возможности дальнейшего увеличения производительности на нем в основном исчерпаны, что требует изыскания более производительного бурового оборудования. К тому же станок НКР-100 не предназначен для бурения скважин диаметром 60-80 мм.

Опытный станок УК-1 для бурения скважин диаметром 85 мм мало механизирован и показал при испытаниях никакую производительность. Погружные пневмоударники для скважин диаметром 85 мм и менее маломощны, и ненадежны в работе.

В производственных условиях бурение скважин диаметром 70 мм осуществлялось вращательно-ударным способом опытным станком П-29 и самоходным буровым станком СБУ-70, которые имеют пневмоударник не входящий в скважину с энергией удара 14 кгм. Механическая скорость бурения этими станками в 2-3 раза выше, чем при бурении погружными пневмоударниками с энергией удара 5 кгм (на диаметр скважины 85 мм) и в 1,5-2 раза выше, чем у пневмоударников с энергией удара 7,5-9,5 кгм. Скорость бурения станками вращательно-ударного действия зависит от глубины скважины и может быть определена по эмпирическим формулам, приводимым в работе.

Среднесменная производительность самоходного станка СБУ-70 составила 32 м. При промышленных испытаниях станков ударно-вращательного и вращательно-ударного действия были определены удельные затраты времени на выполнение вспомогательных операций, выявлены достоинства и недостатки станков, установлена их производительность, определены рациональные режимы бурения.

Дальнейшее повышение производительности пневмоударного бурения фосфоритов возможно за счет применения высокомеханизированных самоходных буровых агрегатов, увеличения удельной энергии удара пневмоударника до 1,5 кг и более на 1 см лезвия коронки и способных бурить с удельным осевым усилием в

100–150 кг на 1 см лезвия коронки при соответствующей конструкции бурового инструмента. Испытанный станок СБУ-70 недостаточно отвечает отмеченным требованиям.

В четвертой главе приведены результаты исследования вращательного бурения фосфоритов шарошечными долотами и резцовыми коронками и производственных испытаний самоходного шарошечного бурового агрегата АБШ-2.

Агрегат АБШ-2 позволяет бурить скважины различными инструментами диаметром 59–118 мм с осевым усилием до 8000 кг при 90, 170, 300 оборотах в мин.

Исследованиями была установлена эффективность бурения фосфоритов шарошечным и резцовым способами; проведено исследование износостойкого инструмента; определены рациональные режимы бурения; технико-экономические показатели и надежность самоходного агрегата АБШ-2. В лабораторных и производственных условиях опробовано и испытано свыше 20 типоразмеров шарошечных долот и резцовых коронки диаметром от 59 до 118 мм и пробурено при экспериментальных исследованиях более 3500 м скважин.

Скорость бурения в значительной степени зависит от числа оборотов инструмента и осевого усилия на забой. По результатам лабораторных и производственных исследований установлено, что рациональное число оборотов при шарошечном бурении находится в пределах 170–220 в минуту. Эффективное бурение фосфоритов шарошечными долотами достигается при удельной на-

грузке в 500–600 кг и выше на 1 см диаметра долота. Наилучшие показатели по скорости бурения и стойкости получены при бурении армированным твердым сплавом трехшарошечными долотами диаметром 112 мм – 3Н-1120К конструкции института ВНИИБТ и двухшарошечными долотами диаметром 76 мм – ДДА-76 конструкции института САИГИМС. Скорость бурения указанными долотами соответственно равна 28 и 22 см/мин, стойкость 140–150 и 110 м. Стойкость долот типа ДДА более чем в 3 раза выше, чем у серийных долот того же диаметра – Ш-760К. По условию бурения скважин малого диаметра для рудника наиболее перспективным является долото ДДА-76.

В процессе испытаний была установлена аналитическая зависимость скорости бурения указанными долотами от осевого усилия и числа оборотов.

При шарошечном бурении на забой скважины передается в 3–4 раза большая разрушающая мощность, чем при бурении погружными пневмоударниками, в результате чего обеспечивается примерно в 1,5 раза большая скорость бурения.

При вращательном бурении малоабразивных фосфоритовых руд $f = 7 - 8$ резцовыми коронками типа РКС и Д-3С диаметром 42, 56 мм в лабораторных условиях получена скорость бурения в 2–3 раза большая (до 100 см/мин), чем при пневмоударном и шарошечном бурении. В рудах с коэффициентом крепости $f = 9-12$ и диаметре коронки 80 мм (Д-3С) скорость бурения в производственных условиях соответствует пневмоударному и шарошечному, но стойкость инструмента в 3–5 раз ниже. Для эффективного бурения фосфоритов резцовым инстру-

ментом как и при шарошечном бурении необходимо осевое усилие порядка 500–600 кг на 1 см лезвия коронки.

