

УДК 622.233.05

А.Н. Потебенко, Е.В. Болкисева, А.С. Реготунов

АНАЛИЗ ИСПЫТАНИЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА НА ШАХТЕ СЕВЕРО-ПЕСЧАНСКАЯ БО- ГОСЛОВСКОГО РУДОУПРАВЛЕНИЯ

Приведены результаты сравнительных испытаний бурового инструмента различных изготовителей в однотипных условиях.

Ключевые слова: буровой инструмент, износостойкость, буровые работы.

Неделя горняка

Для выбора рациональных типоразмеров, оценки эффективности, планирования, определения поставщика необходима информация о показателях эксплуатации бурового инструмента.

Такая информация может быть получена в результате:

1. Анализа геологических особенностей массива горных пород; объемов бурения; основных показателей работы бурового инструмента конкретных типоразмеров; причин выхода инструмента из строя; стоимостных параметров бурения.

2. Проведения сравнительных опытно-промышленных испытаний бурового инструмента различных изготовителей в однотипных условиях с целью определения: износостойкости, причин выхода из строя, разброса показателей, стабильности качества изготовления, производительности, стоимости бурения 1 м.

На ш. С-Песчанская Богословского РУ испытания и буровые работы проводятся на участке рудного тела, залегающего на мраморизованных известняках и перекрываемого пироксен-гранатовыми скарнами. Характеристика пород и руд этого участка приведена в табл. 1. Данные табл. 1 показывают, что руды и по-

роды, в которых осуществляются буровые работы, имеют квазиоднородные физическо-механические параметры. Это позволяет с достаточной для практических целей использовать один критерий – название руд и пород.

Трешиноватость руд и пород – выше средней.

Объемы буровых работ за последние 2 года представлены в табл. 2.

Бурение взрывных скважин производится станками НКР-100М с использованием пневмоударников (П-110 Кыштымского завода и П-110С Серовского механического завода) и буровых коронок Ш 110 мм. При разворонке выпускных отверстий используются коронки типа БКР-65-32 Ш 65 мм.

На проходческих работах применяются самоходные (УБШ-221П) и переносные (УПБ-3) бурильные установки. В нарезных выработках используют перфораторы типов ПП-63В, ПП-54В с пневмоподдержкой и телескопные перфораторы ПТ-48. В обоих случаях используются коронки Ш 40-42 мм.

В целом по шахте оценочный годовой объем бурения находится в пределах 300 тыс.м; расход буровых коронок Ш 110 мм – 1500-2300 шт.;

Таблица 1

Породы и руды	f	γ , кг/м ³	ϕ , град	$\sigma_{сж}$, МПа	σ_p , МПа	τ_c , МПа	τ_t , МПа	$K_{со}$	V , пуаз	$K_{хр}$
Пироксен-гранатовые скарны	7-12	3,0	50	55	7	11	7	0,3-0,4	3,0	8
Мраморизованный известняк	8-10	2,7	42	48-76	15	15	11	0,4	2,7	10
Магнетиты	9-12	3,8-4,2	53	85	14	18	14	0,4	3,8	8
Порфириты и их туфы	8-11	3,0-3,2	50	60-70	10	11	9	0,3-0,4	2,7	10

где f – коэффициент крепости по шкале Протодряконова; γ – плотность, кг/м³; ϕ – угол внутреннего трения пород, град; $\sigma_{сж}$ – предел прочности пород на сжатие, МПа; σ_p – предел прочности пород на растяжение, МПа; τ_c – предел прочности пород на сдвиг, МПа; τ_t – предел текучести, МПа; $K_{со}$ – коэффициент структурного ослабления; V – вязкость; $K_{хр}$ – коэффициент хрупкости.

Ш 65 мм – 200-300 шт.; Ш 42 мм – 5000-8000 шт. Годовые затраты на приобретение коронок в среднем находятся на уровне: Ш 110 мм – 2,5-3,0 млн.руб.; Ш 65 мм \approx 200 тыс.руб.; Ш 42 мм – 3-3,5 млн.руб. Относительные затраты на приобретение коронок в себестоимости очистных и проходческих работ составляют около 20%.

