Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова, 1983, т. 97

УДК 622.233.07

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ИМПОРТНЫХ БУРИЛЬНЫХ УСТАНОВОК С ГИДРОПЕРФОРАТОРАМИ

Г.В.ОДНОПОЛЕНКО, М.С.РУБИНОВИЧ

В последнем десятилетии более 20 зарубежных фирм начали серийный выпуск самоходных бурильных установок с гидроперфораторами, которые используются как при проходке горных выработок, так и на очистных работах. Замена пневматических перфораторов гидравлическими позволяет существенно повысить скорость бурения, снизить удельный расход энергии, улучшить санитарно-гигиенические условия труда оператора. Однако рассматриваемое оборудование характеризуется повышенной стоимостью и специальными требованиями к обслуживающему персоналу.

На горных предприятиях цветной металлургии Советского Союза в период 1977-1981 гг. были проведены промышленные испытания четырех различных моделей зарубежных бурильных установок: Миниматик Н финской фирмы „Тамрок", Бумер М132 шведской фирмы „Атлас-Копко"[x], Марк IIIА фирмы „Гарднер-Денвер" (США) и РЕС 24 французской фирмы „Секома" (табл.1).

Наибольшее внимание в процессе испытаний, естественно, было обращено на работу гидроперфораторов и системы гидроэнергообеспечения. Все испытанные установки оснащены мощными вращательно-ударными гидроперфораторами с независимым приводом вращателя (табл.2).

По своим параметрам самыми мощными являются гидроперфораторы COP 1038 HB и RPH 400, однако в процессе испытаний их максимальные энергия удара и крутящий момент полностью реализованы не были из-за частого срабатывания систем противозаклинивания и повышения расхода бурового инструмента. Гидроперфораторы COP 1038 HB, RPH 400 и HPR I имеют устройства для трех-четырехступенчатого регулирования хода бойка; при этом изменяются энергия и частота ударов при неизменной ударной мощности. На COP 1038 HB и RPH 400 такая регулировка выполняется вручную на самом перфораторе, на HPR I - дистанционно с пульта управления. Все указанные гидроперфораторы имеют клапанное распределение гидравлической жидкости, на всех установлены гидроазотные аккумуляторы в напорной и в сливной магистралях.

Вращатели всех перфораторов включают высокомоментные малогабаритные гидромоторы гипоциклоидного типа и одноступенчатые редукторы, причем на

[x] Федосеев А.И., Иванов В.Н., Рубинович М.С. Эффективность применения самоходных буровых кареток с гидравлическими перфораторами. - В кн.: Создание и внедрение новой техники для рудников цветной металлургии. Сб. научн. трудов. Л., изд. Гипроникеля, 1980.

Таблица 1

Фактические параметры буровых установок с гидроперфораторами

Параметр	Миниматик Н	РЕС 24	Бумер Н132	Марк IIIА
Максимальные размеры зоны бурения,[x] м:				
Ширина	7	8,5	12,6	9
Высота	4,8	5,5	6,85	5,5
Глубина бурения, м	2-3,6	3,2	4,3	4,3
Тип податчика	Цепной, телескопический	Поршневой		Поршневой, тросовый
Тип манипулятора	Вращающийся	Универсальный, телескопический		
Гидроперфоратор:				
Модель	HL 438	RPH 400	COP 1038 HB	HPR 1
Частота ударов, $мин^{-1}$	3300	1800, 2750, 3300	2400, 3000, 3600	2500, 3000, 3500, 4000
Энергия удара, Дж	240	200-350	240-350	170-270
Частота вращения, $мин^{-1}$	70-300	До 270	До 300	0-200
Максимальный крутящий момент, Н·м	200	550	300	340
Масса, кг	110	183	130	147
Мощность электродвигателей маслостанций, кВт	2·30	2·45	2·45	2·55
Транспортные габариты, м:				
Ширина	1,9	2,1	2,5	2,4
Высота	2,45	3,0	2,75	2,2 (без возырька)
Длина	11	10,3	12,7	13,4
Масса, т	14,1	17,6	24	18,2

[x] При бурении шпурами, параллельными оси выработки.