Энергоемкость бурения фосфоритов Чулак-Тав шарошечными долотами и резцовыми коронками примерно равна между собой (60–80 кгм-см³).

Исходя из физико-механических свойств фосфоритовых руд (трещиноватость, перемещаемость по крепости, наличие крепких включений), достигнутых показателей по скорости бурения и стойкости инструмента для условий рудника более универсальным и перспективным является шарошечное бурение.

Промышленные испытания опытного агрегата АБВ-2 показали работоспособность применения универсальных автоматизированных самоходных буровых агрегатов. Производительность станка составляет 25–30 м/смену. При исключении организационных простоев производительность станка равна 35–40 м/смену.

Глава пятая посвящена технико-экономической оценке и выбору способов и средств бурения взрывных скважин для условий рудника "Молодежный". По результатам исследований и анализа показателей бурения испытанных буровых агрегатов и технико-экономическому сравнению принято три станка НКР-100, СБУ-70, АБВ-2, представляющие рассмотренные в работе способы бурения.

Сравнение энергоемкости бурения показывает, что она не может служить достаточным основанием для выбора рационального способа бурения и бурового оборудования. В производственных условиях, исходя из рациональной стойкости инструмента, не всегда представляется возможным производить бурение при опти-

мальных (по условию объемного разрушения породы) режимах, а, следовательно, с минимальной энергоемкостью. К тому же стоимость единицы, расходуемой энергии (пневматической, электрической) разная.

Полученные при испытаниях скорости бурения и продолжительность выполнения вспомогательных операций при бурении различными станками позволили провести их технико-экономическое сравнение в одинаковых условиях. Для этого предварительно было выполнено сравнение параллельного и веерного расположения скважин, в результате чего установлена рациональность и экономическая эффективность последнего. Обуривание массива параллельными скважинами будет экономически эффективно при стоимости 1 м³ буровой выработки 1,60 руб. и менее, фактическая же стоимость составляет 6–8 руб.

Установлена зависимость производительности станков от высоты обуриваемого слоя при веерном и параллельном расположении скважин. При высоте подэтажа до 35–40 м производительность самоходных станков (АБВ-2, СБУ-70) при веерном обуривании выше, а при большей высоте она примерно одинакова в том и в другом случае.

Производительность переносных станков (НКР-100) при веерном обуривании выше на 30–35%.

Анализ использования переносных и самоходных буровых агрегатов и их производительности показал, что самоходные станки способны обеспечить в 3,5–4 раза большую годовую производительность. При этом их рационально использовать на участках с объемом бурения 8–10 тыс. м³ и более.



ментом как и при шарошечном бурении необходимо осевое усилие порядка 500–600 кг на I см лезвия коронки.

Энергоемкость бурения фосфоритов Чулак-Тау шарошечными долотами и резаковыми коронками примерно равна между собой (60–80 кгм-см³).

Исходя из физико-механических свойств фосфоритовых руд (трещиноватость, перемежаемость по крепости, наличие кремнистых включений), достигнутых показателей по скорости бурения и стойкости инструмента для условий рудника более универсальным и перспективным является шарошечное бурение.

Промышленные испытания опытного агрегата АБШ-2 показали работоспособность применения универсальных автоматизированных самоходных буровых агрегатов. Производительность станка составляет 25–30 м/смену. При исключении организационных простоев производительность станка равна 35–40 м/смену.

Глава пятая посвящена технико-экономической оценке и выбору способов и средств бурения взрывных скважин для условий рудника "Молодежный". По результатам исследований и анализа показателей бурения испытанных буровых агрегатов и технико-экономическому сравнению принято три станка НКР-100, СБУ-70, АБШ-2, представляющие рассмотренные в работе способы бурения.

Сравнение энергоемкости бурения показывает, что она не может служить достаточным основанием для выбора рационального способа бурения и бурового оборудования. В производственных условиях, исходя из рациональной стойкости инструмента, не всегда представляется возможным производить бурение при опти-

мальных (по условию объемного разрушения породы) режимах, а, следовательно, с минимальной энергоемкостью. К тому же стоимость единицы, расходуемой энергии (пневматической, электрической) разная.

