Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. XCIII, 1982 г.

УДК 622.245.35

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПНЕВМОУДАРНОГО БУРЕНИЯ ГАЗОЖИДКОСТНЫМИ АГЕНТАМИ

Н.Д.МИХАЙЛОВА

Одним из современных высокопроизводительных способов бурения в породах УП-XII категории по буримости является ударно-вращательное бурение с помощью погружных пневмоударников. Внедрение в практику разведочного бурения этого способа ограничивается осложнениями, возникающими при притоке пластовых вод в скважину. При этом ухудшаются условия очистки забоя, образуются шламовые сальники и пробки, что препятствует дальнейшей углубке скважины. В обводненных разрезах при существующем компрессорном оборудовании возможная глубина пневмоударного бурения колеблется в пределах 100-120 м, что является, конечно, недостаточным.

При вращательном бурении при проходке устойчивых и неустойчивых сухих трещиноватых пород, а также водонасыщенных пород с притоками пластовых вод до 30 л/мин успешно применяются пены. Это позволяет предотвратить целый ряд осложнений при бурении скважин и получить высокие показатели работы породоразрушающего инструмента, близкие к тем, которые имеют место при продувке скважины воздухом.

Особенно эффективно могут использоваться пены при проходке многолетнемерзлых пород, так как они обладают низкой теплоемкостью, тепло- и температуропроводностью. Используемые для приготовления пены ПАВ не теряют пенообразующей способности при низких температурах и сохраняют устойчивость в условиях высокоминерализованных вод.

Все это позволило предположить, что использование пены при пневмоударном бурении позволит увеличить глубину скважин и расширит область применения этого высокопроизводительного способа.

Основанием для такого предположения послужили такие исследования [1-4] по применению воздушно-водяных смесей для пылеподавления и очистки забоя от шлама при бурении скважин погружными молотками и пневмоударниками в горной промышленности.

Эти исследования показали, что применение воздушно-водяной смеси в качестве источника энергии заметно ухудшает технические характеристи-

ки погружных пневмоударников. Частота и энергия ударов (следовательно, и ударная мощность), а также расход воздуха с увеличением расхода воды снижаются, причем не пропорционально изменению расхода воды. Установлено, что существует область оптимального расхода воды (минимально необходимого для пылеподавления и очистки скважины), когда скорость бурения составляет до 85 % от максимальной, полученной при работе с воздухом. При определении расхода воды следует учитывать и величину притока пластовых вод в скважину. Добавки в воздушно-водяные смеси ПАВ значительно улучшают условия работы породоразрушающего инструмента и предотвращают сальникообразования.

Однако при добавлении ПАВ в водную составляющую воздушно-водяной смеси последняя приобретает качественно новую структуру. Образуется ячеисто-пленочная структура потока или пена. В связи с этим возникает необходимость в исследовании влияния пен на энергетические характеристики пневмоударника.

Работы по изучению влияния состава пены на технические характеристики пневмоударника РП-III были проведены сотрудниками ОЭИ ЦНИГРИ и ОНИЛ ТТРБ ЛПИ. Исследования подтвердили возможность использования пены в качестве энергоносителя при пневмоударном бурении. Энергетические параметры пневмоударника при работе с пеной оказались на 50 % выше, чем при использовании воздушно-водяной смеси с одинаковым расходом жидкостной составляющей.

Впервые опытное бурение разведочными пневмоударниками РП-130 с применением ПАВ было осуществлено в 1973 г. в Агадырской КГТРЭИ Центрально-Казахстанского ТПУ сотрудниками лаборатории пневмоударного бурения ОЭИ ЦНИГРИ [5]. До глубины 125 м скважина бурилась агрегатом СБУ-300 ЗИФ с компрессором ДК-9 по слабообводненным породам IX-X категории по буримости, статический уровень воды был на глубине 11 м. При опытном бурении использовался раствор ОП-10 с концентрацией 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 и 0,5 % и расходом от 1 до 3 л/мин.

Первый опыт применения пневмоударников с растворами ПАВ показал, что техника и технология применения ПАВ при бурении весьма просты, а эффективность такого способа бурения очевидна. Подача вместе с воздухом ПАВ не оказывает заметного влияния на энергетические показатели пневмоударников. В то же время расходом ПАВ от 8-10 л/мин при концентрации 0,1-0,2 % при бурении в породах с пресными водами и 1,1-1,2 % при бурении в породах с минерализованными водами можно охватить все осложненные условия бурения.

