

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Бораш Бөкенбай Раббимұлы на тему:
«Разработка эффективной технологии сооружения водозаборных скважин
большого диаметра (на примере Мангистауской области)»,
представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по
образовательной программе 8D07208 – Геология и разведка месторождений
полезных ископаемых

Актуальность исследования:

В Республике Казахстан наблюдается заметный дефицит водных ресурсов, который является следствием природных особенностей территории и климата. Земная поверхность включая юг и запад, нередко покрыта солончаками и солонцами, а близкие к поверхности проницаемые горизонты содержат воды с высокой минерализацией и не могут использоваться для хозяйственных нужд.

С 2002 года в стране последовательно реализовывались несколько программ («Питьевая вода», «Ак-Булак», Государственная программа развития регионов), целью которых было обеспечена качественной питьевой водой сельское и городское население из централизованных источников систем водоснабжения. Для этой цели запланировано финансирование в 1,3 трлн. тенге, было реализовано 2015 проектов. К сожалению, по ряду причин реализация этих программ не позволила решить проблемы водоснабжения отдельных регионов.

Мангистауская область является промышленным регионом, основу экономики которого составляет нефтегазовый сектор, производящий около 10 % промышленной продукции страны.

Водоснабжение региона осуществляется от водовода «Астрахань-Мангистау» опресненной морской воды, а также от источников природных подземных вод, но при этом дефицит воды все равно ощущается. Потребность в питьевой воде составляет 149 тысяч м³ в сутки, причем имеется дефицит в объеме 51 тысяча м³. с нарастанием его в будущем.

На территории полуострова Мангистау в результате поисково-разведочных работ обнаружены ряд пригодных к разработке месторождений подземных вод. Типичным является разведанное Самское месторождение. Оно имеет площадь, равную 1500 км². Водовмещающие образования имеют форму линз и представлены мелкозернистыми песками с небольшими примесями средне и тонкозернистых песков. Месторождение эксплуатируется с 1970 г. Пробурен ряд скважин отличающихся невысоким дебитом, их глубина не превышает 50 м и малый диаметр –150 мм. По данным отчетности суммарный водоотбор не превышает 18 % от разведанных ресурсов, а проблема водообеспечения населенных пунктов по-прежнему стоит остро.

В этой связи весьма актуальными являются исследования, направленные на использования технологических средств бурения, позволяющих значительно повысить дебит скважин и улучшить качество добываемой воды.

Обоснование необходимости проведения данной научно-исследовательской работы:

Проблему резкого повышения использования подземных вод Самского месторождения можно решить путем бурения скважин увеличенного диаметра до (500-1500 мм). Это даст возможность многократно повысить дебит водозаборных

скважин. Появляется возможность создания мощного слоя гравийной обсыпки, повышающей качество добываемой воды и увеличивающей сроки эксплуатации скважин. Бурение скважин с обратной промывкой способствует многократному повышению скорости восходящего потока и качество очистки забоя, а следовательно, скорости углубки. Такие скважины бурятся с промывкой технической водой, что исключает кольматацию при скважинной зоне, способствует значительному увеличению притока воды из пласта в скважину, а низкая скорость нисходящего потока практически сводит к нулю риск обрушения стенок скважин.

Существует два способа создания обратной промывки: обратно-всасывающий с применением центробежного или вакуум-насосов и второй - с применением эрлифта. Бурение с обратной эрлифтной промывкой предпочтительны к применению в условиях разработки Самского месторождения с учетом следующих качеств, присущих способу: простота устройства, возможность откачивать загрязненную воду и большая глубина скважины (до 500 м в зависимости от характеристики компрессора). Вместе с тем, широкому распространению эрлифтного способа, при бурении водозаборных скважин большого диаметра препятствует необходимость использованы специальных трехканальных (включающих каналы подачи сжатого воздуха) дорогих бурильных колонн, резко повышающих трудозатраты и время спускоподъемных операций. Таким образом, решение проблемы отказа от специальных бурильных труб при эрлифтном способе промывки и замена их на серийно выпускаемые колонны открывает путь для широкого внедрения бурения скважин большого диаметра на Самском и многих других месторождениях подземных вод.

