

МГП

ТОМ 2



ИСТОРИЯ
ДОСТИЖЕНИЯ
ПЕРСПЕКТИВЫ

СТАНКИ ДЛЯ БУРЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН НА КАРЬЕРАХ

С. П. Решетняк, д. т. н., главный технолог ООО «СПб Гипрошахт»

Н. И. Паладеева, ведущий специалист дивизиона «Горное оборудование» ООО «Уралмаш-Инжиниринг»

ОСНОВНЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ БУРОВЫХ СТАНКОВ

В настоящее время в результате многочисленных слияний и поглощений в мире осталось не так много производителей станков для бурения взрывных скважин на открытых горных работах. Основные зарубежные фирмы-поставщики буровой техники:

- Caterpillar, поглотившая в 2011 г. корпорацию Bucyrus, которая в свою очередь присоединила к своим активам корпорацию Tetex, ранее поглотившая фирму Reedrill.
- Atlas Copco, которая расширила линейку своих буровых станков, присоединив Ingersoll-Rand.

- Sandvik, выпускающая буровые станки на бывших мощностях фирмы Driltech.
- P&H Mining Equipment, которая входит в корпорацию Joy Global.

Российские производители буровых станков для карьеров:

- УГМК-Рудгормаш (г. Воронеж);
- Бузулукский завод тяжелого машиностроения (г. Бузулук);
- ИЗ-КАРТЭКС (Объединённые машиностроительные заводы, г. Колпино).

Краткая характеристика бурового оборудования зарубежных фирм приведена в таблице 1. В таблице 2 показаны параметры буровых станков отечественных производителей.

Сравнить линейки выпускаемого бурового оборудования зарубежных и отече-

Диаметр скважины, мм	100	150	200	300	400	500
Caterpillar		152			444	
P&H Mining Equipment			204			559
Atlas Copco	102					406
Sandvik - Tamrock	127			381		
Рудгормаш		160	270	311		
Бузулукский ЗТМ			200-250			
ИЗ-КАРТЭКС (ОМЗ)			250-270			

Рис. 1. Сравнение буровых станков по диаметру бурения

Усилие подачи, кН	100	200	300	400	500	600	700
Caterpillar	222						733
P&H Mining Equipment				422	667		
Atlas Copco	111				534		
Sandvik - Tamrock	124			400			
Рудгормаш		235	350				
Бузулукский ЗТМ			300				
ИЗ-КАРТЭКС (ОМЗ)			350	450			

Рис. 2. Сравнение буровых станков по максимальному усилию подачи

ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Таблица 1. Техническая характеристика буровых станков зарубежных производителей						
Фирма-производитель, модель	Диаметр бурения, мм	Глубина бурения, м	Бурение за один проход, м	Усилие подачи, кН	Тип привода	Масса станка, т
Caterpillar (Bucyrus – Terex - Reedrill)						
MD 6240 Series	152-270	до 55,5	12,8-15,8	222	дизель	62,7
MD 6290 Series	152-270	до 52,7	8,6-11	277	дизель	54,6
MD 6420 Series	229-311	до 74	10,3-16,5	382	дизель	95,6
MD 6540 Series	229-381	до 85	16,5-20	382	электро	131,1
MD 6640 Series	251-406	до 85,3	19,81	627	электро	154
MD 6750 Series	273-444	39,6	18,3	733	электро	183,7
Atlas Copco (Ingersoll-Rand)						
DM25-SP	102-178	15,2	12,2	111	дизель	28
DM30	127-171	45	7,9	133	дизель	28
T4BH	143-251	54	6,8-8,4	133	дизель	26
DM45	149-229	53,3	8,5	200	дизель	41
DML-SP	152-251	18,3	15,2-18,3	240	дизель	45
DML	149-270	62,5	8,5; 9,1	267	дизель	50
PV235	152-251	73; 64; 54,9	12,2; 10,7; 9,15	267	дизель	58
DM-M3	251-311	73,2	11,3	400	дизель	104
PV271	171-270	32	16,8	311	дизель	84
PV275	171-270	59,4	11,3	311	дизель	79,4
PV351	270-406	41,1	19,8	534	дизель; электро	188
Sandvik – Tamrock - Driltech						
D25KS	127-172	27	8,7	124	дизель	32,7
D245S	127-203	45	8,7	178	дизель	35
D45KS	152-229	63	8,7	200	дизель	47,6
D50KS	152-229	45	8,7	222	дизель	47,6
D55KS	172-254	17	17	200	дизель	61,2
D75KS	229-279	53	10,7	334	дизель	63,5
D90KS	229-381	85	12,2	400	дизель	140,6
1190E	229-381	85	12,2	400	дизель; электро	145,2
DR460	251-311	75	12,3	356	дизель	93,4
P&H Mining Equipment						
P&H 250XP-DL	204-349	85	12	422	дизель	113,4
P&H 250XP-ST	204-349	60	19,8	422	дизель	113,4
P&H 250 hard rock	204-349	60	19,8	490	дизель	145
P&H320XPC	до 559	60	19,8	667	электро	165

