

УДК 622.271.622.244.4

Б. А. Катанов

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ БУРЕНИЯ СКВАЖИН НА КАРЬЕРАХ

Один из наиболее трудоемких процессов при добыче полезных ископаемых открытым способом — бурение взрывных скважин. Повышение производительности буровых станков является одним из резервов повышения производительности труда и снижения себестоимости добычи полезных ископаемых.

Станки вращательного бурения с режущим, шарошечным и комбинированным инструментом могут эффективно использоваться по монолитным и увлажненным породам. Однако при значительной обводненности пород, наличии включений и в ряде других случаев их эффективность резко снижается.

Так буровые станки вращательного бурения с режущим буровым инструментом (шнековые) при наличии увлажненных пород из-за забивания шнековых штанг буровой мелочью обеспечивают бурение скважин глубиной не более 17–20 м. Производительность станков шарошечного бурения в этих условиях также легко снижается и не превышает 80–90 метров в смену. Кроме того, при этом резко снижается срок службы дорогостоящих шарошечных долот и из-за забивания рукавных фильтров (особенно при низких температурах) быстро выходит из строя система пылеулавливания [1].

При бурении скважин в закарстованных массивах, имеющих полости, заполненные глиной, бурение с продувкой скатым воздухом затруднено.

На кафедре горных машин и комплексов КузПИ под руководством автора данной статьи на протяжении ряда лет проводятся исследования с целью разработки эффективных средств бурения.

Решению задачи эффективного бурения скважин в сложных горно-геологических условиях способствует внедрение технологии бурения со шнеко-пневматической очисткой, а также использование комбинированных режуще-шарошечных долот, оптимизация режимов бурения и автоматизация процессов бурения.

Сущность шнеко-пневматической очистки скважин заключается в том, что при применении штанг-шнеков в скважину в микротонном

промежутки шнеков дополнительно подается сжатый воздух.

Этот способ очистки скважин от буровой мелочи позволяет существенно увеличить скорость транспортирования буровой мелочи от забоя к устью скважины, почти полностью ликвидировать перебуры, увеличить возможную глубину скважин и существенно уменьшить износ шнековых штанг по наружному диаметру [2].

Кафедрой разработаны, изготовлены и испытаны в производственных условиях приспособления и буровой инструмент для серийных станков шнекового и шарошечного бурения, позволяющие бурить скважины с этим способом очистки, а также накоплен некоторый опыт эксплуатации и обслуживания этих станков.

Бурение скважин со шнеко-пневматической очисткой станками СВБ-2м и СБР-160А-24 применялось в Кузбассе, где ими успешно бурились наклонные скважины глубиной 30-38 м, что позволяло увеличить высоту отрабатываемых уступов до 30 метров.

При бурении скважин с этим способом очистки в условиях ПО "Северовостокзолото" была подтверждена возможность и эффективность использования станка СВШ-250МН для бурения скважин диаметром до 320 мм по многолетнемерзлым породам.

Опытно-промышленное бурение на карьерах Гурьевского рудоуправления ПО "Сибруда" подтвердило работоспособность и эффективность шнеко-пневматической очистки скважин при бурении их шарошечными долотами в неоднородных и закарстованных массивах [3].

Результаты теоретических и экспериментальных исследований процессов, имеющих место при шнеко-пневматической очистке скважин, могут быть использованы при создании новых оубовых станков.

Исследования, проведенные автором статьи, позволили также наметить пути решения ряда вопросов совершенствования режущих буровых долот, комбинированных режуще-шарошечных долот и шнековых буровых штанг, разработать новые конструкции бурового инструмента.

Так для бурения скважин станками шарошечного бурения с пневматической и с шнеко-пневматической очисткой были разработаны режущие и режуще-шарошечные долота, позволяющие бурить скважины диаметром 243 мм в породах с коэффициентом крепости по шкале профессора М.М.Протодяконова $f=6$. Испытания показали, что при бурении небразивных пород эти долота могут успешно заменять дорогостоящие и дефицитные шарошечные долота.

Режуще-шарошечное долото РИД-3А имеет корпус, к которому приварены лапы с шарошками. Раздержатель с тремя резами крепится

сваркой с осями шарошек. При использовании шарошек от стандартных шарошечных долот в них растачиваются сквозные отверстия для осей.