Цель диссертационной работы: Цель работы - повышение дебита водозаборных скважины, сооружаемых в геологических условиях подобных Самскому месторождению, путем применения высокопроизводительного вращательного бурения большим диаметром с эрлифтной промывкой.

Задачи исследования:

- анализ существующих способов бурения скважин и обоснование проведения исследований вращательного бурения с эрлифтной промывкой;
- исследование геологических особенностей Самского месторождения и обоснование целесообразности сооружения водозаборных скважин большого диаметра с эрлифтной промывкой;
- составление конструкции типовой водозаборной скважины большого диаметра при разработке на Самского месторождения подземных вод;
- составление компьютерный модели сооружения типовой водозаборной скважины на Самском месторождении;
- разработка математического алгоритма работы эрлифта при бурении типовой водозаборной скважины;
- разработка технологической схемы сооружения водозаборной скважины;
- расчет ожидаемой эффективности сооружения водозаборных скважин с эрлифтной промывкой по предлагаемой технологии.

Объект исследования - водоносный пласты на месторождении Сам.

Предмет исследования - технология бурения водозаборных скважин на Самском месторождении подземных вод.

Методы исследования:

- анализ научно-технической литературы по теме исследований;
- патентные исследования и оформление заявки на предмет изобретения;

- математическое моделирование процесса сооружения типовой водозаборной скважины большого диаметра с эрлифтной промывкой с учетом идеи, воплощенной в патенте РК;

- детальная оценка конструктивных параметров функциональной схемы, разработанной в патенте РК на изобретение.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Анализ баланса давлений в кольцевом пространстве и в бурильной колонне в процессе бурения водозаборных скважин с обратной эрлифтной промывкой позволяет с заданной точностью устанавливать средне-эффективные значения выходных параметров: плотность шламо-водо-воздушной смеси, скорости ее восходящего потока и расхода воздуха при заданной скорости восходящего потока воды при ее подходе к смесителю.

2. При вращательном бурении скважин с обратной эрлифтной промывкой с увеличением глубины скважины и погружении смесителя средне-эффективное значение плотности шламо-водо-воздушной смеси возрастает по логарифмической зависимости, а скорость ее подъема и объемный расход воздуха убывают по степенной зависимости.

3. При вращательном бурении скважин с обратной эрлифтной промывкой средне-эффективное значение плотности шламо-водо-воздушной смеси обратно пропорционально механической скорости бурения, а скорость ее подъема и объемный расход воздуха прямо пропорциональны.

Выполненная диссертационная работа имеет связь с другими исследованиями, посвященными бурению скважин большого диаметра.

Научная новизна работы: Впервые показано, что анализ баланса давлений в кольцевом пространстве и в бурильной колонне позволяет с заданной точностью устанавливать средне-эффективные значения выходных параметров: плотность шлама-водо-воздушной смеси, скорость бурения, скорость ее восходящего потока и расход воздуха при заданной скорости восходящего потока воды при ее подходе к смесителю. Впервые разработана методика перехода от средне-эффективных для заданной глубины значений выходных параметров эрлифтной промывки к их средне-интервальным значениям. Это дает возможность устанавливать зависимость значений выходных параметров от глубины скважины, а также требуемую производительность компрессора для обеспечения заданной скорости движения промывки с буровым шламом.

Обоснование новизны и важности полученных результатов:

Новизна и важность полученных результатов подтверждается выдачей патента РК на предлагаемое устройство, резко упрощающее и удешевляющее технологическую схему бурильной колонны для подвода компонентов.