Таблица 2. Техническая характеристика буровых станков российского производства

Модель	Диаметр скважины, мм	Глубина бурения, м	Усилие подачи, кН	Скорость передвижения, км/час	Компрессор			Привод	Масса станка, т
					модель	производительность, м ³ /мин	давление, кПа		
Рудгормаш									
СБШ-160/200-40Д	160-215	40	235	0-1,3	ВНИИкомпрессор-маш, Atlas Copco	25	700	дизель Cummins QSK19, 485 кВт	50
СБШ-250/270-60	250; 270	60	350	0-1,3	ВНИИкомпрессор-маш, Atlas Copco	Н. д.	680	Н. д.	90
СБШ-250МНА-32	250; 270	32; 47	350	0-1,8	ВНИИкомпрессор-маш, Atlas Copco	32	680	электро, 430-500 кВт	85-90
СБШ-250МНА-32-КП	250; 270; 311	32	350	0-1,8	ВНИИкомпрессор-маш, Atlas Copco	50	680	электро, 600 кВт	120
Бузулукский ЗТМ									
ЗСБШ-200-60	200; 250	60	300	0,75	ВНИИкомпрессор-маш	32	700	электро, 386 кВт	62
6СБШ-200-32	200; 250	40	300	0,75	ВНИИкомпрессор-маш	25	700	электро, 377 кВт	54
ИЗ-КАРТЭКС (ОМЗ)									
СБШ-270ИЗ	250; 270	32	450	0-1,47	Пензакомпрессор-маш	38	500	электро, 2х160 кВА	136
СБШ-27034	250; 270	34	350	0-1,47	Пензакомпрессор-маш	38	500	электро, 2х160 кВА	141

ственных производителей можно по двум основным параметрам: диаметру бурения и максимальному усилию подачи (рис. 1 и 2).

Анализ данных таблиц 1, 2 и рисунков 1, 2 показывает более широкий спектр выпускаемого бурового оборудования зарубежных фирм в сравнении с российскими производителями. Все зарубежные фирмы изготавливают как легкие станки с диаметром бурения менее 200 мм и массой 30–40 т, так и мощные станки для бурения скважин 380 мм и более при массе превышающей 140 т (кроме R&N Mining Equipment, выпускающего только мощное оборудование). Зарубежную технику отличает универсальность: возмож-

ность комплектации оборудованием, как для шарошечного, так и для пневмоударного бурения.

Особенности современных станков зарубежного производства:

- полностью автоматизированный процесс бурения и вспомогательных операций;
- гидропривод основных механизмов (вращатель, механизм подачи, хода и т. д.);
- централизованная смазка;
- дистанционное управление бурением и перемещением станка;
- применение дизельного или электрического привода;

- адаптация для бурения любых горных пород варьированием комплектующих;
- пылеподавление по сухому либо мокрому способу;
- автоматическая система пожаротушения;
- система позиционирования GPS;
- наличие комфортабельной кабины с кондиционером.

Зарубежная буровая техника снабжена информационно-диагностической системой (ИДС), которая имеет:

- программу контроля параметров бурения;
- выдачу на монитор значения и автоматическую оптимизацию крутящего момента и осевого усилия;
- расширенную диагностику/поиск неисправностей;
- систему защиты от ошибок машиниста (выключение при перегреве долота, блокировка кассеты, программное обеспечение защиты штанг и т. д.);
- коммуникационные связи. Буровые станки, используемые на карьерах России и за рубежом

БУРОВЫЕ СТАНКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА КАРЬЕРАХ РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Для бурения взрывных скважин на карьерах России используются в основном станки шарошечного и немного ударно-вращательного бурения, в частности, на железорудных карьерах работают около двухсот станков шарошечного бурения, из них порядка ста шестидесяти – производства Воронежского завода УГМК-Рудгормаш, десять станков Ижорского завода и столько же компании Atlas Copco, пять – Tamrock и четыре – Reedrill.

