Записки Санкт-Петербургского горного института.
Т. 136. СПб, 1993

УДК 622.244.49

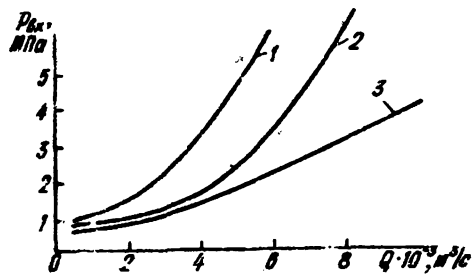
А.М.ЯКОВЛЕВ
(Санкт-Петербургский горный ин-т)

БУРЕНИЕ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ ВОДОПРИТОКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОЖИДКОСТНЫХ СМЕСЕЙ

Эффективность бурения скважин с использованием газожидкостных смесей (ГЖС) в определенных орографоклиматических и гидрогеологических условиях известна. Газожидкостные смеси включают: туманы с объемным расходным газосодержанием $\beta = V_1/(V_1+V_2) = 0{,}96$, где V_1 и V_2 – объемные расходы соответственно жидкости и газа при атмосферном давлении, м^3/с; пены при $\beta = 0{,}96 \div 0{,}6$; при $\beta < 0{,}6$ ГЖС условно относят к аэрированным жидкостям. Каждая из газожидкостных систем имеет определенную рациональную область применения, в том числе и при водопритоках в ствол скважины. Так, использование тумана возможно при водопритоках до $8{,}3 \cdot 10^{-3}$ м^3/с.

Определены допустимые притоки воды в ствол скважины, при которых технологически возможна и экономически целесообразна глубина скважины с применением пен [5]. Высказано предположение, что при бурении скважин с пеной остается справедливым ограничение притока воды в скважину до $1{,}0 \cdot 10^{-3}$ м^3/с [5, 3].

На основании опыта проходки скважин в условиях Воркутинского угольного района сделан вывод о том, что при малых водопритоках целесообразно в качестве очистного агента использовать пены с плотностью до 100 кг/м^3 [4], в том числе и при проходке осушенных водоносных горизонтов с притоками от $1{,}0 \cdot 10^{-4}$ до $2{,}7 \cdot 10^{-4}$ м^3/с при статическом уровне до 200 м.



Изменение давления на входе в бурильные трубы $p_{вх}$ от водопритока Q

Рациональные глубины скважин, степени аэрации для конкретных условий могут быть рассчитаны по методике, изложенной в работе [5]. Например, изменение давления на входе в бурильные трубы при вскрытии водоносного горизонта на глубине 200 м (глубина скважины 200 м) показано на рисунке. Расчет производился при следующих основных параметрах: $V_1 = 6{,}8 \cdot 10^{-3}$ м^3/с, $V_3 = 3{,}3 \cdot 10^{-2}$ м^3/с, диаметр бурильных труб 50 мм, диаметры скважин 76 (кривая 1),

93 (кривая 2), 112 мм (кривая 3), притоки воды в скважину от $2,7 \cdot 10^{-4}$ до $1,1 \cdot 10^{-2}$ м³/с.

С ростом глубины встречи водоносного горизонта до 500 м бурения скважины (степень аэрации равна 200) возможны только при водопритоках до $8,5 \cdot 10^{-4}$ м³/с. Определенный интерес может представлять изменение свойств ГЖС в условиях притока воды в скважину.

Оценка изменения кратности ГЖС на определенной глубине производилась по методике [6], расчет реологических свойств по методике [5]. Исходные данные: ρ_1 и ρ_2 – плотность соответственно жидкости и воздуха (начальная), кг/м³; водопритоки от $6,7 \cdot 10^{-6}$ до $1,2 \cdot 10^{-3}$ м³/с. Полученные кратности ГЖС приведены в табл.1.