HPR I мотор расположен на заднем торце гидроударника и крутящий момент передается на шпиндель через промежуточный вал, а на остальных - мотор расположен параллельно ударнику. Применяется как центральная, так и боковая промывка. Несмотря на схожесть принципиальных решений, гидроперфораторы значительно отличаются друг от друга конструктивным оформлением отдельных узлов и деталей.

Каждая буровая группа (стрела, податчик, гидроперфоратор) всех испытанных буровых установок оснащена автономной маслонасосной станцией. Количество насосов на всех установках различно: на Бумер Н132 питание всех агрегатов осуществляется от индивидуальных насосов, на РЕС 24 и Миниматик Н некоторые насосы обеспечивают работу нескольких агрегатов, а на Марк IIIА один насос служит для выполнения всех операций.

Таблица 2

Параметры насосов буровых групп

Параметр	Миниматик Н			РЕС 24			Бумер Н132			Марк IIIА
	Ударник	Вращатель	Манипулятор	Ударник	Вращатель	Податчик	Ударник	Вращатель	Манипулятор	Ударник
Тип	Шестеренный			Аксиально-поршневой, регулируемый			Аксиально-поршневой, регулируемый		Шестеренный	Аксиально-поршневой, регулируемый
Дополнительное назначение	Питание податчика	–	–	Питание податчика и манипулятора	Питание манипулятора	–	–	Питание податчика	–	Питание податчика, вращателя и манипулятора
Производительность, л/мин	96	27	14	47–118	87	34	115	115	–	177
Максимальное давление, МПа	12–14	12–14	17,5	35,0	13,0	31,5	20,0	12,0	20,0	34,5
Рабочее давление в линиях, МПа:										
ударника	12–14			16–20			19–25			16–20
вращателя	5–6			4–5			6,5–7,0			6–8
податчика	До 10			До 8			До 8			До 8
Тонкость фильтрации масла, мкм:										
при наполнении бака и в напорной линии	10			10			3			3
в сливной и в дренажной линиях	10			10			25			74

На всех установках гидравлические схемы имеют устройства с обратными связями для автоматического поддержания рациональных параметров бурения. Так, на Бумер НІ32, Миниматик Н, РЕС 24 при увеличении крутящего момента снижается усилие подачи и энергия удара, на Марк ІІІА при уменьшении усилия подачи снижается энергия удара и т.д. Все установки, кроме Марк ІІІА, имеют устройства для предупреждения заклинивания бурового инструмента в шпуре.

Системы гидрообеспечения всех установок сложны, включают большое количество гидроаппаратуры; регулируемые насосы являются прецизионными и дорогостоящими механизмами, требующими высокой степени фильтрации масла (на установках Бумер НІ32 и Марк ІІІА установлены фильтры 3 мкм).

В гидросистемах применяются высокоочищенные масла, содержащие легирующие добавки: антипенные, противозадирные, антикоррозионные и др.

Промышленные испытания установок Миниматик Н, Бумер НІ32 и Марк ІІІА проводились на Мургалимсайском руднике Ачисайского полиметаллического комбината при отработке камерно-столбовой системой пластообразных залежей, представленных рассланцованными слабобаритизированными и ячеистыми известняками с широко развитыми тектоническими нарушениями и обильной трещиноватостью. Коэффициент крепости f = 8÷12 (неокисленные руды), f = 6÷8 (окисленные и трещиноватые). Транспортные и панельные камеры имели сечение соответственно 5 х 3,6 м и 6 х 3,5 м, максимальные уклоны выработок не превышали 10^{0}, радиусы поворота не менее 8 м.

Испытания установки РЕС 24 проведены на руднике „Молибден" Тырныаузского горно-металлургического комбината при проходке тоннеля сечением 18,6 м^2. Бурение вели по скарнам (f = 18÷20) и роговикам (f = 14). Максимальные уклоны выработок 10^{0}, радиусы поворота не менее 8 м. За время испытаний было отработано около 320 смен, пробурено 82 тыс.м шпуров (табл.3).