На карьере ОАО «Михайловский ГОК» применяются станки СБШ-250МНА-32 производства завода Рудгормаш с диаметром бурения 300 мм, в ОАО «Олкон» – станки СБШ-250 производства того же завода и станки DML фирмы Atlas Copco (ранее их



DM-M2 Atlas Copco на разрезе «Тугнуйский»

выпускала компания Ingersoll-Rand, США). На ОАО «Лебединский ГОК» используются преимущественно станки СБШ-270ИЗ Ижорского завода, в меньшем количестве – СБШ-250МНА-32 завода Рудгормаш и Pit Viper Atlas Copco (ранее также выпускались компанией Ingersoll-Rand).

На крупных зарубежных карьерах основной объем буровых работ также выполняется шарошечными станками, в то же время достаточно широко используются и лёгкие станки ударного действия [1]. За рубежом станки шарошечного (или вращательного «rotary» – по их классификации) бурения выпускаются преимущественно фирмами: Atlas Copco, Bucyrus, Sandvik-Tamrock-Driltech, Harnischfeger (или P&H). Ими созданы станки для шарошечного бурения вертикальных и наклонных скважин диаметром до 560 мм, хотя основным является диаметр до 320 мм.

В конструкциях станков современных моделей наблюдается устойчивая тенденция гидрофикации основных приводов, что обеспечивает меньшую массу, возможность

широкого регулирования характеристик, удобство в управлении и сравнительно несложное обслуживание. Зарубежные фирмы предлагают заказчику, как правило, широкий диапазон диаметров бурения, длин и диаметров штанг, возможных глубин бурения (с наращиванием или без наращивания става), мощностей первичного привода, производительностей компрессоров и т. д.

Наиболее популярными производителями универсальных буровых станков легкого и среднего класса являются фирмы Atlas Copco и Sandvik-Tamrock-Driltech. В станках этих компаний применяется единый первичный двигатель (дизельный или высоковольтный электрический), приводящий в действие компрессор и насосную станцию. Последняя обеспечивает работу всех приводов и агрегатов станка, что позволяет обходиться одним оператором. Фирма Atlas Copco выпускает семейство из 9 моделей полностью гидрофицированных станков.

Мнение отдельных специалистов о том, что буровые станки западных производителей существенно эффективнее российских, не подтверждается данными потребителей. Например, эксплуатация буровых станков на ОАО «Гранит-Кузнечное» Ленинградской области (данные за 1-ое полугодие 2005 г.) показала, что себестоимость обурирования 1 м³ горной массы станком СБШ-250МНА-32 1998 г. выпуска на 40 % ниже, чем станком ударно-вращательного действия ROC L8 2004 г. выпуска. По причине необеспеченности запасными частями при использовании импортных станков увеличивается время простоев. Чрезвычайно высока и сама стоимость запасных частей.

Паспортная производительность станков ударно-вращательного действия достигается при бурении крепких монолитных пород и глубине скважин не более 6,5 м. Поскольку на карьерах станки эксплуатируются на трещиноватых породах, их фактическая производительность, как прави-

ло, ниже паспортной. При бурении пород трещиноватых, склонных к обрушению, наблюдается осыпание стенок скважины, приводящее к заклиниванию бурового става, иногда к его потере. В таких породах впоследствии возникают проблемы при зарядании скважин небольшого диаметра из-за их перекрытия вывалившимися из стенок скважины кусками пород.

При бурении наклонных скважин буровой став, начиная с глубины 18–20 м, искривляется ввиду значительного размера затрубного пространства, что приводит к уходу скважины от проектного направления.

Анализ эксплуатации отечественного парка тяжёлых станков вращательного бурения шарошечными долотами показывает, что на крепких породах лучше других зарекомендовал себя СБШ-250МНА-32 производства УГМК-Рудгормаш. Данный станок



Модернизированный станок СБШ-270А, поставленный в 2008 г. на железорудный карьер Chador Malu (Иран)

проектировался специально для рудных карьеров. Неоднократные модификации этого станка позволяют ему противостоять моральному устареванию, связанному с давним сроком его конструирования.

Станок СБШ-270ИЗ Ижорского завода отличается от СБШ-250МНА-32 мачтой открытого типа, штангой длиной 11 метров, более мощным компрессором, механизмом передвижения, заимствованным у серийного экскаватора. Он обладает более чем в полтора раза более высокой массой. Станок обеспечивает весьма высокопроизводительную работу при бурении относительно слабых пород за счёт лучшего выноса бурового шлама, сокращения времени вспомогательных операций. Так, годовая производительность станков СБШ-270ИЗ при бурении горных пород крепостью от 2 до 8 по шкале проф. М. М. Протодяконова на Бачатском разрезе на 60 % выше этого показателя для станков СБШ-250МНА.