Производители буровых коронок и штанг осуществляют испытания своего инструмента в небольших партиях или в единичных образцах, не используют

математические методы планирования экспериментов, что не всегда обеспечивает достоверность результатов. Поэтому объективность технических эксплуатационных показателей инструмента должна подтверждаться большими объемами буровых работ. Например, при объеме бурения в 2006 г. порядка 150000 м пневмоударники типа П-110С показали устойчивую износостойкость 1200 м, в сравнении с 830-837 м у П-110 (рис. 1). В этом случае нет оснований сомневаться в

техническом преимуществе П-110С перед П-110. Расширение объема применения П-110С обеспечивает снижение себестоимости бурения 1 м скважин на 8-10%. Дальнейшее повышение стойкости погружных пневмоударников П-110С возможно за счет точности изготовления и качества термообработки ствола и ударника, а также заменой байонетного соединения буровой коронки на шлицевое.

Таблица 2

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	2005 г.	2007 г. (11 месяцев)
1	Товарная руда	тыс.т	1366,7	1300
2	Горная масса	тыс.т	2316,1	2470
3	Горно-проходческие работы	тыс.м	1100	1200
4	Горно-нарезные работы	тыс.м	6976	7500
5	Эксплуатационное бурение (очистные работы)	тыс.м	198,54	200
	Разворонка	тыс.м	38	39
	Крепление ж/б штангами	тыс.м	36	49

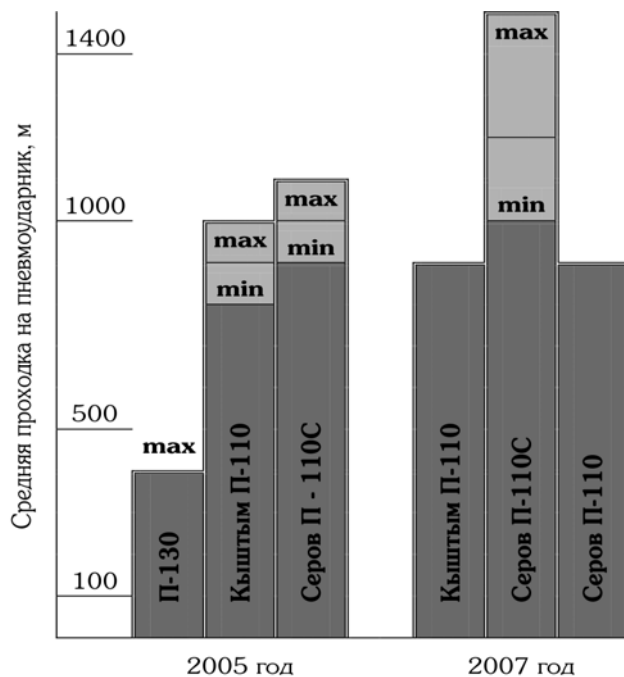


Рис. 1. Износостойкость пневмударников

работах (рис. 2), показывает:

1. Минимальную стойкость имеют коронки Кыштымского машиностроительного завода (в среднем 65 м) в сравнении с коронками Серовского механического завода (150-155 м) и ЗАО «Сталь-трест» (215-220 м). Коронки производства Белгорода и Уралбурмаша не могут серьезно конкурировать с коронками Серовского мехзавода и ЗАО «Сталь-трест».

2. Основные причины выхода из строя коронок КНШ-110:

- износ, скол и выпадение твердого сплава;

- износ хвостовиков и корпуса коронок по диаметру (образование конусности), износ или смятие шлицевого соединения коронок в месте крепления в погружном пневмударнике. Эти причины характерны для бурового инструмента всех поставщиков и отличаются лишь временем их проявления в процессе бурения. Они обусловлены качеством самого твердого сплава, и качеством его закрепления в теле коронок, а также конструкцией крепления коронки в пневмударнике.