В породах одинаковой крепости техническая производительность Бумер НІ32 в среднем в 1,5 раза выше, чем Миниматик Н, и в 1,3 раза выше, чем Марк ІІІА. Это объясняется, с одной стороны, меньшим временем перевода манипулятора на бурение очередного шпура, с другой – более высокой механической скоростью бурения, достигаемой за счет более высокой мощности перфоратора, возможности регулирования режимов бурения в широких пределах (с помощью переменной производительности и регулирования длины хода ударника), применения совершенной системы автоматического предупреждения заклинивания. Несмотря на близкие параметры ударных механизмов гидроперфораторов установок Бумер НІ32 и Марк ІІІА, скорость бурения последней оказалась меньше из-за пониженной частоты вращения (на практике 120 мин$^{-1}$), невозможности ее регулирования, отсутствия системы противозаклинивания. Относительно высокие значения скорости бурения и технической производительности показала в сложных условиях бурения установка РЕС 24.

Замеры показали, что в рудничном воздухе полностью отсутствуют масляный аэрозоль и водяной туман, уровни колебательной скорости на установках Миниматик Н и Бумер НІ32 находятся в пределах нормы, а на Марк ІІІА превосходят ее на 4–6 дБ, но только на частоте 31 Гц.

Таблица 3

Результаты испытаний бурильных установок

Показатели	Гидравлические				Пневматические	
	Миниматик Н	Бумер Н132	РЕС 24	Марк IIIА	Парамати-тик	ДС 65
Крепость пород	6-12	6-8	14-20	6-8	10-14	18-20
Диаметр коронки, мм	45	45	41; 45	43; 51	41	41; 45
Глубина шпуров, м	3,8	3,7	3,2	3,8; 3,1	3,9	3,8
Пробурено, тыс.м:						
во время испытаний	22,5	31,5	9,9	18	45	8,3
за период хронометража	4,2	12,0	3,9	3,2	6,8	1,7
Средняя механическая скорость бурения, м/мин	1,43	2,85	1,1	1,93	1,1	0,16
Техническая производительность, м/ч:						
средняя	82	158	57	114	54	28
максимальная	171	187	84	171	68	37
Эксплуатационная производительность, м/смену						
средняя	166	444	245	242	227	96
максимальная	360	666	336	480	323	125
возможная (расчетная)	388	789	336	659	-	-

Результаты измерений уровня шума показали: на низких частотах уровень звукового давления оказался ниже нормы. В целом же на всех частотах гидравлические установки имеют значительно лучшие шумовые характеристики, чем пневматические.

Все испытанные гидравлические установки экономически эффективнее пневматических и требуют меньших удельных капитальных затрат. Анализ себестоимости бурения свидетельствует, что наибольший удельный вес затрат приходится на амортизационные отчисления (примерно 60 %), что объясняется высокой стоимостью гидравлических установок и относительно низким коэффициентом их использования. Различия в значениях коэффициентов внутрисменного использования установок в известной мере объясняются крепостью пород и принятой организацией работ.

Расчеты показали, что при наличии достаточного фронта бурения и отсутствии организационно-технических простоев производительность установок Бумер Н132 и Марк IIIА в условиях испытаний может достигать 600-700 м в смену, Миниматик Н - 400 м в смену, РЕС 24 - 330 м в смену.

Для достижения наивысших скоростей и производительности бурения и для успешной работы в условиях рудников цветной металлургии СССР установки должны оснащаться, по нашему мнению, гидроперфораторами с энергией единичного удара до 250-270 Дж при диаметре шпуров до 42-45 мм. Этот предел ограничивается стойкостью бурового инструмента.

Необходимыми условиями достижения наивысших показателей работы являются возможность регулирования режимов бурения (частоты вращения и ударов, энергии ударов, осевого усилия) и автоматизация противозаклинивания бурового става и вспомогательных процессов (окончание бурения, возврат бурильной головки в исходное положение, наведение на новый шпур). В наибольшей степени указанным требованиям отвечает установка Бумер HI32, хотя она значительно дороже и сложнее, чем Миниматик Н.

Анализ данных, полученных в процессе испытаний установок с гидро- и пневмоперфораторами, показал, что первые обеспечивают в I,5-3 раза большую производительность бурения и снижают в 5-9 раз удельные затраты электроэнергии.

Экономически применение гидравлических установок вместо пневматических оправдано, если их стоимости в среднем отличаются не более, чем в I,5 раза.