Сравнение показателей буровых станков Ижорского и Воронежского заводов, выполненное на ОАО «Лебединский ГОК» при бурении крепких пород (сланцев, кварцито-песчаников и железистых кварцитов крепостью от 5 до 19 по М. М. Протодяконову), показывает различие в производительности рассматриваемых станков в пределах 8 %. Общие среднегодовые затраты на ОАО «Лебединский ГОК» при использовании станков СБШ-250МНА-32 на крепких породах оказались ниже в сравнении с использованием станков СБШ-270ИЗ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ БУРОВЫХ СТАНКОВ

Как показывает практика, при бурении крепких пород станки СБШ-250МНА-32 среднегодовой производительности не уступают зарубежным аналогам (табл. 3).

В целом сложилось мнение, что станки Atlas Copco, Tamrock, Reedrill и других западных фирм более производительны в сравнении с СБШ-250МНА-32 за счёт применения дизельного привода, что делает их независимыми от отключения энергии на карьере и даёт выигрыш при перемещении станка с одного бурового блока на другой. В то же время затраты по энергоносителям по дизельным станкам превышают затраты по СБШ-250МНА-32 почти в 2–6 раз (табл. 4). Кроме того, по данным ЗАО «Полос» годовая заявка на запчасти в перерасчёте на один станок производства Atlas Copco – 4,75 млн рублей, на один станок производства Рудгормаш – 1,4 млн рублей.

В последние годы на российских железорудных карьерах находит практика бурения импортными станками, которые не стоят на балансе горного предприятия, а арендуются у фирмы-контрактора. В 2011 г. использование станков подрядчиков имеет место на ОАО «Качканарский ГОК «Ванадий», ОАО «Карельский окатыш», ОАО «Ковдорский ГОК». Преимущество такого использования: комбинат не несёт убытков от простоев станков из-за поломок.

Таблица 3. Показатели работы бурового оборудования на ОАО «Апатит» за 2003 г.

Марка бурового станка	Годовой фонд рабочего времени, ч	Коэффициент использования рабочего времени, ед.	Производительность, п. м/год	Средняя производительность, п. м/ч
Рудник Восточный				
СБШ-250МНА-32 Рудгормаш	5 801	0,7	53 300	13,13
D-60KS Tamrock № 5	5 449	0,7	50 116	13,14
D-60KS Tamrock № 6	5 644	0,7	59 949	15,17
Рудник Центральный				
СБШ-250МНА-32 Рудгормаш	5 950	0,68	61 792	15,27

Таблица 4. Показатели эксплуатации российских и зарубежных буровых станков

Предприятия	Категория пород по трудности бурения	Марка бурового станка	Фирма-производитель	Год ввода в эксплуатацию	Ед.	Показатели бурения		
						Диаметр, мм	Производительность, тыс. п. м/год	Себестоимость, руб./п. м
ОАО "Качка-нарский ГОК "Ванадий" (данные на октябрь 2008 г.)	12...14	СБШ-270ИЗ	ИЗ-КАРТЭКС	1999	1	250	40,1	232
		СБШ-250МНА-32	Рудгормаш	1988-2003	19	250	34,4	322
		SKS	Terex	2004	1	250	90	381
		D75 KS	Sandvik	2006	1	250	75	470
		PV-275	Atlas Copco	2010	1			станок контрактора
ОАО "Апатит" (данные 2007 г.)	10...12	D60 KS	Sandvik	2000, 2001	2	250	57	292
		СБШ-250МНА-32	Рудгормаш	1998-2005	15	250	55,7	230
ОАО "Карельский окатыш" (данные на октябрь 2010 г.)	13...19 (ср. - 16)	СБШ-270ИЗ	ИЗ-КАРТЭКС	1999;2000	2	250	67,3	н. д.
		СБШ-250МНА-32	Рудгормаш	1994-2006	13	250	64,4	н. д.
		SKS	Terex	2005	3		61,7	н. д.
		PV-275	Atlas Copco	2010	1	н.д.	8,9 средне-мес.	станок контрактора
ОАО "Лебединский ГОК" (данные на декабрь 2010 г.)	15...17	СБШ-270ИЗ	ИЗ-КАРТЭКС	2000-2008	7	250	36,3	н. д.
		СБШ-250МНА-32	Рудгормаш	1985-2008	13	250	33,1	н. д.
		PV-275	Atlas Copco	2008	2	250	28,4	н. д.

ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ БУРОВОГО СТАНКА СБШ-250 В ОАО «АПАТИТ»

В последнее время периодически появляются публикации с критикой в адрес отечественных производителей бурового оборудования. В связи с этим следует сказать несколько слов о конструктивных особенностях и модернизации буровых станков СБШ-250МНА-32 производства УГМК-Рудгормаш, находящихся в эксплуатации в ОАО «Апатит».

Завод-изготовитель, понимая, что увеличить производительность станка в числе прочего можно за счёт надёжного и качественного изготовления его отдельных составляющих, на протяжении последних лет уделил этому особое внимание, наладив обратную связь с потребителями.

В частности, гусеничный ход, изготавливаемый из стали 09Г2С, с модернизированными редукторами и термообработкой поверхности катков ведомых и ведущих колёс не вызывает нареканий у эксплуатационников. Претерпела изменения ферма мачты – теперь это надёжный узел, выдерживающий без появления каких-либо дефектов в элементах конструкции 4–5 лет эксплуатации, многочисленные перегоны и объём бурения по 67–70 тыс. п. м. в год. Модернизованы опорный узел, редуктор вращения и устройство для свинчивания-развинчивания бурового става; сейчас они надёжны в работе, редко выходят из строя. Пневмосистема – у потребителя теперь есть выбор: компрессорная установка Казанского компрессорного завода; ОАО «НПАО ВНИИкомпрессормаш», г. Сумы, Украина; Atlas Copco и др.



СБШ-250МНА-32КП, карьер ОАО «Михайловский ГОК»

В 2007 г. специалистами ОАО «Апатит» и УГМК-Рудгормаш совместно была разработана схема гидропривода СБШ-250МНА-32 на основе мобильной гидравлики Rexroth Bosch Group. Задача была решена без увеличения стоимости гидропривода и с условием использования отечественного гидравлического масла марки ВМГЗ. Два буровых станка с таким гидроприводом, а также с двумя сепараторами для возможности ша-рошечного бурения не только долотами диаметром 244,5÷250,1 мм, но и 161÷171 мм (дополнительный сепаратор оснащён 4-мя штангами диаметром 133 мм, длиной 8 м) работают в карьере рудника «Центральный».

Первый такой станок введён в эксплуатацию в сентябре 2007 г. За это время не было ни одной поломки или отказа в работе гидроаппаратуры. Характерные особенности модернизированного гидропривода: плавность включения операций, отсутствие



Модернизированная Рудгормашем в 2010-2011 гг. модель станка СБШ-250Д с дизельным приводом, который был поставлен на ООО «Хакасвзрыв-пром»; в настоящее время идет его доработка для серийного производства

гидроударов, уменьшение вибрации бурового става во время бурения, значительное снижение шума, наличие так называемого «холостого хода», т. е., когда выключены все гидравлические операции, на минимальных оборотах двигателя насос поддерживает давление в системе на уровне 20–25 атм., прогоняя масло через сливные отверстия гидравлических блоков, тем самым поддерживая их в оптимальном температурном режиме, что при работе в условиях холодного климата крайне важно.

Есть у УГМК-Рудгормаш и другие интересные разработки, например, комплексный частотный электропривод с использованием частотного преобразователя ATV 71 производства «Шнейдер-Электрик», Франция. Применение частотного регулирования по-

звояет использовать серийные асинхронные электродвигатели для всех приводов, требующих регулирования механических характеристик. Они практически не требуют обслуживания, обеспечивают защиту от перегрузок и перегрева. СБШ-250МНА-32 с таким электроприводом и возможностью бурить скважины глубиной до 54 м находится в эксплуатации уже год в Хакасии, отзывы – положительные. У импортных производителей буровых станков класса СБШ-250 подобного электропривода, насколько нам известно, пока нет.

В настоящее время в результате совместных обсуждений с УГМК-Рудгормаш заканчивается разработка проекта полностью гидрофицированного СБШ-250 с дизельным приводом. В его комплектацию входят: первичный двигатель Cummins QSK19; 4 штанги длиной по 9,85 м; кузов каркасно-платформенного типа; головка бурового снаряда с 2-мя гидромоторами фирмы Рексрот Бош Груп; в кабине машиниста – контроллер для диагностики и контроля параметров бурения и установленного оборудования; гидропривод станка разработан на основе гидроаппаратов для мобильной техники фирмы Рексрот Бош Груп; компрессорная установка имеет производительность 40 м³/мин при давлении 7 кгс/см².

