

УДК 622.23.51

Б.А.Катанов

КАРЬЕРНЫЕ БУРОВЫЕ СТАНКИ

Преимущественное распространение на открытых горных работах в России получили станки вращательного бурения шарошечными долотами, которыми бурят около 80 % всех взрывных скважин на карьерах.

Современный уровень техники и технологии бурения взрывных скважин на карьерах сложился во второй половине XX в. До середины 1960-х г.г. производились работы, как по развитию новых способов бурения, так и по адаптации известных к условиям открытой разработки. Результаты этих работ на многие годы определили преобладающее применение шарошечного бурения. Началось наращивание производства тяжелых станков вращательного бурения и формирование новой структуры бурового парка во всех горнодобывающих отраслях. Изменилась структура парка буровых станков и на угольных разрезах Кузбасса. Относительно быстрый переход к шарошечному бурению стал возможным благодаря накопленному опыту работы в нефтегазовой промышленности, геологоразведке и наличию технологических линий по производству шарошечных долот, что послужило основанием принятия типоразмерного ряда долот и буровых штанг.

Тяжелые станки вращательного бурения, оснащенные шарошечными долотами, обеспечивали производительность труда в 2–5 раз выше станков ударно-канатного бурения. При этом появилась возможность механизировать вспомогательные операции, улучшить условия труда бурильщиков. К концу 1960-х г.г. были созданы и отработаны основные базовые модели станков 2СБШ-200, СБШ-250 и БАШ-250.

Технические характеристики карьерных буровых станков,

изготавливаемых отечественными заводами приведены в табл. 1.

За рубежом буровые станки вращательного бурения выпускаются фирмами «Атлас Корко» («Atlas Copco»), «Интерсолл-Ранд» («Ingersoll-Rand»), «Бюсайрус-Ири» («Bucyrus-Erie»), «Тамрок-Дрилтех» («Tamrock-Driltech»), «Харнишфегер» («Harnischfeger P&H») и некоторыми другими. Ими созданы станки позволяющие использовать не только шарошечные, но и режущие долота, а также пневмоударники.

В современных моделях наблюдается устойчивая тенденция гидрофикиации основных приводов, что обеспечивает станку меньшую массу, возможность широкого регулирования характеристик, удобство в управлении и сравнительно несложное обслуживание, тогда как электрические приводы постоянного тока, применяющиеся на всех отечественных станках, достаточно тяжелы и громоздки, требуют сложных и дорогих в эксплуатации систем управления [1].

Станки ЗСБШ-200-60 и 6СБШ-200-32 являются модификациями выпускавшихся ранее станков СБШ-200-32 и СБШ-200-40 и имеют также патронную схему ВПМ, тиристорный привод механизма вращения бурового става и хода, мачту с открытой передней панелью, кабельный барабан и штангу увеличенной длины до 12 м против 8 м.

Основные конструктивные особенности станка СБШ-250МНА-32 – верхний привод вращения бурового става, воздушноводяная система пылеподавления, механизация операций по сборке и разборке бурового става.

Станок СБШ-270ИЗ, выпускавший ОАО объединенные

машиностроительные заводы – Уралмаш-Ижора, имеет привод основных механизмов (вращения, подачи бурового става и хода) от электродвигателей постоянного тока с питанием от тиристорных преобразователей, мачту выполненную из труб и винтовой компрессор с подачей 40 м³/мин.

Наиболее прогрессивные конструктивные решения, характерны для станков фирмы Atlas Copco. Это гидрофикиация приводов всех систем станка на основе использования единого первичного двигателя – дизеля, приводящего в действие компрессор и насосную станцию. Последняя питает главные приводы станка.

Дизельные станки мобильны, маневренны и не требуют подключения к карьерной электрической сети. Гидравлика позволяет механизировать все основные операции процесса бурения.

Выпускаемые в настоящее время серийно ОАО «Бузулукский завод тяжелого машиностроения» и ОАО «Рудормаш» тяжелые станки вращательного бурения ЗСБШ-200-60, 6СБШ-200-32, ЗСБШ-200/250-55, СБШ-250-МНА-32, СБШ-190/250-60 и СБШ-160/200-40 не выдерживают конкуренции с зарубежной техникой.