Практическая значимость работы: в результате исследований и анализа существующих технологий бурения водозаборных скважин установлено, что для эксплуатации Самского месторождения бурение с обратной эрлифтной промывкой обеспечит значительное увеличение дебита и качества добываемых вод. Модернизация бурильной колонны в соответствии с патентом РК многократно сокращает время спуско-подъемных операций, которое при использовании ранее применявшихся специальных колоннах значительно превышает время чистого бурения. Значительное снижение стоимости бурильной колонны открывает путь к решению проблемы дефицита воды путем широкого применения способа бурения водозаборных скважин большого диаметра. Созданная компьютерная модель будет

способствовать оптимальному планированию и реализации технологии бурения скважин большого диаметра.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам: Диссертация решает задачу повышения коэффициента использования запасов подземных вод на Самском месторождении. Ее содержание соответствует Государственным программам «Питьевая вода» (2003-2010 годы) и «Ак-Булак» (2011-2020 годы), а также Государственной программе развития регионов (2020-2025 годы).

Личный вклад автора заключается в том, что основные расчеты и создание компрессорной модели процесса эрлифтной промывки и идея, заключенная в полученном патенте на изобретение, получены и разработаны лично соискателем. Постановка задачи и обсуждение результатов проводились совместно с научными консультантами.

Достоверность результатов: Достоверность теоретических научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается тем фактом, что они основаны на известных законах гидравлики и вычислительной математики и подтверждаются практикой бурения с эрлифтной промывкой.

Описание основных результатов исследований: По результатам выполненных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Выполнен анализ геологических и гидрогеологических характеристик Самского месторождения с точки зрения обеспечения максимального дебита буровых скважин. Анализ показал, что водоносные горизонты сложены песками с коэффициентом фильтрации 5-7 м/сут, причем мощность пластов составляет в среднем 10-20 м, а глубина залегания достигает 200 м. Водоупоры представлены глинистыми породами. Буримость пород месторождения не превышает четвертую категорию по ЕНВ.

2. Проведен анализ эффективности способов бурения скважин большого диаметра в условиях Самского месторождения. Строительство водозаборных скважин ведется вращательным способом с прямой промывкой либо ударно-канатным способом. Первый из этих способов обычно создает скважины небольшого конечного диаметра, возникают трудности с созданием гравийной обсыпки и пониженным дебитом из-за кольматации прискважинной зоны водоносного пласта. Второй способ отличается низкой производительностью труда, высоким расходом обсадных труб и ограниченной глубиной скважин.

Поэтому ранее применяемые способы строительства водозаборных скважин, не позволяют обеспечить водоотбор, необходимый для удовлетворения нужд региона.

3. В результате сравнительного анализа существующих прогрессивных технологий бурения скважин установлено, что для условий Самского месторождения наиболее эффективным является применение вращательного бурения с обратной эрлифтной промывкой.

Вместе с тем, использование специальных фланцевых соединений бурильных труб приводит к высоким затратам времени на спуско-подъемные операции и наращивание бурильной колонны. Для дальнейшего повышения эффективности бурения с эрлифтной промывкой необходимо разработать такую технологию спуско-подъемных операций, которая обеспечит использование серийно выпускаемых бурильных труб нефтяного стандарта.

4. Для установления рациональных параметров работы эрлифта при бурении необходимо разработать методику с учетом изменяющихся глубины скважины, давлений в кольцевом пространстве и бурильной колонне, глубины погружения смесителя.

5. На основе анализа геолого-географических условий сооружения водозаборных скважин в Мангистауской области была разработана типовая модель бурения водозаборной скважины.

6. Разработан математический алгоритм исследования эрлифтного способа циркуляции при вращательном бурении с обратной промывкой, основанный на анализе возникающего в ходе бурения баланса давлений в кольцевом пространстве и бурильной колонне. Созданы компьютерные модели, позволившие исследовать основные зависимости требуемых значений выходных параметров (подача промывочной воды и сжатого воздуха, плотность смеси и т.д.) от следующих параметров: глубина бурения, фактический диаметр скважины, диаметр бурильных труб, скорость углубки, скорость восходящего потока и др. Расчеты выполнены применительно к типовой скважине, отдельные параметры которой изменялись для получения соответствующих зависимостей.