Кстати, полностью гидрофицированный буровой станок с дизельным приводом,



СБШ-160/200-40Д, карьер ОАО «Павловскгранит»

только классом ниже (СБШ-160/200-40), изготовленный УГМК «Рудгормаш», уже пятый год работает в ОАО «Павловскгранит».

Анализируя опыт эксплуатации бурового оборудования на различных горных предприятиях России и ближнего зарубежья, не трудно убедиться в том, что производительность, указанная в рекламных проспектах продавцов импортных буровых станков для открытых горных работ, не всегда подтверждается фактически достигнутыми показателями. А по одному из главных критериев, которым руководствуется потребитель при выборе модели станка, – это стоимость бурения 1 п. м скважины, СБШ-250МНА-32 явно предпочтительнее станков многих зарубежных конкурентов.

Многолетний опыт технического сотрудничества производителей-горняков и конструкторов отечественных заводов имеет конкретные положительные результаты и убеждает нас в том, что машиностроители готовы не только обсуждать различные варианты конструкции и комплектации буровых станков, которые требуются отдельным потребителям, но и способны его изготовить. Сейчас на заводе УГМК «Рудгормаш» ведутся разработки по созданию бурового станка ударно-вращательного типа и универсального станка с возможностью вращательного и ударно-вращательного бурения.

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО БУРОВОГО СТАНКА ДЛЯ КАРЬЕРОВ

На современных карьерах уже давно совершенствуются технологии ведения буровзрывных работ, позволяющие решать вопросы снижения сейсмического воздействия взрывов на законтурный массив, качественного оформления уступов в конечном положении, улучшения дробления труднозрывааемых крупноблочных пород и др. Эти технологии осуществляются, в частности, бурением скважин различных диаметров от

160 до 250 мм [4] и, на наш взгляд, определяют новую концепцию бурового станка, соответствующую решению объективно возникающих задач в процессе углубления рудных карьеров [3].

Одной из таких задач является постановка на конечный контур бортов карьера под достаточно крутыми углами с целью снижения коэффициента вскрыши. Для решения этой задачи обычно проводятся следующие работы:

- по всему фронту борта, который ставится в предельное положение, создаются отрезные «щели» (бурятся скважины малого диаметра с последующим взрыванием в них контурных зарядов ВВ);
- для снижения сейсмического воздействия на борт, который ставится в предельное положение, бурение блоков перед «щелью» ведётся скважинами уменьшенного по сравнению с обычными технологическими скважинами диаметра.

Например, в условиях карьера рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК» бурение скважин отрезных «щелей» производится двумя станками пневмоударного бурения ROC L8 фирмы Атлас Копко с коронкой диаметром 140 мм. Опыт использования шарошечного бурового станка D245S фирмы Дрилтэк на бурении скважин отрезных «щелей» по породам с категориями буримости 15–16 (здесь и далее используется шкала буримости ВНИИБТ) оказался негативным при диаметрах скважин 130–132 мм. Основная причина – отсутствие долот данного диаметра с допустимой осевой нагрузкой 12–14 т.

Работы по постановке бортов карьера в конечное положение, как правило, ведутся циклично:

- бурение скважин отрезной щели вслед за продвижением экскаваторного забоя. С объемом бурения отрезных «щелей» данные станки справляются;
- обуривание приконтурных блоков. Осо-

бенность приконтурных блоков состоит в том, что скважины первого и второго рядов должны буриться долотами диаметром 244,5–250,8 мм для преодоления линии наименьшего сопротивления. Необходимо учесть, что объем бурения увеличивается (выход горной массы с 1 пог. метра для диаметра 250,8 мм – 32 м³, а у диаметра 165 мм – 16 м³). В жёстких временных условиях любая длительная остановка одного из станков приводит к срыву графика взрыва данного блока, что недопустимо по технологии ведения горных работ в карьере. Возможен выход из этого положения – увеличение парка станков пневмоударного бурения, но при этом возникают проблемы в обеспечении фронта работ для этих станков в дальнейшем. При наличии универсального бурового станка, предназначенного для бурения скважин различных диаметров, появляется возможность его использования как для бурения скважин первых двух рядов, так и для бурения скважин последующих рядов блока;

- после обуривания последнего приконтурного блока на данном горизонте наступает перерыв в производстве буровых работ по заоткоске, что связано с выемкой горной массы экскаваторами. Этот период составляет 1,5–2 месяца. В это время необходимо использовать буровые станки ROC L8 на бурении технологических блоков. В карьере рудника «Железный», где имеется большая обводнённость, трещиноватость и наличие зон с тектоническими разломами – это большая проблема [5].