Необходимость повышения эффективности пневмоударного бурения с применением пены потребовала детальных исследований влияния концентрации ПАВ в газожидкостных смесях на работу породоразрушающего инструмента. С этой целью были проведены стендовые и полевые исследования работы пневмоударника с пеной с различными концентрациями ПАВ. Кроме того, изучалось влияние изменения расхода растворов ПАВ на механическую скорость бурения.

Стендовые исследования были проведены в лаборатории ОЗИ ЦНИГРИ. Опытное бурение осуществлялось при работе пневмоударника РП-III. Стенд был оборудован станком ЗИФ-650М с плавнорегулируемым приводом, компрессором ЭК-Д, насосом для подачи раствора ПАВ. Бурение производилось коронкой КП-113 с колонковой трубой ТП-102 длиной 0,8 м по блокам крупнозернистого гранита X категории по ЕНВ при следующих технологических параметрах: нагрузка на породоразрушающий инструмент 30 Н, частота вращения 20 об/мин, давление воздуха, водовоздушной смеси и пены перед пневмоударником поддерживалось в пределах 0,57-0,6 МПа. Раствор приготавливался на основе анионактивного вещества „сульфоната" с концентрацией в пределах 0-8 % при постоянном расходе раствора ПАВ - 6 л/мин.

За показатель работы пневмоударника была принята механическая скорость бурения, а за единичный опыт - значение механической скорости при бурении 5-сантиметрового интервала в блоке крупнозернистого гранита. Данные опытного бурения и их статистическая обработка предоставлены в табл.I.

Таблица 1

Изменение механической скорости бурения пневмоударником РП-111 с различными энергоносителями

Показатель	Состав энергоносителя						
	Сжатый воздух	Воздушно-водяная смесь с расходом воды 6 л/мин	Пена с концентрацией ПАВ, %				
			0,5	2	4	6	8
Количество наблюдений	22	32	12	12	30	8	28
Механическая скорость бурения, м/ч	5,96	3,26	4,38	4,46	4,23	3,48	2,94
Дисперсия	0,435	0,103	0,171	0,298	0,899	0,003	0,15
Коэффициент вариации, %	11,06	9,82	9,35	12,33	22,22	1,44	13,26
Относительная ошибка, %	2,3	1,7	2,69	3,56	4,0	0,5	2,4
Погрешность	0,24	0,1	0,21	0,29	0,29	0,03	0,12

Опытное бурение по блокам горных пород показало, что при добавлении воды в струю сжатого воздуха механическая скорость снижается на 45,3 %. При использовании пены в качестве энергоносителя она повышается по сравнению с бурением на воздушно-водяной смеси при одинаковом расходе жидкой фазы, достигая максимума при концентрации ПАВ в растворе 2 %. Повышение концентрации ПАВ до 8 % снижает механическую скорость бурения.

Полученные данные показали совпадение значения наибольшей механической скорости со значением наибольшей энергии ударов при концентрации ПАВ в пенообразующем растворе 2 %.

Полевые исследования пневмоударного бурения с газожидкостными агентами выполнялись в Кокчетавской ГРЭ в 1980 г. Общий объем бурения составил 240 м. Породы участка работ характеризовались частой перемежаемостью по составу (гнейс - эклогит) и по буримости (от VI до XII категории), наличием переходных зон от сухих пород к влажным. Водопритоки изменялись от малых и умеренных до значительных. Повсеместно распространено переслаивание монолитных и сильноразрушенных пачек (щебенисто-глинистые отложения). Газожидкостные смеси, как правило, применялись сразу при забуривании скважины (интервал 0-7 м) в целях пылеподавления. При этом расход раствора ПАВ (ПО-I) составлял 4 л/мин, а концентрация I %, причем производилась периодическая подача раствора ПАВ в течение 10-15 с после 3-5 мин бурения. Таким образом, удавалось практически полностью удалять пыль до момента установки кондуктора, циклона и вентилятора.

При дальнейшем бурении в зоне малых и умеренных водопритоков (интервал 7-35 м) с продувкой воздухом в скважине образовывались сальники, что приводило к прекращению работы пневмоударника и затяжкам снаряда. Для ликвидации сальников необходимо было отрывать снаряд от забоя и продувать скважину в течение I-2 мин бурения. Непрерывная подача раствора ПАВ с расходом 4 л/мин и концентрацией I % в этих условиях обеспечивала размыв сальников, вынос их на поверхность и снижение противодавления в скважине, после чего пневмоударник работал бесперебойно в течение всего рейса длиной I,5-2 м.