На шахте в течение года получено повышение износостойкости коронок типа КНШ-110 с 83,5 до 150 м (35-40%). Экономический эффект реально составил 247 тыс. руб. (с учетом удорожания погружных пневмударников).

Промышленные испытания буровых коронок диаметром 110 мм выполнены в объеме буровых работ более 138000 м, т.е. более 40% годовых объемов бурения на ш. С-Песчанская.

Сложность бурения взрывных скважин на очистной выемке обусловлена перемежающимися трещиноватыми литологическими разностями с изменением крепости пород от $f = 8$ до $f = 12$ по шкале проф. М.М. Протодьяконова. В этих условиях использование лезвийных буровых коронок недостаточно эффективно из-за невысокой стойкости и заклинивания бурового инструмента. Действительно, испытания буровых коронок лезвийного типа производства Кыштымского машзавода с пневмударниками П-110 показали их более низкую (на 30-40%) стойкость по сравнению с коронками штыревого типа.

Анализ износостойкости буровых коронок, используемых на очистных

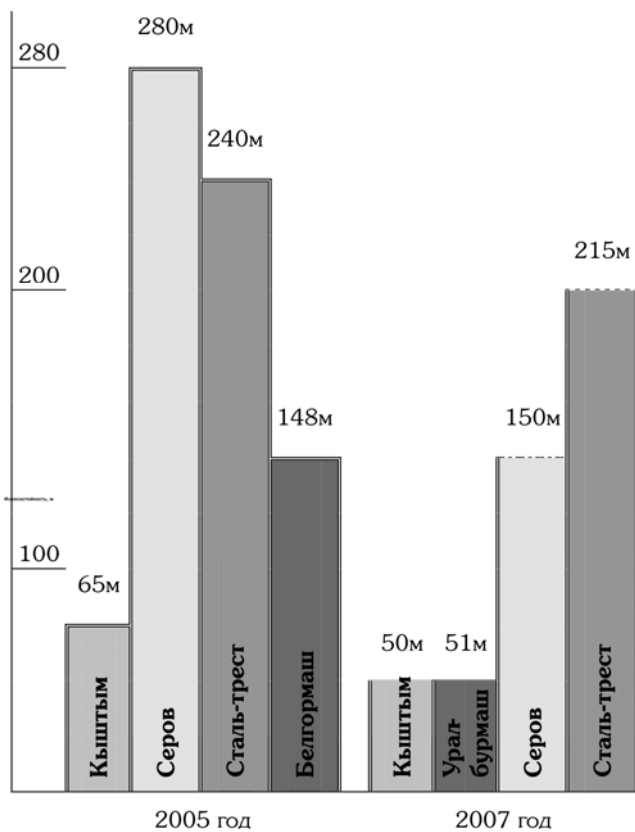


Рис. 2. Стойкость буровых коронок Ш 110 мм разных поставщиков

Анализ стойкости и причин выхода из строя буровых штанг на станках НКР-100М показывает, что штанги производства Серовского механического завода имеют стойкость в 2-2,5 раза выше штанг других изготовителей и расход – 1 комплект (25-30 штук) на станок в год (7000-8000 м).

Поставку коронок для перфораторного бурения в 2005 г. осуществляло ЗАО «Сталь-трест». Коронки других производителей использовались в незначительном объеме. Причем, до 40% объемов бурения выполнено коронками, прошедшими

перезаточку. Но с учетом увеличения цены бурового инструмента (в среднем на 35%), стоимость бурения 1 м скважин Ш 110 мм уменьшилась лишь на 15%. По затратам на инструмент она практически не изменялась и составляет 12-13 руб/м в зависимости от качества коронок.

Однако резервы улучшения показателей бурения на очистных работах имеются. Основные из них:

а) применение буровых коронок с пулеобразным вооружением в породах средней крепости;

б) организация заточки бурового инструмента;

в) повышение давления сжатого воздуха в пневмомагистрали.