Еще одна проблема – станками малого диаметра необходимо обуривать два-три последних ряда блока, что при одновременной работе экскаваторов и буровых станков на рабочих горизонтах невозможно.

Объемы бурения можно проследить по заоткоске горизонта 178 м. Работы велись с апреля по июль 2008 г.

Таблица 5. Суточная производительность буровых станков в карьере рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК»

Год	ROC L8		D245S		СБШ-250	
	пог. м	Категория буримости	пог. м	Категория буримости	пог. м	Категория буримости
2006	215	14,6	157	13,9	194	14,2
2007	203	14,9	136	14,4	198	14,1
2008 (9 мес.)	220	14,1	154	14,3	192	14,2

Пробурено для создания контурной щели станками:

- СБШ-250 – 3 105 п. м или 16,3 %,
- ROC L8 – 15 912 п. м или 83,7 %.

Бурение скважин контурной щели станком СБШ-250 велось из-за дефицита времени.

Пробурено по приконтурным блокам станками (табл. 5):

- СБШ, DML, PV – 12 939 п. м. или 40,5 %,
- ROC L8, D245S – 18 943 п. м. или 59,5 %.

Вывод:

Универсальный буровой станок рационально применять, когда объем буровых работ по проведению заоткоски не постоянен.

Требования к универсальному станку:

- Наличие двух сепараторов для двух буровых снарядов разного диаметра. Одновременное нахождение в сепараторах двух буровых снарядов не обязательно. Необходимый буровой снаряд устанавливается по мере необходимости.
- Наличие универсального механизма свинчивания для разборки бурового снаряда.

Горно-технические условия, определяющие параметры нового бурового станка:

1. Высота уступа при работе мехлопат и длина буровых штанг.

Высота уступа по Единым правилам безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом не должна превышать:

- максимальную высоту черпания экскаваторов – при использовании одноковшовых

экскаваторов типа «механическая лопата» без применения взрывных работ;

- более чем в 1,5 раза высоту черпания экскаваторов при разработке пород с применением буровзрывных работ при условии разделения развала по высоте на подступы или разработки специальных мероприятий по безопасному обрушению козырьков и нависей. Данное ограничение обусловлено тем, что в связанных и связно сыпучих породах с неравномерным разрыхлением и обрушением одной волной высота забоя ограничивается, в частности, возможностью сильных ударов обрушающейся массы по ковшу экскаватора и подъёмному канату у блока ковша. Особенно опасна работа при наличии крупных кусков в поперечнике свыше 1,5 м [6].

Наибольшая высота копания для экскаваторов ЭКГ-10 и ЭКГ-12, пользующихся в настоящее время устойчивым спросом, составляет соответственно 13,5 и 15 м. При использовании буровзрывных работ со специальными мероприятиями высота уступа может составлять 20, 25 и 22,5 м соответственно. Высота уступа на железорудных карьерах, как правило, составляет 15 м, высота развала с учётом коэффициента разрыхления – около 21 м. Таким образом, в целях обеспечения безопасности высота уступа 15 м является предельной. В то же время это значение является оптимальным с учётом качества дробления пород, так как рост высоты уступа позволяет увеличить коэффи-

циент использования глубины пробуренной скважины для размещения заряда ВВ [7].

Высота уступа может определяться и другими факторами, связанными, например, с раздельной выемкой пластов угля и междупластий, характером распределения полезных компонентов на карьерах руд цветных металлов, структурно-прочностными показателями пород [6]. При разработке сложно-структурных залежей с целью снижения потерь и разубоживания полезного ископаемого целесообразно принимать добычные уступы высотой 12 м [7]. При добыче угля может производиться разработка высоких уступов.

В общем случае, для бурения вертикальных скважин глубиной 17 м с точки зрения производительности наиболее рациональной является проходка одной (длиной 18 м) или двумя (длиной по 9 м) штангами.

2. Минимальный диаметр зарядов взрывчатых веществ (ВВ) и диаметр скважин.

Изменение диаметра заряда позволяет контролировать размеры зоны нерегулируемого дробления и является одним из наиболее эффективных регуляторов степени дробления горных пород [4]. Так, взрывание в крупноблочных трудновзрываемых породах может быть наиболее эффективным при использовании скважин уменьшенного диаметра.

