

4. Павлов О.В. Новые методы бурения инженерно-геологических скважин в глубоководных районах северо-западной части Тихого океана / 4-й Международный симпозиум по бурению скважин в осложненных условиях. — С.-Пб.: СПГИ, 1998. — С. 77.

5. Каракозов А.А., Рязанов А.Н., Пилипец В.И. Анализ рабочего цикла забивного пробоотборника с гидравлическим приводом / Совершенствование техники и технологии бурения скважин на твердые полезные ископаемые. — Екатеринбург: УГГА, 1998. — Вып. 21. — С. 170–177.

© Каракозов А.А., 2002

УДК 622.244.46

ЧЖАН ЦЗУПЭЙ, СУНЬ ЮХУН (Цзилиньский университет, г. Чанчунь, Китай)

РАЗРАБОТКА КОМПРЕССОРНО-ДОЖИМНОГО УСТРОЙСТВА НА БАЗЕ НАСОСА BWZ—1100/50 ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН С ПЕНОЙ И ОПЫТ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Бурение скважин с очисткой пеной имеет большое преимущество, в особенности в засушливых, безводных районах. Для развития народного хозяйства в шести провинциях Северо-Западного Китая прежде всего требуется бурить скважины на воду. В этих районах поиски на воду называют «жизненной работой». В шести провинциях Северо-Западного Китая вода в коренных породах залегает на глубине более 500 м, поэтому бурение глубокой скважины на воду является тяжелой работой. Для бурения глубокой скважины на воду расходуется большое количество воды, а для применения пенного бурения необходимо иметь дорогой компрессор высокого давления (в Китае он стоит примерно 30–50 тыс. американских долларов) и буровой партии не по силам его купить.

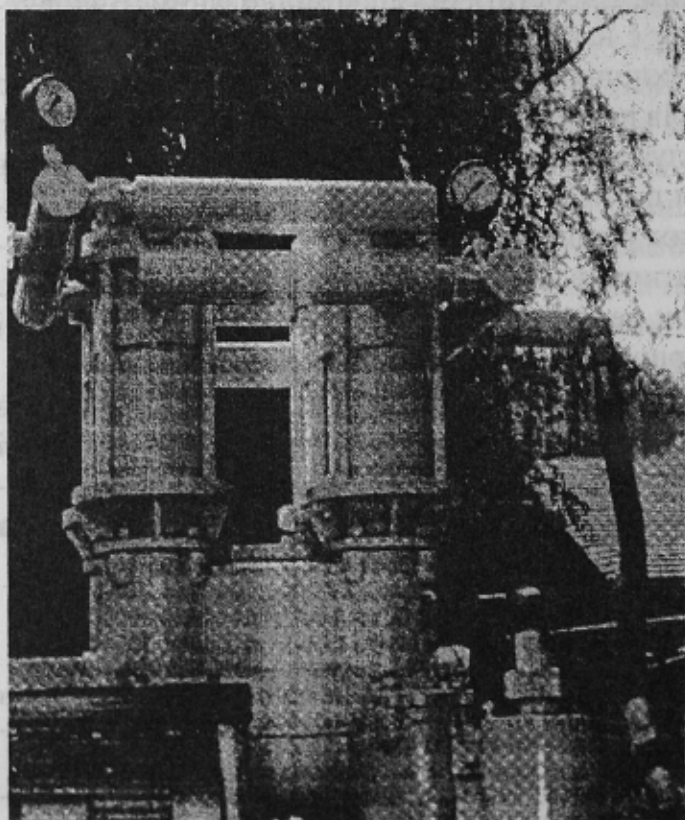


Рис.1. Внешний вид КДУ на базе насоса BWZ—1100/50 для бурения скважин с пеной

В связи с этим возникла необходимость в разработке компрессорно-дожимных устройств (КДУ) на базе буровых насосов взамен дорогого компрессора высокого давления. На основе разработанного российскими учеными устройства нами разработано крупногабаритное КДУ с пеной на базе насоса BWZ—1100/50, дожимного цилиндра, пенного дозировочного насоса модели SNB—90, пенного смесителя, воздухомера модели ZLB—80 и дизеля типа 4A135. При работе КДУ используется малогабаритный воздушный компрессор для подачи воздуха ($9\text{ м}^3/0,7\text{ МПа}$).