Эти мероприятия позволяют на 25-30% снизить затраты на бурение 1 м скважины.

Уровень износостойкости коронок различных производителей не имеет резких различий и колеблется в пределах 35-50 м на одну коронку. Можно прогнозировать, что при сохранении конструкционных материалов стойкость коронок уральских заводов-изготовителей в ближайшие годы будет около 60-70 м. Определяющим фактором стойкости коронок остается качество твердого сплава, выпускаемого КЗТС.

Основными причинами отказов коронок для бурения шпуров являются: скол и выпадение твердого сплава, а также излом или сильный износ конусного соединения («юбки» коронки).

Основными видами износа являются: износ твердосплавных штырей

или пластин твердого сплава и образование обратного конуса по диаметру коронок.

При разворонке выпускных отверстий, бурении шпуров под штанговое крепление и на проходческих работах возможно использование и лезвийных, и штыревых коронок. Здесь наблюдается меньшая перемежаемость пород; отсутствие шпуров, пробуриваемых вниз; наибольший объем бурения по мраморизованным известнякам. Выполненные испытания показывают, что в этих условиях (известняки с $f=7-9$) и скорость бурения лезвийным инструментом (на 20-30%), и его износостойкость (на 15-20%) больше, чем при бурении штыревыми коронками. На проходческих работах можно достичь экономии затрат по инструменту в пределах 10% только за счет правильного выбора области эффективного использования того или иного типа коронок. Кроме того, заточка лезвийного бурового инструмента (учитывая ее простоту) может обеспечить повышение стойкости коронок от 15-20% до 40-45%. После первой заточки следует производить упрочнение рабочей поверхности коронок.

Перфораторные буровые штанги, используемые шахтой, изготавливает Серовский металлургический завод. Испытания штанг, поставляемых ЗАО «Сталь-трест», показали их несколько худшие результаты по сравнению со штангами Серовского завода. Сравнительных испытаний штанг, изготавливаемых другими заводами, не проводилось.

Износостойкость перфораторных буровых штанг варьируется в широком диапазоне - от 300 до 600 м. Основными причинами износа являются: заклинивание штанги – 5%, поломка конуса – 35%, поломка хво-

стовика – 40%, поломка в средней части штанги – 20%. Последняя возникает в результате нарушения технологического режима бурения и в результате специфики изготовления, низкого качества термообработки и, следовательно, возникновения дополнительных напряжений в месте излома.

Общие показатели работы бурового инструмента, полученные на шахте С-Песчанская при эксплуатации и промышленных испытаниях, сведены в табл. 3. Эти данные, отражая фактическое состояние, могут использоваться для планирования потребности шахты в буровом инструменте, контроля над его расходом, нормирования расхода и выбора наиболее приемлемого поставщика, планирования и прогнозирования затрат на буровые работы.

В целом анализ практики использования бурового инструмента показывает:

1. Основное влияние на стоимостные параметры буровых работ имеют не физико-механические свойства горного массива, а качество поставляемого бурового инструмента и штанг, правильная их эксплуатация (своевременность заточки коронок, соблюдение рациональных параметров бурения), а также состояние и технический уровень буровой техники. В связи с этим существенную роль должны играть экономические рычаги одновременного стимулирования изготовителей и потребителей бурового инструмента.

2. Улучшение уровня эксплуатации бурового инструмента необходимо начинать с планирования горных работ. Для этого производят анализ горно-технических условий в части установления объемов бурения.