Минимальный диаметр зарядов ВВ определяется критическим диаметром детонации взрывчатых веществ, устойчивостью и скоростью детонации ВВ, а также возможностью зарядки механизированным способом. Эксперименты по замерам скорости детонации эмультов «ВЭТ-700» на ОАО «Ковдорский ГОК» [5] показали возможность надёжной работы со скважинными зарядами диаметром 160–170 мм (станки пневмоударного бурения ROC L8, шарошечного бурения Дрилтэк D245S, могут использоваться также станки шарошечного бурения СБШ-160/200-40).



СБШ-160/200-40, разрез ОАО «Сибирский антрацит»

Опыт карьера рудника «Железный» ОАО «Ковдорский ГОК» свидетельствует о следующих достоинствах бурения скважин уменьшенного диаметра (170 мм):

- улучшилось качество дробления, что важно при последующем измельчении руды и при взрывании крупноблочных вскрышных пород;
- уменьшилось сейсмическое воздействие взрыва, что особенно актуально на приконтурных блоках;
- уменьшилась величина отрыва по верху, что позволяет бурить по первому ряду вертикальные скважины.

Применение скважин большего диаметра по основным рядам позволяет достичь больших производительностей обурирования блоков и больших проходок на долото.

3. Параметры взрывания и максимальный диаметр скважин.

Данные показатели определяют величину пезаряжаемой части скважин и разлёт кусков горной массы, а также сейсмическое воздействие на массив, развал горной массы и неравномерность дробления. Чем больше диаметр скважин, тем больше названные показатели. На железорудных карьерах России преобладает диаметр скважин 244,5÷250,8 мм при бурении станком СБШ-250МНА-32. Диаметр 269,9 мм считается увеличенным. С точки зрения производительности бурения и стойкости долот бурение скважин диаметром 300–310 мм представляется целесообразным осуществлять станком СБШ-250МНА-КП каркасно-платформенного типа.

С учётом всего вышесказанного, на наш взгляд, назрела необходимость разработки и применения на карьерах универсального бурового станка со следующими характеристиками:

- с электрическим приводом (дизельный как вариант, исполняемый по заказу);
- с бурением шарошечными долотами скважин диаметром 160–270 мм и пневмоударником скважин диаметром 170 мм. Ограничение максимального диаметра скважин 250–270 мм обусловлено тем, что увеличение диаметра бурения утяжеляет буровой станок и приводит к нецелесообразности бурения скважин уменьшенного диаметра;
- с бурением скважин на 15-метровых уступах двумя штангами;
- с бурением скважин диаметром 170–200 мм по последним рядам на вскрыше, на приконтурных блоках и по всем рядам на руде;
- с бурением скважин диаметром 250–270 мм по основным рядам на вскрыше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на современных карьерах основным при бурении взрывных скважин является шарошечный тип бурения. Не

предвидится ему замены и на перспективу.

Нашли свою сферу применения и станки ударно-вращательного бурения. Они эффективны при бурении контурных и предконтурных скважин, а также для бурения скальных полезных ископаемых, которые предстоит додраблывать и измельчать на обогатительных фабриках, поскольку именно взрывной тип нагружения горных пород гораздо более эффективен, чем механическое дробление специальными машинами (дробилками и мельницами).

ИСТОЧНИКИ

1. Решетняк С. П. Перспективы развития основного технологического оборудования для открытых горных работ. В кн.: Проблемы разработки месторождений полезных ископаемых и освоения подземного пространства северо-запада России, ч. 2. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, 2001, С. 5–25.
2. Решетняк С. П., Самолазов А. В., Паладеева Н. И. Буровое и горно-транспортное оборудование железорудных карьеров России и стран СНГ. Горная промышленность, 2009, № 5, С. 18–25.
3. Основные аспекты создания нового универсального бурового станка // А. А. Белинкин, С. П. Решетняк, В. С. Пипчак, Е. Л. Перевозчиков, В. Е. Каира – Горная промышленность, 2009, № 1, С. 46–50 (0,3 п. л.).
4. Кутузов Б. Н. Методы ведения взрывных работ, ч. 1. Разрушение горных пород взрывом. М., изд. «Горная книга», 2007.
5. Совершенствование технологии буровзрывных работ на предельном контуре карьеров // В. А. Фокин, Г. Е. Тарасов, М. Б. Тогунов, А. А. Данилкин, Ю. А. Шитов. – Апатиты, изд. Кольского научного центра, 2008, 226 с.
6. Беляков Ю. И. Проектирование экскаваторных работ. М., Недра, 1983.
7. Справочник «Открытые горные работы». М., изд. «Горное бюро», 1994, 591 с.