7. Показано что обратно-всасывающий способ с применением центробежного или вакуум-насоса ограничен предельной глубиной скважины, так как его применение не может превышать некоторой доли атмосферного давления. Чаще всего – это скважины глубиной до 50-100м.

Глубина эрлифтного способа зависит от мощности применяемых компрессоров и может достигать до 300 и даже 500 м. На любой глубине эрлифтный способ обеспечивает более высокую скорость углубки, чем обратно-всасывающий.

Дальнейшее совершенствование эрлифтного способа может быть реализовано при внедрении предложенного устройства и создания бурильной колонны, на которую получен патент Республики Казахстан.

Сущность изобретения состоит в том, что используются обычные стандартные бурильные трубы, по оси которой размещены шланги для подачи воздуха с соединениями, причем нижний конец воздушной магистрали оборудован смесителем и соединен с УБТ, а бурильная труба, размещенная выше УБТ, перфорирована. Выполнены необходимые расчеты и получены требуемые характеристики узлов предлагаемого устройства (шланги, утяжелитель, направляющая труба, лебедка, ролики), которые служат основой для разработки технической документации.

8. Разработанная технология сооружения водозаборных скважин большого диаметра с эрлифтной промывкой и усовершенствованный вариант устройства циркуляционной системы подготовлены к внедрению для бурения на Самском месторождении.

9. Оценка ожидаемой технико-экономической эффективности внедрения: отказ от специальных многоканальных бурильных колонн с фланцевыми соединениями в пользу серийно выпускаемых бурильных колонн позволит за счет сокращения времени наращиваний бурильной колонны при спуско-подъемных операций снизить стоимость строительства типовой 200-метровой скважины большого диаметра на 3 419 000 тенге, а именно снизить ее на 69,0 % по сравнению с вариантом с использованием специальных колонн. Отказ от специальных бурильных колонн обеспечит снижение стоимости оборудования на 2 001 000 т.

10. Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области.

Выполненные исследования и полученные результаты соответствуют лучшим достижениям в области бурения водозаборных скважин большого диаметра.

Публикации и апробация работы:

По результатам выполненных научных исследований опубликованы 8 статей и докладов, в том числе 2 работы в международном научном издании, входящей в базу данных Scopus и Clarivate Analytics и имеющей ненулевой импакт фактор, и 2 статьи в научных изданиях, рекомендуемых КОКШВО Министерством науки и высшего образования РК. В рамках выполнения задач диссертационной работы получен патент РК «Устройство подачи воздуха для бурения скважин с обратной промывкой с использованием эрлифта».

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации:

Все упомянутые публикации основаны на диссертационной работе докторанта и отражают все ее разделы. Результаты, изложенные в разделах, получены лично соискателем и обсуждались научными консультантами.

По материалам диссертационной работы опубликовано 8 научных работ. Научные результаты исследовательской работы обсуждались в опубликованных научных статьях диссертации, на международных научно практических конференциях:

1. Музаппарова А. Б., Бораш Б. Р. О результатах предварительной разведки подземных вод Мангыстауской области / Сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции «Современные тенденции геологоразведочной и нефтяной инженерии. УО «Каспийский общественный университет» 16 апреля 2021 года, г. Алматы) С. 99-103, ISBN 978-601-7940-24-9.

2. Бораш Б.Р., Қожахмет Қ.Ә., Хоменко В.Л. Выбор оптимального способа бурения скважин водоснабжения применительно к условиям полуострова Мангыстау / Сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции «Современные тенденции геологоразведочной и нефтяной инженерии. УО «Каспийский общественный университет» 14-15 апреля 2022 года, г. Алматы) С. 3-7. ISBN 978-601-7940-24-9.