В интервалах сильно разрушенных пород постоянная подача растворов ПАВ приводила к повышенному размыву стенок скважины и их обрушению. Для предотвращения обвалообразования раствор ПАВ подавали периодически в течение 30-50 с после 3-5 мин бурения. Данные хронометражных наблюдений по замеру механической скорости бурения и материалы статистической обработки их представлены в табл.2.

Как следует из табл.2, механическая скорость пневмоударного бурения с пеной в обводненных породах на 19-20 % ниже механической скорости бурения с продувкой воздухом в сухих породах. Применение воздушно-водяных смесей в этих же условиях еще больше снижает механическую скорость (на 44-45 %) по сравнению со сжатым воздухом.

Несмотря на некоторое снижение механической скорости пневмоударного бурения в обводненных породах при использовании пены, целесообразность этого способа бурения в осложненных условиях очевидна, так как рейсовая скорость бурения остается выше, чем при использовании сжатого воздуха за счет снижения времени на ликвидацию зашламований, затяжек и сальников.

Кроме того, применение пены позволяет предупредить аварии, связанные с сильным зашламованием скважины и препятствует быстрому росту противодавления на выхлопе пневмоударника.

Таблица 2

Механическая скорость пневмоударного бурения с использованием различных энергоносителей в Кокчетавской ГРЭ

Показатель	Состав энергоносителя							
	Сжатый воздух (сухие скважины)			Воздушно-водяная смесь		Пена с концентрацией раствора ПАВ 1 % и расходом 4 л/мин		
	Категория пород, тип колонковых труб							
	IX, ТП	IX, ТДП	X, ТП	IX, ТП	IX, ТДП	IX, ТП	IX, ТДП	X, ТП
Количество наблюдений	54	6	30	13	18	17	30	30
Механическая скорость, м/ч	5,62	4,53	3,04	3,1	1,64	4,52	2,87	2,32
Дисперсия	2,62	1,13	0,26	1,12	0,28	3,99	0,12	0,38
Коэффициент вариации, %	28,8	23,4	16,8	33,9	32,3	44,2	11,8	26,1
Относительная ошибка, %	3,9	9,49	3,3	9,4	7,6	10,8	2,1	4,74
Погрешность	0,36	0,87	0,17	0,52	0,22	0,86	0,13	0,19

Выводы

1. Применение газожидкостных смесей (пен) в качестве энергоносителя при пневмоударном бурении возможно. Это позволит предотвратить осложнения, связанные с притоками пластовых вод в скважину, и тем самым расширит область применения высокопроизводительного способа бурения.

2. Конструктивные особенности (наличие обратного клапана) разведочных пневмоударников позволяют использовать их при бурении в обводненных породах. Разведочные пневмоударники пригодны для работы с пенами при расходе раствора ПАВ до 15 л/мин, что полностью удовлетворяет требованиям очистки забоя скважины и ликвидации возможных осложнений, связанных с притоком пластовых вод.

3. Необходимо исследовать величины и характер изменения аэрогидродинамических давлений при циркуляции в скважине газожидкостных смесей и работе пневмоударника с целью выработки требований к компрессорному оборудованию и инструменту для пневмоударного бурения с применением пены в качестве энергоносителя и очистного агента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бегагоен И.А., Пономарчук А.А., Шаблий Л.А. Влияние состава воздушно-водяной смеси на рабочие параметры пневмоударника с бесклапанным воздухораспределением. - Труды НИГРИ УССР, 1969, № 13.

2. Бронзов В.С. Бурение скважин с использованием газообразных агентов. М., Недра, 1979.

3. Зиновьев А.А. Бурение глубоких скважин погружными молотками, работающими на воздушно-водяной смеси. - В кн.: Ударно-вращательное бурение. Машины ударного действия. Новосибирск, изд.ЗСФ АН СССР, 1958.

4. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Новая технология бурения скважин в мерзлых породах. Л., Недра, 1973.

5. Куликов И.В., Воронов В.Н., Николаев И.И. Пневмоударное бурение разведочных скважин. М., Недра, 1977.