Конструкция и принципы работ КДУ BWZ—1100/50 заключается в следующем. К корпусу 6 двухцилиндрового насоса двойного действия BWZ—1100 (рис. 2) присоединены четыре удлиненных цилиндра 3, кото-

рые установлены на месте конической поверхности, где раньше находилось седло нагнетательного клапана. Седло с нагнетательным клапаном, выполняющим функцию выпускного клапана пены 1, размещены в верхней части удлиненных цилиндров. Ниже нагнетательного клапана находится клапан для впуска воздуха 2, который соединяется с трубопроводом для впуска воздуха, а выше его находится выходной патрубок высокого давления для нагнетания пены, который соединяется с внешним трубопроводом. Всасывающий клапан 5 используется для впуска жидкости и соединяется с нагнетательной магистралью дозирочного насоса (не показан).

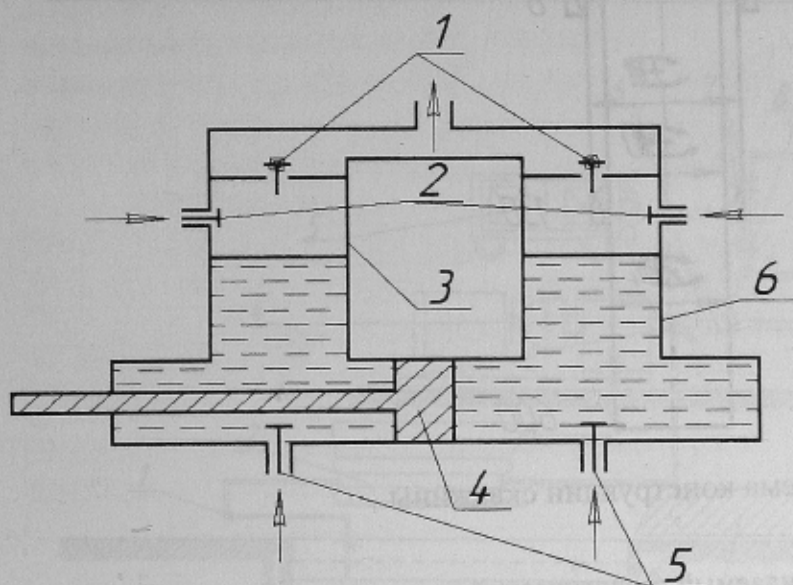


Рис. 2. Схема КДУ на базе насоса BWZ—1100/50: 1 — нагнетательный клапан; 2 — клапан для впуска воздуха; 3 — цилиндр; 4 — поршень; 5 — клапан для впуска жидкости; 6 — корпус насоса

твором, а в верхняя — сжатым воздухом. При обратном ходе поршня 4 клапан для впуска воздуха 2 и клапан для впуска жидкости 5 закрываются. Благодаря движению «жидкого поршня» воздух в верхней части полости цилиндра 3 сжимается до давления нагнетания, и смешиваясь с частью пенообразующего раствора, выходит через нагнетательный клапан 1 в выходной патрубок, образу пену. По окончании нагнетательного хода в полости цилиндра 3 остается только жидкость. Затем цикл работы повторяется.

Техническая характеристика КДУ BWZ—1100/50

1. Количество выпуска пены, м ³ /мин	6–7
2. Максимальное давление пены, МПа	5
3. Коэффициент объемного эффекта	0,9
4. Масса пенозаливной машины, т	4

Полевые испытания КДУ на базе насоса BWZ—1100/50 проводились в следующих условиях.

Место испытания — Южная часть автономного района Нинся, горная область Сигухай. Район засушливый, безводный. Количество годовых осадков 200 мм. Цель бурения — скважина на воду глубиной 600 м с начальным диаметром Ø311 мм

и конечным диаметром $\varnothing 244$ мм. Ожидаемый геологический разрез и конструкция скважины приведены в табл.1 и на рис.3. Сведения о применяемом буровом оборудовании, используемом пенообразователе и режимах бурения приведены, соответственно, в табл. 2, 3 и 4, а схема системы нагнетания пены — на рис. 4.