Главное, в чем они проигрывают лучшим зарубежным станкам, – их низкая надежность. Если сравнивать другие параметры – производительность, экономичность, условия работы и обслуживание, – то и здесь превосходство импортных машин тоже налицо. Заводы разрабатывают и выпускают опытные образцы, но многим из этих образцов так и не удалось превратиться в востребованную машину, так как они были всего лишь несколько улучшенным вариантом серийных машин,

Таблица 1. Технические характеристики станков вращательного бурения отечественного производства

Параметры	ЗСБШ-200/250-60	6СБШ-200-32; 5СБШ-200-36	СБШ-250МНА-32 (СБШ-250МН)	СБШ-270ИЗ	СБШ-160-48
Скважина:					
диаметр, мм	215,8; 244,5	215,8; 244,5	244,5; 269,9	244,5; 269,9	160
глубина, м	до 60	до 40	до 32 (48)	32-55	48
Угол бурения к вертикали,°	0-30 через 5	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30
Длина штанги, мм	12070	8060	8200 (12000)	11000	8000
Ход непрерывной подачи, м	1	1	8	12	8000
Усилие подачи, кН, не более	300	300	300	450	167
Скорость подачи на забой, м/с	0,033	0,033	0,017	0,1	до 0,05
Частота вращения долота, с ⁻¹	до 2,5	до 2,5	0,25-2,5	0-2	0-2
Крутящий момент, кН·м	6-4,42	6-4,42	4,42	8-13	5,86
Подача компрессора, м ³ /с	0,53	0,42	0,417 (0,53)	0,63	0,42
Мощность электродвигателей, кВт:					
установленная	386	377	400	1000	420
вращателя	68	68	60	105	—
компрессора	250	200	200	300	200
хода	44	44	2×22	2×65	—
Габариты в рабочем положении, мм:					
длина	12100	10250	9200	12780	11500
ширина	5400	4880	5450	6090	5450
высота	17320	13830	15350	19450	1300
Тип хода	Э-1602	УГ-60	УГ-60	ЭКГ	ЭГ-400
Масса станка, т	62	54	77	136	45

ранее выпускавшихся многие годы.

За последние годы экономические условия горного производства резко усложнились, производительность станков стабилизировалась, происходит непрерывное увеличение затрат на бурение, которые в крепких породах достигают 30–35 % от общих затрат на производство горных работ.

К снижению экономичности бурения привела совокупность таких факторов, как значительное удорожание сложных шарошечных долот и станков, рост тарифов на электроэнергию, нестабильность качества долот. Ослаблено также внимание к правильному выбору типов и режимов эксплуатации буровых долот, на которые приходятся основные (до 65–70 %) расходы на бурение.

Имеют место высокие затраты на электроэнергию, главным образом, из-за несовершенства систем пневматической очистки скважин, в которых за всю историю применения станков СБШ принципиальных изменений не произошло. С проблемой оптимизации систем очистки скважин связано также отсутствие отработанной технологии бурения скважин в аномальных гидрогеологических условиях (закартированные и глинистые зоны), которые характерны для отдельных участков карьеров. Положение усугубляется тенденцией к приобретению не всегда выгодных, весьма дорогих зарубежных долот, а также ростом масштабов применения долот увеличенного диаметра (250–270 мм против 160–216 мм), стоимость и энергоемкость которых воз-

растает в 1,5–2 раза.

Необходимость создания конкурентоспособного отечественного оборудования очевидна. Однако для этого следует идти не по пути копирования зарубежных моделей, а осваивать принципиально новые направления, ориентируясь в качестве породоразрушающего инструмента не только на шарошечные долота, которые имеют ряд серьезных и трудноустранимых недостатков, таких как чрезмерно высокая стоимость, высокое пылеобразование, и относится, по существу, к числу неремонтируемых изделий.

Карьерные станки вращательного бурения как легкого (СБР), так и тяжелого (СБШ) типов должны быть универсальными и в зависимости от горно-геологических условий

иметь возможность оснащаться режущим, комбинированным (РШД) или шарошечным долотом.