Полученные при испытаниях скорости бурения и продолжительность выполнения вспомогательных операций при бурении различными станками позволили провести их технико-экономическое сравнение в одинаковых условиях. Для этого предварительно было выполнено сравнение параллельного и веерного расположения скважин, в результате чего установлена рациональность и экономическая эффективность последнего. Обуривание массива параллельными скважинами будет экономически эффективно при стоимости 1 м³ буровой выработки 1,60 руб. и менее, фактическая же стоимость составляет 6–8 руб.

Установлена зависимость производительности станков от высоты обуриваемого слоя при веерном и параллельном расположении скважин. При высоте подэтажа до 35–40 м производительность самоходных станков (АБШ-2, СБУ-70) при веерном обуривании выше, а при большей высоте она примерно одинакова в том и в другом случае.

Производительность переносных станков (НКР-100) при веерном обуривании выше на 30–35%.

Анализ использования переносных и самоходных буровых агрегатов и их производительности показал, что самоходные станки способны обеспечить в 3,5–4 раза большую годовую производительность. При этом их рационально использовать на участках с объемом бурения 8–10 тыс. м³ и более.



Полная технико-экономическая оценка буровых агрегатов, отличающихся между собой по способу бурения, габаритным размерам, диаметру скважин, получена в результате определения технологической себестоимости 1 м³ добытой руды, по методике, изложенной в главе II.

Отбойка руды скважинами малого диаметра (76 мм) в опытном блоке показала, что дробление руды значительно улучшилось (выход негабарита составил 0,2%), разубоживание по блоку было в 1,5 раза меньше, чем в среднем по руднику (19-20%). В связи с этим был условно определен экономический эффект от снижения разубоживания на 1% в выдаваемой рудником руде и оценено его влияние на технологическую себестоимость 1 м³ добываемой руды.

Технико-экономическими расчетами (табл.2), установлено, что стоимость 1 м³ руды (без учета разубоживания) при отбойке скважинами диаметром 70, 76 мм с использованием дорогостоящих станков СБУ-70 и АБШ-2 равна или незначительно меньше, чем при отбойке скважинами диаметром 105 мм (станок НКР-100). При снижении разубоживания на 1% и получаемой при этом экономии на добыче и особенно переработке фосфоритовой руды на обогатительной фабрике, себестоимость 1 м³ руды, отбитой скважинами малого диаметра, будет в 2 раза ниже.

С учетом капитальных затрат на приобретение необходимого количества станков в первом случае (без разубоживания) применение дорогостоящих самоходных буровых агрегатов практически не дает экономического эффекта (СБУ-70) или же он сравнительно небольшой (АБШ-2). Во втором случае (с учетом снижения раз-

убоживания) при достигнутой на станках производительности 25-30 м/смену может быть получена экономия (рудник-обогатительная фабрика) порядка 35-45 тыс.руб. Причем, как в первом, так и во втором случае лучшие показатели у станка АБШ-2. При достижении возможной производительности станков 35м/смену экономический эффект во втором случае будет свыше 100 тыс.руб.

Технологическая себестоимость добычи 1 м³ руды при использовании различного бурового оборудования

Таблица 2

Наименование затрат	Буровые станки			
	НКР-100	СБУ-70	АБШ-2	
	диаметр скважин			
	105	70	76	122
Проходка буровой выработки, руб	0,333	0,333	0,333	0,333
Стоимость обуривания 1 м ³ руды	0,325	0,352	0,330	0,172
Стоимость выпуска и доставки	0,146	0,059	0,059	0,146
Стоимость ВМ и зарядания	0,134	0,155	0,149	0,129
Стоимость монтажно-демонтажных и доставочных работ	0,035	0,013	0,017	0,017
Итого: стоимость 1 м ³ руды по прямым затратам	0,941	0,912	0,888	0,797
Экономия от снижения разубоживания на 1%		-0,462	-0,462	
в т.ч. от непроизводительных затрат по руднику		-0,137	-0,137	
от переработки руд на обогатительной фабрике		-0,325	-0,325	
Итого: расчетная технологическая себестоимость 1 м ³ руды		0,450	0,426	

В случае, если разубоживание не будет иметь значения при добыче руды (валовая выемка фосфоритов), наиболее эффективным явится применение скважин диаметром 105-112 мм при обурировании самоходными станками.