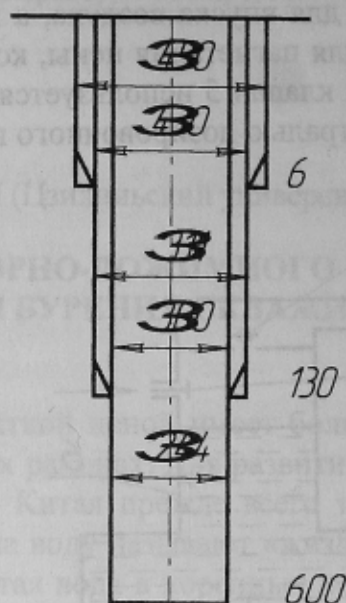


Рис. 3. Схема конструкции скважины

Табл. 1. Ожидаемый геологический разрез

0–80 м	Четвертичные желтые лессы
80–140 м	Четвертичные желтые глинисто-песчаные грунты с песками и гравием
140–200 м	Серые глинистые известняки, тонкослоистые серо-черные глинистые породы
200–600 м	Серо-черные глинистые известняки, местами с доломитовыми известняками
На глубине 350 м возможно присутствие тектонического нарушения. В промежутке от 450 до 600 м находятся карстовые воды	

Табл. 2. Буровое оборудование

Буровой станок	T35-6/600
Глубина бурения	1000 м
Скорость вращения ротора	37, 52, 84, 145 об/мин
Натяжение каната лебедки	60 кН
Силовое оборудование	дизель 6235 (90 кВт)
Буровой насос	TBW-850/50
Производительность насоса	850 л/мин
Максимальное давление	5 МПа
Воздушный компрессор	ENGSOLAN 9/7
Производительность	9 м ³ /мин
Давление	0,7 МПа
Буровая вышка	Башенного типа, высота 22 м, грузоподъемность 30 т
Буровой снаряд	Ведущая труба (12 м), бурильные трубы $\varnothing 89$, УБТ $\varnothing 146$, трехшарошечное долото $\varnothing 244$

Табл. 3. Основные параметры используемого пенообразователя

Тип	анионный тип, марка ABS
pH	7-7,5
Пенообразующая способность	700-750 мл / 100 мл
Время стабильности	3-3,5 мин
Несущая способность	1700-1800 мл / 10 мин
Концентрация пенообразующего раствора	0,5-0,8%
Коэффициент аэрации	180:1