Выступая относительно шарошек, резцы выбуривают опережающую скважину в центральной части и образуют ступенчатый забой. При этом существенно возрастает эффективность работы шарошек вследствие снижения прочности породы на краях ступени. Кроме того, оси шарошек, имеющие вторую опору, разгружаются от консольных нагрузок, что существенно снижает их деформации и облегчает работу опор качения. У шарошек отсутствуют вершины конусов, которые являются наиболее слабой и наименее износостойкой их частью.

При работе комбинированного долота, у которого разрушение центральной части забоя осуществляется режущими инструментами, и при условии, что для внедрения резцов требуется в K раз меньшая величина удельного усилия, чем для шарошек (при той же глубине внедрения), усилие подачи, приходящееся на режущую часть долота, равно:

$$Q_p = mPg / KR^2, \quad [1]$$

где P – осевая нагрузка на долото;

R – радиус долота;

r – радиус центральной режущей части долота;

m – число лезвий режущей части долота.

Следует очень внимательно отнестись к определению коэффициента K , так как острой режущая часть может быть только в начальный период. В дальнейшем, при работе, она, даже на породах средней крепости, должна быстро затупиться, что должно привести к изменению значения K .

Наибольшее значение в увеличении производительности играет то, что центральная часть является опережающей. В слабых породах вообще нет нужды в применении шарошечного или комбинированного долота, а следует бурить скважину только режущим ступенчатым инструментом, так как режущий инструмент требует в 15-20 раз меньше силовых и энергетических затрат (для данной породы).

Предложены также принципиально новые конструкции шнековых буровых штанг, защищенные авторскими свидетельствами. Для бурения скважин станком СБШ-250МН в закастованных массивах рекомендованы штанги-шнеки с наружным диаметром (по спирали) 240 мм при диаметре трубы 180 мм и отношением шага навивки спирали к ее наружному диаметру 1,5-1,7.

Были также предложены шнековые буровые штанги для станков вращательного бурения, оснащенные голой спиралью коробчатого сечения

(для бурения скважин с шнеко-пневматической очисткой), а также штанги, снабженные подпружинными пулаками для их центрирования в скважине.

Использование предлагаемых штанг позволяет не только увеличить производительность буровых станков, но и глубину буримых скважин и в несколько раз увеличить износостойкость бурового инструмента.

Понятие "режим бурения" включает сочетание трех показателей: осевой нагрузки на долото P , частоты вращения бурового става n и расхода (и давления) скатого воздуха Q , удаляющего буровую мелочь из забоя. Выпускаемые в настоящее время буровые станки позволяют регулировать параметры P и n , а производительность компрессорной станции Q в процессе бурения остается неизменной, поэтому на практике понятие "оптимальный режим бурения" связывается с таким сочетанием P и n , которое дает наилучший результат с точки зрения принятого критерия оптимальности.

Осевая нагрузка P , определяющая величину удельного контактного давления долота на забой, оказывает доминирующее влияние на характер разрушения и скорость бурения V .

При высоких нагрузках и больших частотах вращения долота вследствие неэффективности процесса разрушения имеют место не только низкие скорости бурения, но и преждевременный выход из строя дорогостоящих долот. С ростом осевой нагрузки стойкость долота сначала увеличивается, достигая максимума при $P=P_0$ в зоне объемного разрушения, и затем при $P > P_0$ уменьшается. Увеличение частоты вращения всегда сопровождается снижением стойкости долота.

Скорость бурения в зависимости от нагрузки на долото можно рассчитать по формуле (4):

$$V = V_m / (1 + (P/P_0)^2), \quad (2)$$

где V_m - предельная величина скорости бурения.

Расчет оптимальных режимных параметров бурения осуществляется на основе технико-экономических критериев. Существует следующее соотношение, приближенно инвариантное относительно крепости породы:

$$P \cdot n = P_0 \cdot n_0 = C_0 = \text{const}, \quad (3)$$

где C_0 - коэффициент интенсивности режима бурения;

P_0, n_0 - оптимальные значения P и n .