Таблица 3
**Результаты анализа показателей работы бурового инструмента
 в условиях шахты Северопесчанская Богословского РУ**

№ п.п.		2004 г.					2007 г. (11 месяцев)					Суммарные затраты на бурение 1 м, руб.
		Кол-во шт.	Стоимость единицы, руб.	Общая стоимость, руб.	Объем бурения, м	Стоимость 1 м, руб./износостойкость, м	Кол-во, шт.	Стоимость единицы, руб.	Общая стоимость, руб.	Объем бурения, м	Стоимость 1 м, руб./износостойкость, м	
1	Буровые коронки Ш 110 мм											12,9
	КНШ-110 (Кыштым)	2112	1194	2521728	136686	18,4/64,7	220	810 ¹⁷	178237 ⁴⁰	11000	16,2/50	
	КНШ-110С (Серов)	235	1702 ³⁰	400041	55929	7,15/237,9	1010	2042 ²⁵	2062672 ⁵⁰	161133	12,8/159,5	
	КНШ-110 (Сталь-трест)	25	2477	61925	5925	10,45/237	180	2900	522000	42867	12,2/238	
	Итого:	2372	1258	2983694	198540	15,05/83,5	1410	1960	2762910	215000	12,9/152,6	
2	Погружные пневмоударники											9,42
	П-110С (Серов)	40	7531,97	301276	36127	8,4/903,2	183	9284,62	1699085	179200	9,48/979	
	П-110 (Кыштым)	183	7324,30	1340347	161672	8,3/883	40	8203	328120	35800	8,04/895	
	П-130	2	9200	18400	740	24,9/370	-	-	-	-	-	
	Итого:	225	7377,88	1660023	198540	8,36/882,4	223	9090	2027206	215000	9,42/909,6	
3	Буровые коронки Ш 40 мм											5,03
	КТШ-40 Русметцентр	2387	134	319858	280000		210	170,50	35805	12600		
	Комек НПК	2446	134,62	329280			3147	484,46	1524596	297400		
	Ст-трест УГМК-холдинг	4833	119,4	649138	280000	2,3/57,6	3357	464,8	1560400	310000	5,03/92,34	
	Итого Перезаточка	603 5436 8791	73,84			2,3/51,5 2,3/31,85	1107 4464				5,03/69	
4	Буровые коронки БКР-60-65	236	540	127440	37850	3,36/160,3	330	570	188100	39385	4,77/119,3	4,77
5	Буровые штанги НКР-100 Ш 69 мм (Серов)	1016	1274,47	1294862	198540	6,5/195,41	987	1606,70	1585813	215000	7,3/217,8	7,3
6	Буровые штанги перфораторные	1500	1100	1650000	280000	5,89/186	1438	1200	1725600	310000	5,56/215,5	5,56
	Всего:					41,46						44,98

При бурении скважин Ш 110 мм в породах средней крепости $f = 8-10$ целесообразно применение буровых коронок с удлиненным вооружением. Начиная с $f = 10-13$ эффективен и обычный штыревой инструмент. На проходческих работах для крепости $f = 8-9$ приобретаются коронки Ш 40-42 мм лезвийного типа, а для $f = 10-12$ и более – штыревого.

3. Практика шахты и опыт горно-рудных предприятий показывает возможность выполнения от 3-х до

4-х перезаточек отечественного инструмента и до 6-7 – импортного. Если обеспечить своевременную, не допускающую переизноса, съемку коронок, то срок их службы продлевается в 3-4 раза (150-200 м проходки).

4. Реализация комплекса мероприятий, который может быть разработан на основе анализа, обеспечивает снижение затрат на буровой инструмент на 30-35% с годовым экономическим эффектом до 1-1,5 млн. руб. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Потебенко А.Н. – ОАО «Богословское рудоуправление,
Болкисева Е.В. – Уральский государственный горный университет, office@ursmu.ru
Реготунов А.С. – Институт горного дела УрО РАН, direct@igd.uran.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
РЕШЕТНЯК Сергей Николаевич	Обоснование и выбор структур системы управления электроприводом шахтной подъемной установки	05.09.03	к.т.н.
ТАЙЗАР Линн	Автоматизированный мониторинг технологического процесса шагающего экскаватора драглайна	05.13.06	к.т.н.
СО ХТУН Мьят Тхан	Исследование системы управления многодвигательным электроприводом поворота мощного экскаватора драглайна	05.13.06	к.т.н.