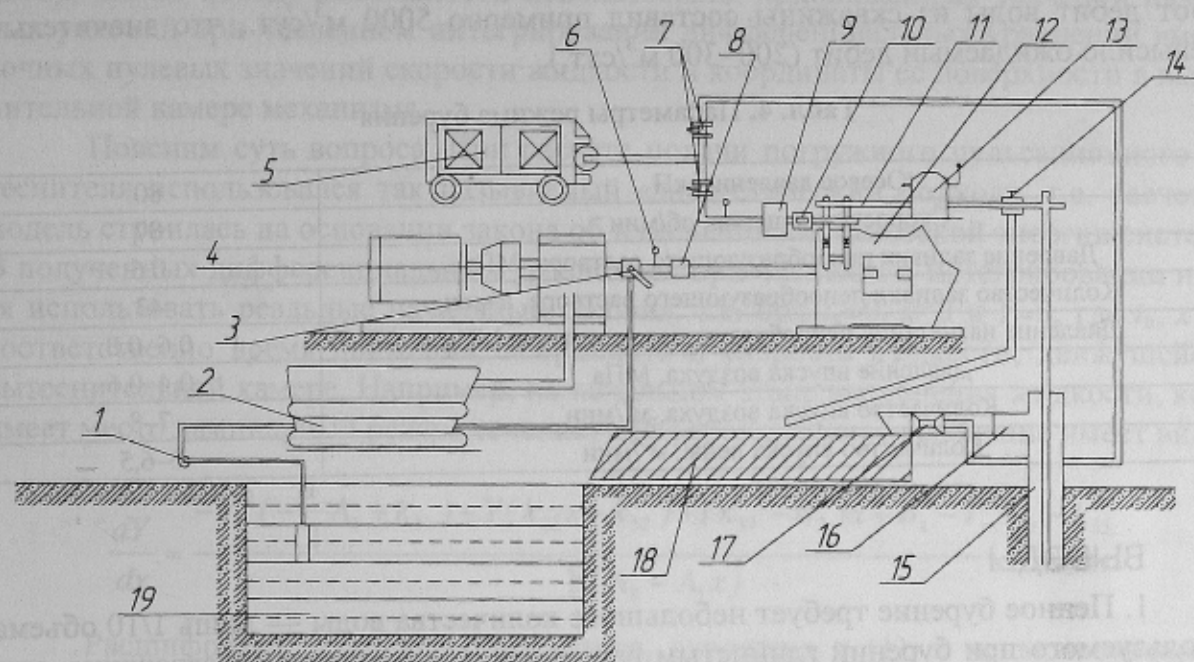


Рис. 4. Система нагнетания пены: 1 — центробежный насос; 2 — емкость для пены; 3, 7 — запорный вентиль; 4 — дозирочный насос; 5 — компрессор; 6 — манометр; 8 — расходомер для жидкости; 9 — расходомер для воздуха; 10 — вентиль; 11 — дожимное устройство; 12 — буровой насос BW-1100/50; 13 — воздушный колпак; 14 — тройник; 15 — обсадная труба; 16 — герметизатор устья скважины; 17 — пеногаситель; 18 — желоб; 19 — отстойник

Производство работ. 20.12.2000 при бурении на глубине 127 м произошло поглощение глинистого раствора. После принятия мероприятий по ликвидации поглощения бурение продолжалось, но на глубине 350 м произошло катастрофическое поглощение. Спуск обсадных труб длиной более 100 м не дал результата. Никакие другие мероприятия по ликвидации поглощения также не помогли. Глинистый раствор объемом 20 м³ исчез без следа сразу после заливания в скважину. Геологи предварительно считали, что на глубине 350 м присутствует тектоническое нарушение, которое и привело к катастрофическому поглощению.

Тогда в январе 2001 года Нинсязский институт по изысканию и проектированию водного хозяйства еще раз пригласил нашу тематическую группу на опытный участок уезда Тонсин Нинсязского автономного района для решения вопроса об использовании в скважине пены. Машина отбуксировала разработанное устройство КДУ BWZ-1100/50 на опытный участок. В то время температура воздуха на участке

составила более 10°C ниже нуля. КДУ и емкость с пенообразующим раствором были установлены в пластмассовой палатке. Во избежание замораживания насоса и трубопровода в палатке были поставлены две печки. Бурение скважины с глубины 350 м было продолжено с применением пены. Пена также поглощалась и не возвращалась на устье скважины. При бурении на отметке 367 м из устья скважины возник внезапный фонтан пены и воды, что свидетельствовало о вскрытии водоносного горизонта. Но этот фонтан был прерывистый и продолжался в течение 3–5 мин. При дальнейшем углублении скважины через определенный интервал опять возникало фонтанирование. В таких условиях пенное бурение скважины продолжалось вплоть до глубины 600 м. Задача была успешно выполнена. Без применения специальных работ дебит воды из скважины составил примерно $5000 \text{ м}^3/\text{сут.}$, что значительно превысило ожидаемый дебит ($200\text{--}300 \text{ м}^3/\text{сут.}$).

Табл. 4. Параметры режима бурения

Осевое давление, кН	80
Скорость вращения, об/мин	87
Давление заливки пенообразующего раствора, МПа	0,6
Количество заливки пенообразующего раствора, л/мин	43
Давление нагнетания пенообразующего раствора, МПа	0,6–0,8
Давление впуска воздуха, МПа	0,4–0,6
Количество впуска воздуха, $\text{м}^3/\text{мин}$	7–8
Количество впуска пены, $\text{м}^3/\text{мин}$	6–6,5

ВЫВОДЫ

1. Пенное бурение требует небольшого количества воды — лишь 1/10 объема, используемого при бурении глинистым раствором. Пенное бурение скважины, описанной выше, в интервале с 350 м до 600 м сэкономило 200 т воды (одна тонна воды стоит более 20 юаней, т. е. более 2 долларов США).

2. Пена обладает высокой несущей способностью, хорошо очищает скважину. Пена относится к низкоплотной среде, поэтому при ее использовании на забой скважины действует небольшое гидростатическое давление. В таком случае повышается скорость бурения. Например, в известняках механическая скорость бурения с применением глинистого раствора достигала 2 м/час, а при пенном бурении — 4 м/ч., т. е. в два раза больше.

3. В осложненных условиях при бурении раздробленных пород применение пены предотвращает размыв и разрушение стенок скважины. Благодаря хорошей очистке скважины, при прекращении подачи воздуха и работы станка предотвращается прихват бурового снаряда осевшим шламом.

4. Пена предотвращает образование шламовой корки на стенке скважины, что способствует увеличению дебита воды.

5. КДУ MWZ—1100/50 характеризуется простотой конструкции, надежностью качества и дешевизной эксплуатации. Его широкое применение экономит большие средства, повысит эффективность бурения, даст хороший экономический и социальный эффект.