В свете изложенного дальнейшие исследования должны быть направлены на поиск экономико-математической модели себестоимости бурения 1 метра скважины, принятой в качестве критерия оптимизации режимов бурения.

Ручное регулирование режимных параметров машинистом бурового станка весьма затруднительно вследствие непрерывной случайной вариации свойств буримых пород, поэтому технико-экономические показатели бурения во многом зависят от квалификации машиниста и, естественно, часто далеки от оптимальных. В связи с этим актуальная задача осуществления автоматического управления процессом бурения, позволяющего, как показали промышленные испытания опытных образцов систем автоматизации, повысить производительность и снизить себестоимость бурения на 16-30% [4].

Как показали исследования основных технологических принципов управления процессом бурения, наиболее эффективным является критерий минимальной себестоимости бурения одного метра скважины.

Непосредственная реализация минимальной себестоимости бурения оказывается сложной и предполагает использование непрерывной информации о текущем износе бурового инструмента и других явлениях процесса разрушения, что практически трудно достижимо.

Более рациональным является принцип управления бурением по возмущению. В рассматриваемом случае сопротивляемость горной породы разрушению является главным фактором, определяющим себестоимость бурения, а ее изменчивость - основным возмущением, стремляемся изменить положения экстремума выбранного критерия оптимальности. Принцип управления по возмущению может быть применен для экстремального управления процессом бурения, если имеется возможность непрерывно контролировать изменение буримости пород.

Это имеет первостепенное значение для создания эффективных систем автоматического управления процессом бурения. Задача этой системы сводится к непрерывной интегральной оценке свойств буримых пород, в функции которых по разработанным алгоритмам устанавливаются оптимальные значения P и p [4].

В этой связи возникает проблема создания надежных и эффективных забойных датчиков, непрерывно информирующих о свойствах пород, с которыми в данный момент контактирует буровое долото, что является первостепенной задачей исследований в этой области.

Решение описанных выше задач и проблем будет способствовать созданию более эффективной техники для карьеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катанов Б.А., Высоцкий В.П., Протасов М.И. Стр.: бурения сква-

кин со шнеко-пневматической очисткой / Обзор ЦНИЭМуголь. М., 1983. 55 с.

2. Катанов Б.А., Ромашко В.Г. Влияние конструкции спирали шнека на скорость транспортирования буровой мелочи // Изв. вузов. Горный журнал. 1983. № 12. С. 49-53.

3. Бурение скважин шарошечными долотами с шнеко-пневматической очисткой в закрястованных массивах / Б.А. Катанов, Е.Н. Куракулов, П.Е. Воронов и др. // Изв. вузов. Горный журнал. 1984. № 8. С. 46-47.

4. Буткин В.Д. Опыт совершенствования технологии бурения на разрезах / Обзор ЦНИЭМуголь. М., 1975. 50 с.

УДК 622.233.6


М.К. Якунин

О ПЕРСПЕКТИВАХ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ БУРИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Совершенствованием бурильной техники занимается большая группа специалистов в нашей стране и за рубежом. Основное направление этих работ заключается в поиске путей повышения мощности бурильных машин, оптимизации режимных параметров и автоматизации некоторых процессов при существующих способах бурения - вращательном, вращательно-ударном и ударном. Так, для повышения скорости бурения крепких пород обычно увеличивают частоту или энергию удара. Если несколько лет назад бурильные машины вращательно-ударного действия работали с энергией единичного удара порядка 40-60 Дж (БУ-1, БУР-2, БКГ-2), то теперь создаются бурильные машины с энергией удара 100-150 Дж и более (ПН, УБШ и др.)

Проведенные нами исследования показали, что в условиях крепких пород ($f > 12$), где весьма затруднительно заглубление долота статической нагрузкой и невозможен срез стружки без предварительной обработки поверхности забоя шпура ударным способом, дальнейшее повышение скорости бурения, очевидно, возможно лишь за счет создания бурильных машин ударного действия с более высокими выходными параметрами и использования более стойкого инструмента, способного выдерживать высокие динамические нагрузки. Такое направление работ, на наш взгляд, является весьма перспективным. Что касается пород менее крепких ($f < 12$), а их в отрасли более 90%, то здесь имеется ре-

КУЗБАССКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА
В КУЗБАССЕ

Кемерово 1993

Государственный Комитет Российской Федерации
по высшему образованию

Академия естественных наук Российской Федерации

Горно-металлургическая секция

Кузбасский политехнический институт

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КУЗБАССЕ

УДК 622.33.001.5

Актуальные проблемы горного производства в Кузбассе: Сб. статей / Под ред. М.С. Сафокина; Кузбасс. политехн. ин-т. Кемерово, 1993. 112 с. ISBN 5-230-18907-4

В сборнике представлены научные статьи ведущих ученых Кузбасского политехнического института по технике и технологии разработки угольных месторождений, а также по геомеханике, геодинамике и экологическим проблемам горного производства.

Предисловие подготовлено академиком АЕН РФ, профессором, доктором технических наук М.С. Сафокиным

ISBN 5-230-18907-4

© Кузбасский политехнический институт, 1993

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Предисловие	3
-------------------	---

ТЕХНОЛОГИЯ И ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вылегжанин В.Н. Теоретическое обобщение закономерностей взаимосвязи параметров горного производства в новой технологической концепции угольной шахты.....	5
Рыжков Д.А. Управление физико-техническими и экологическими процессами в шахтах путем направленного формирования закладочных массивов.....	10
Егоров П.В. Управление состоянием удароопасного массива на шахтах.....	14
Батугина И.М. Геодинамическое районирование недр как основа оценки геомеханического состояния массива.....	21
Егошин В.В. Подготовительные работы при подземной технологии добычи угля.....	25
Корякин А.И. К решению проблемы эффективной отработки сложно-структурных залежей Кузбасса.....	29
Проноза В.Г. Энергосберегающая технология производства вскрышных работ на пологих пластовых месторождениях.....	33
Бириков А.В., Ташкинов А.С. Дисперсные системы горного производства.....	37
Дырдин В.В. Электрический контроль геомеханических и газодинамических процессов при разработке угольных пластов.....	43

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УГЛЕДОБЫЧИ

Садохин М.С. О состоянии и совершенствовании техники для бурения скважин большого диаметра	47
Катанов Б.А. Разработка эффективных средств бурения скважин на карьерах.....	51
Якунин М.К. О перспективах дальнейшего развития бурильной техники.....	56
Коршунов А.Н., Нестеров В.И. Дисковые шарошки - эффективный рабочий инструмент очистных комбайнов.....	62
Коршунов А.Н., Александров Б.А. Методы выявления и реализации	

потенциальных возможностей механизированных крепей.....	66
---	----

СТАЦИОНАРНЫЕ МАШИНЫ И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ

Моисеев Л.Л. Проблемы управления технологическим развитием стационарных установок горных предприятий.....	70
Курехин В.В. Повышение уровня эксплуатации электрособорудования горных предприятий при перенапряжениях.....	76
Разгильдеев Г.И. Научные основы создания неповреждаемого взрывозащищенного электрооборудования.....	79

АЭРОГАДИНАМИКА И ВНЕЗАПНЫЕ ВЫБРОСЫ УГЛЯ И ГАЗА

Колмяков В.А. Создание и реализация нового научного направления шахтной газовой динамики.....	85
Шевченко Л.А. Развитие теории газовой динамики мощных угольных пластов.....	88
Пузырев В.Н. Исследования по борьбе с внезапными выбросами угля и газа.....	94

ЭКОЛОГИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Байченко А.А. Применение интенсивных технологий для переработки угольных шламов и очистки оборотных вод.....	96
Лесин Ю.В. Очистка сточных вод разрезов Кузбасса в фильтрующих массивах из вскрышных пород.....	101
Ташкинов А.С., Бириков А.В. Резервы в решении эколого-экономических и социальных проблем Кузбасса.....	105

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КУЗБАССЕ**

Редактор З.М. Савина. Корректор Л.Н. Абрамова

Подписано в печать 25.10.93.

**Формат 60x84/16. Бумага оберточная. Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 5,00. Тираж 300 экз. Заказ 544**

**Кузбасский политехнический институт.
650026, Кемерово, ул. Весенняя, 2А.**

**Типография Кузбасского политехнического института.
650027, Кемерово, ул. Красноармейская, 115.**