При этом конструкция станка должна обеспечивать возможность регулирования в широких пределах параметров режима бурения (осевого усилия, частоты вращения и крутящего момента на долоте), а при очистке скважин – регулирования количества сжатого воздуха, подаваемого в скважину. Тогда с учетом специфики горно-геологических условий угольных месторождений для бурения скважин диаметром 125...270 мм достаточно иметь два типоразмера универсальных станков врачающего бурения: станок легкого типа, у которого основным видом породоразрушающего инструмента должны быть режущие долота, и тяжелого типа, оснащенного шарошечными, режущими и комбинированными долотами [2].

Таким образом, одной из главных причин невысоких технико-экономических показателей буровых работ на карьерах является низкий технический уровень применяемого бурового оборудования. Техническая политика при создании новых машин долгое время была ориентирована лишь на дальнейшую модернизацию уже имеющихся конструкций без существенных качественных изменений. В итоге существующий в настоящее время парк буровых станков морально и физически устарел. Существует острая необходимость в быстром обновлении вырабатывающего свой остаточный ресурс станочного парка, причем подходы к решению вопросов проектирования новой буровой техники должны быть коренным образом изменены. Станки должны быть адаптированы к специфическим условиям карьеров, сокращена их номенклатура и численность, повышен технический уровень.

Так, например, угольные месторождения характеризуют-

ся сложными горно-геологическими условиями залегания и структурой покрывающих массивов. Многолетними исследованиями и опытом эксплуатации доказано, что в сложноструктурных массивах традиционные способы бурения неэффективны, а перспективным направлением развития технологии врачающего бурения, учитывающим специфические условия месторождений, является создание комбинированных станков с вариантностью видов бурового инструмента и способов очистки.

Исследования автора статьи по шnekопневматической очистке скважин от буровой мелочи показали, что ее использование повышает технический уровень станков врачающего бурения и является основой создания универсальных станков.

Расчеты показывают, что перевод станков врачающего бурения на шnekопневматическую очистку повышает их общий технический уровень на 10–15 %. Проектирование станков должно выполняться на основе оптимизационной логико-математической модели [3].

Основой оптимального проектирования является системный подход, который заключается в том, что параметры станка должны соотноситься оптимальным образом. В качестве критерия оптимизации целесообразно использовать обобщенные оценки технического уровня [3].

При этом при проектировании новых моделей станков необходимо использовать, в случае необходимости, возможность приобретения высококачественных покупных изделий.

Коренным образом должна быть изменена система обслуживания и ремонта буровой техники. Целесообразно создание системы сервисного обслуживания станков в течение всего срока эксплуатации, предусматривающей быстрое и эффективное снабжение, как за-

пасными частями, так и расходными материалами, возможность агрегатного ремонта машин без длительных их простоеv.

По породам с повышенной сопротивляемостью взрыву более эффективные показатели достигаются при скважинах диаметром 150÷190 мм. Применение же в этих условиях скважин диаметром 215÷250 мм приводит к увеличению расхода ВВ на 20–40 % [4]. Серийный выпуск мобильных станков для бурения скважин диаметром 150–190 мм в крепких породах погружными пневмоударниками не освоен отечественной промышленностью.

Оснащая карьерные буровые станки только шарошечными долотами, нельзя обеспечить увеличение их производительности в 2–5 раз, как это имело место при переходе с ударно-канатного бурения на шарошечное.

Для этого необходимо искать принципиально новые решения как в области породоразрушающего инструмента, так и в области повышения эффективности процесса очистки скважин от буровой мелочи. Проведенные исследования показывают, что способ очистки должен быть шnekопневматическим с регулированием подачи сжатого воздуха в скважину. При этом в качестве частных случаев может быть обеспечена как чисто шnekовая очистка (при прекращении подачи воздуха), так и пневматическая (при использовании вместо шнеек гладких труб) [3].

Освоение серийного выпуска комбинированных режуще-шарошечных долот позволит существенно улучшить использование выпускаемых промышленностью станков врачающего бурения тяжелого типа (СБШ), а также создать более совершенные модели универсальных станков с широким регулированием параметров, необходимость создания которых назрела и достаточно обос-

нована.