Результаты исследований способов бурения, выявленные при испытаниях достоинства и недостатки станков, анализ путей повышения их производительности позволили разработать технические условия и требования для создания нового универсального самоходного станка для бурения скважин диаметром 76-105 мм шарошечными долотами, коронками режущего типа и погружными пневмоударниками. Применение такого станка наиболее полно будет отвечать условиям рудника "Молодежный" - обурирование камерных запасов производить скважинами диаметром 76 мм, потолочин скважинами диаметром 97, 105 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Техничко-экономическую оценку и выбор нового бурового оборудования для бурения скважин необходимо производить по предлагаемой комплексной методике - по технологической себестоимости 1 м³ добытой руды и величине экономической эффективности нового бурового оборудования - наиболее полно учитывающих комплекс технологических операций добычи и переработки руд, зависящих от применяемого бурового оборудования.

2. При бурении фосфоритовых руд погружными и выносными пневмоударниками наиболее рациональным является вращательно-ударный способ. Для повышения эффективности этого способа бурения удельную энергию удара на 1 см лезвия коронки необ-

ходимо иметь порядка 1,5 кг и выше, а удельное осевое усилие 100-150 кг/см.

3. Для объемного разрушения фосфоритовых руд при вращательном бурении шарошечными долотами и коронками торцевого резания осевое усилие должно составлять 500-600 кг и выше на 1 см диаметра долота или лезвия коронки. Рациональное число оборотов долота при шарошечном бурении находится в пределах 170-200 в минуту. Вращательное бурение фосфоритов коронками режущего типа возможно на отдельных участках месторождения и в ограниченном объеме. Наиболее универсальным в условиях рудника является шарошечное бурение.

4. Внедрение станка НКР-100 позволило повысить производительность и снизить себестоимость буровых работ, более чем в 2 раза (по сравнению со станками БА-100), однако возможности повышения средней производительности на станке НКР-100 свыше 18-20 м/смену очень ограничены.

5. Самоходные буровые агрегаты (АБШ-2, СБУ-70), обеспечивая в 1,5 раза большую производительность имеют значительные резервы дальнейшего ее повышения. При этом улучшаются санитарные условия труда, повышается культура и организация буровых работ.

6. По условию улучшения дробления руд и особенно снижению разубоживания для рудника "Молодежный" является целесообразным и экономически эффективным применение скважин диаметром 70-76 мм. Применение скважин малого диаметра обеспечит получение годового экономического эффекта по комбинату Каратау около 100 тыс.руб.

7. Для условий рудника "Молодежный" наиболее перспективным является применение универсальных самоходных буровых станков типа АБШ с усилием подачи до 7 т для бурения скважин диаметром 76-105 мм шарошечными долотами, коронками режущего типа и погружными пневмоударниками (последними во вращательно-ударном режиме).

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Совершенствование систем разработки на фосфоритовом руднике (в соавторстве с В.Б.Рабиль, М.М.Фрид, А.С.Толоконцевым, А.Н.Андреичевым, Г.А.Красавиным, М.Л.Стебаковичи), Горный журнал № 9, 1966.

2. Сравнительные испытания буровых станков на подземном руднике. "Цветная металлургия", № 4, 1968.

3. Опыт отбойки руды глубокими скважинами на руднике "Молодежный" (в соавторстве с А.С.Толоконцевым), Бюллетень "Промышленность горнохимического сырья и природных солей", № 4, 1965.

4. Энергоемкость пневмоударного бурения фосфоритов Чулактау (в соавторстве с В.М.Федоровым, П.А.Подрез). Бюллетень "Промышленность горнохимического сырья и природных солей", № 1, 1967.

5. Результаты сравнительных испытаний шарошечных долот малого диаметра при бурении взрывных скважин (в соавторстве с Черкасовым В.И.). Промышленность горнохимического сырья и природных солей (техническая и экономическая информация, выпуск 2), НИИТЭИ, М., 1969.

6. Сравнительная оценка параллельного и веерного расположения взрывных скважин (в соавторстве с В.Н.Зеленкиным). Известия высших учебных заведений "Горный журнал", (в печати).

7. Бурение подземных взрывных скважин на руднике "Молодежный" шарошечными долотами нового типа (в соавторстве с И.Д.Чумаковым, В.И.Черкасовым, М.М.Фрид, Г.А.Крутихиным), Горный журнал, 1970 (в печати).

8. Эффективность применения сыпучих ВВ на руднике "Молодежный" (в соавторстве с М.М.Фрид, Д.К.Каленовым, А.З.Гребеньковым), сб. "Взрывное дело", № , 1970 (в печати).