Таблица 1

Кратности ГЖС

Степень аэрации	Водопритоки, м³/с				
	$6,7 \cdot 10^{-6}$	$1,67 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$8,33 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
50	78,5	72,6	60,6	53,5	48,6
150	90,6	87,0	77,8	71,5	66,8
250	94,0	91,5	84,5	79,1	74,5

Кратность ГЖС наиболее интенсивно снижается при степени аэрации $\alpha = 50$ – в 1,6 раза, при $\alpha = 250$ – в 1,25 раза. При постоянном водопритоке кратность ГЖС снижается с уменьшением степени аэрации. Эффективная вязкость ГЖС при водопритоках от $6,7 \cdot 10^{-6}$ до $1,2 \cdot 10^{-3}$ м³/с изменяется незначительно только при достаточно высокой степени аэрации $\alpha > 150$ (табл.2).

Таблица

Эффективная вязкость ГЖС при разных водопритоках

Степень аэрации	Водопритоки, м³/с				
	$6,7 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$8,3 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
50	0,019	0,014	0,0056	0,0028	0,0023
150	0,015	0,015	0,014	0,011	0,010
250	0,011	0,011	0,011	0,011	0,010

При эффективной вязкости, равной 0,014 Па·с, и при плотности ГЖС $\rho = 122$ кг/м³ (скорость восходящего потока ГЖС равна $8 \cdot 10^{-3}$ м/с) обеспечивается нормальный вынос шлама с глубины до 3500 м [6]. Можно считать, что с ростом глубины скважины степень аэрации, с учетом водопритоков, необходимо уменьшать. Условия выноса шлама могут быть ухудшены даже при значительно меньших глубинах скважин при водопритоках более $1,2 \cdot 10^{-4}$ м³/с.

Специалисты фирмы Halliburton рекомендуют рассчитывать необходимую подачу пенообразующего раствора на основе следующего условия – на каждые $1,0 \cdot 10^{-3}$ м^3 шлама количество раствора должно составлять $(0,9-1,4) \cdot 10^{-3}$ м^3.

Можно согласиться с мнением [1] о том, что применение даже многокомпонентных пен нецелесообразно при сильных водопритоках.

При проходке напорных водоносных горизонтов, представленных песчаниками с водопритоками до $1,6 \cdot 10^{-3}$ м^3/с, рекомендуется использовать газожидкостные смеси с плотностью от 700 до 900 кг/м^3. Рациональность перехода при сильных водопритоках на аэрирование жидкости (α = 10÷60) указывается в работе [2].

Таким образом, при бурении в условиях водопритоков рационально иметь такую схему обвязки устья скважины, при которой обеспечивался бы достаточно простой и быстрый переход на любую газожидкостную систему в зависимости от конкретных гидрогеологических условий, что позволит расширить область применения ГЖС. Сочетание промывки скважины с ГЖС с ускоренными методами тампонирования скважин разного назначения позволит использовать ГЖС в том числе и при встрече относительно неустойчивых трещиноватых пород.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белый Ю.М. Совершенствование технологии и технических средств бурения скважин с использованием ГЖС в условиях Уральского угольного месторождения //Совершенствование организации и технологии бурения геолого-разведочных и технических скважин с промывкой газожидкостными смесями и предупреждений геологических осложнений методом сухого тампонирования: Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания / Карагандинский ун-т. Караганда, 1988.

2. Короленко А.М. Опыт работы партии новой техники по предупреждению и ликвидации геологических осложнений тампонированием скважин с быстросхватывающими смесями и промывки их пенами в Партизанском угольном бассейне. Там же.

3. Тимошевский А.А. Перспективы использования газожидкостных смесей и метода сухого тампонирования скважин в условиях работы Уральской ГРЭ. Там же.

4. Шур Л.М. Опыт бурения геолого-разведочных скважин с использованием газожидкостных смесей в условиях Воркутинского угольного района. Там же.

5. Яковлев А.М., Коваленко В.И. Бурение скважин с пеной на твердые полезные ископаемые. Л.: Недра, 1987.

6. Krug J.A. Oil and Gas J. 1975. Vol 73. N 40.