Буровые станки с погружными пневмоударниками получили распространение для бурения скважин в различных областях добычи полезных ископаемых открытым способом.

Пневмоударниками проходятся скважины диаметрами от 66 до 254 мм.

Буровые станки для пневмоударного бурения скважин диаметром до 115 мм выпускаются передвижными на колесном или гусеничном ходу. Большинство станков на колесном ходу работает от передвижных компрессорных установок.

Пневмоударное бурение относится сейчас к числу наиболее прогрессивных способов бурения, но на сегодняшний день мы существенно отстаем в этом виде бурения от зарубежного уровня.

Главная причина отставания применение сжатого воздуха с давлением 0,5 МПа. Для эффективной работы пневмоударника с современным штыревым инструментом требуется повышение энергии удара в 2–3 раза, т.е. давление воздуха, подводимого к пневмоударнику, 1,8–2,4 МПа, что имеет место за рубежом. В России же используется в основном давление 0,5 МПа [4].

При таком давлении сложно получить высокие скорости бурения, увеличить ресурс маши-

Таблица 2. Технические характеристики пневмоударников

Параметры	Типоразмер		
	П-110-2,8	П-130-4,0	П-160А
Номинальный диаметр скважины, мм	105	125	165
Номинальное давление воздуха, МПа	0,5	0,5	0,5
Энергия единичного удара, Дж	96	140	280
Частота ударов, С ⁻¹	27	21	21
Расход свободного воздуха, м ³ /мин	2,7	3,4	7,5
Ударная мощность, кВт	2,8	4,0	7,0
Наружный диаметр, мм	92	112	142
Масса без долота, кг	22	30	56

ны и стойкость породоразрушающего инструмента.

В России станки пневмоударного бурения изготавливаются Кыштымским машзаводом с условными диаметрами 100 (125) и 125 (160) мм: СБУ-100Н-35; СБУ-10Г-32 (СБУ-100П-35); 2СБУ-100-32М; 3СБУ-100-32; СБУ-100ГА-30; СБУ-125-24; СБУ-125А-32 и СБУ-125У-52.

Станки пневмоударного бурения изготавливаются также зарубежными фирмами «Атлас Копко», BPJ, REDRJLL, TAM-ROCK (SANDVJK) и др.

Процесс воздухораспределения у современных бесклапанных пневмоударников отличается простотой исполнения и отсутствием каналов в теле цилиндра пневмоударника. Отсутствие каналов позволяет максимально увеличить диаметр поршня при заданном диаметре пневмоударника, что повышает энергию единичного удара.

Среди всех бесклапанных

пневмоударников наиболее совершенными можно считать пневмоударники с воздухораспределением двустороннего действия, бесканальные с хвостовиком или с трубкой, но с воздухораспределительной парой поршень-цилиндр.

Воздухораспределение двустороннего действия обеспечивает большую частоту ударов, а следовательно, и большую мощность.

Применение воздухораспределительной пары поршень-цилиндр обеспечивает использование всей возможной рабочей площади поршня. Применение трубы позволяет уменьшить размеры переходника пневмоударника. Использование же хвостовика приводит к удлинению переходника, но повышает надежность конструкции пневмоударника.

Бесклапанные пневмоударники выпускает Кыштымский завод. Их технические характеристики приведены в табл. 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подэрни Р.Ю. Станки вращательного бурения взрывных скважин на открытых работах за рубежом. Горное оборудование и электромеханика № 12, 2006, с. 20–24.
2. Катанов Б.А. Современное состояние и перспективы развития бурового оборудования карьеров в условиях Кузбасса. Горное оборудование и электромеханика. № 12, 2006, с. 25–27.
3. Катанов Б.А., Воронов Ю.Е. О новом типаже буровых станков для открытых горных работ // Уголь, № 7, 1998, с. 24–26.
4. Танайно А.С., Липин А.А. Состояние и перспективы ударновращательного бурения взрывных скважин на карьерах. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. № 2, 2004, с. 82–86.

□ Автор статьи:

Катанов

Борис Александрович
–докт. техн. наук, проф. каф. горных
машин и комплексов