

АННОТАЦИЯ

Диссертация на соискание степени доктора философии PhD по образовательной программе 8D07208 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» Боращ Ардак Раббимұлы на тему: «**Разработка технико-технологических средств для освоения продуктивных пластов в гидрогеологических скважинах**».

Актуальность работы: В Республике Казахстан наблюдается заметный дефицит водных ресурсов, который является следствием природных особенностей территории и климата.

Объем ежегодного потребления воды в стране составил в среднем 22,5 км³, из которых 95 % обеспечивается подземными водами. Согласно Концепции Государственной программы по управлению водными ресурсами Казахстана на 2020-2030 годы к 2040 году водопотребление вырастет на 56%, а дефицит воды составит около 12 млрд. м³.

Водоснабжение обеспечивается такими источниками: поверхностные воды, опресненная морская вода, волжская вода и подземные воды.

Многообразие способов освоения вызвано тем, что в различных геологических условиях они показывают различную эффективность. Универсального способа освоения водоносных горизонтов не существует. Поэтому тщательный анализ геологических условий конкретного месторождения подземных вод и выбора оптимального для этих условия способа освоения является актуальной задачей, решение которой имеет большое практическое значение.

Целью диссертационной работы является научное обоснование и разработка эффективных технологических средств для освоения водоносных пластов при бурении скважин в условиях Тонирекшинского месторождения на полуострове Мангистау.

Задачи исследования:

- исследовать геологические особенности водоносных горизонтов Тонирекшинского месторождения подземных вод;
- рассмотреть существующие способы освоения водозаборных скважин с установлением их достоинств, недостатков и областей эффективного применения;
- выбрать оптимальный способ освоения с учетом свойств водоносных горизонтов Тонирекшинского месторождения;
- усовершенствовать технические средства и технологию, которые позволят добиться максимально качественного освоения скважин.

Предмет исследования – технология освоения водозаборных скважин на Тонирекшинском месторождении подземных вод.

Методы исследования:

- исследование специфических особенностей Тонирекшинского месторождения подземных вод и типизация условий бурения водозаборных скважин на месторождении;
- критический анализ существующих способов освоения водоносных горизонтов и повышения дебита скважин;
- выбор оптимальных способов освоения скважин применительно к условиям Тонирекшин бассейна подземных вод;
- критический анализ современных технических средств для имплозионного метода освоения водоносных горизонтов;
- разработка усовершенствованного устройства для имплозионного воздействия на водоносные горизонты;

– научное обоснование параметров работы усовершенствованного устройства для имплозионного воздействия на водоносные горизонты.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Максимальное имплозионное воздействие, которое может быть оказано на продуктивный горизонт, ограничено прочностными характеристиками эксплуатационной колонны, прямо пропорционально толщине стенки колонны и обратно пропорционально плотности бурового раствора.

2. Имплозионное воздействие на водоносный горизонт при использовании разработанного устройства можно увеличить, используя составную эксплуатационную колонну или колонну уменьшенного диаметра.

3. С увеличением диаметра диска впускного клапана имплозионного устройства параметры его работы изменяются следующим образом: увеличивается необходимая длина бурильной колонны для создания имплозионного эффекта и суммарная площадь отверстий в перегородке под диском клапана, уменьшается скорость протекания и потери давления при прохождении через отверстия клапана потока пластовой воды.

Научная новизна работы: Впервые для геолого-технических условий Тонирекшинского месторождения подземных вод с помощью метода экспертных оценок научно обоснован выбор оптимального способа освоения водозаборных скважин, обеспечивающий декольматацию прискважинной зоны и максимальный дебит качественной воды для хозяйственного и питьевого водоснабжения. Предложен новый способ применения имплозионного воздействия для освоения водозаборных скважин и дано математическое описание его функционирования. Для этого способа исследована проблема смятия обсадных колонн дифференциальным давлением, возникающим из-за создания в них необходимых для имплозионного воздействия незаполненных жидкостью интервалов. Показано, что для увеличения имплозионного воздействия необходимо увеличивать толщину стенки эксплуатационной колонны, уменьшать ее диаметр или уменьшать плотность бурового раствора.

Обоснование новизны и важности полученных результатов:

Новизна и важность полученных результатов подтверждается выдачей патента на изобретение Республики Казахстан на устройство для интенсификации притока пластовой жидкости в скважину, позволяющее многократно уменьшить сложность устройства и число входящих в него элементов, путем устранения необходимости в колонне НКТ, герметизаторе устья, а также компрессорной обработки скважины.

Практическая ценность работы: Результаты работы могут быть применены в деятельности государственных и частных организаций, занимающихся бурением скважин на воду, а также научных и проектных организаций занимающихся вопросами бурения и освоения скважин. Реализация разработанного способа имплозионного воздействия обеспечит решение проблемы питьевого водоснабжения в регионе.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам: Диссертация решает задачу повышения коэффициента использования запасов подземных вод Тонирекшинского месторождения подземных вод. 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), а также приоритетным направлениям, утвержденным Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан по приоритету «Рациональное использование природных ресурсов, включая углеводородное сырье, водные ресурсы, геологию, переработку, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции».

Личный вклад автора заключается в том, что основные расчеты и теоретическое обоснование разработанного метода освоения, а также 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 освоения скважин с гидроимпульсными способами возбуждения ударных волн в интервале водоносного пласта.

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

1. Выполнен критический анализ геологических и гидрогеологических Тонирекшинского месторождения подземных вод. Анализ показал, что в качестве наиболее перспективных для использования в хозяйственных нуждах, признаны подземные воды Альб-Сеноманского водоносного комплекса. В большинстве случаев водоносные пласты представлены песками, в основном мелко- и тонкозернистыми. Исключение составляют отложения Маастрихского комплекса, где вода располагается в трещиноватых мелах. Все эти породы имеют низкую проницаемость. Мощность отдельных прослоев водоносных песков колеблется от 5 до 40 м, а их суммарная мощность в среднем составляет 60-65 м. Коэффициент фильтрации и изменяется от 2,1 до 7,8 м/сут. Дебит скважин находился в пределах от 4,4 до 45 л/с при понижениях 14-37 м и удельном дебите 0,3-1 л/с/м. Средний дебит равнялся 27 л/с.

2. Выполнен критический анализ результатов разведочных работ проведенных ранее на месторождении. На участке ранее были проведены гидрогеологические изыскания: колонковое бурение, опытные работы, режимные наблюдения, геофизические исследования в скважинах и лабораторные исследования. Процесс освоения скважины включал деглиннизацию прискважинной зоны водоносного горизонта, вызов самоизлива и доведение дебита до максимально возможных значений. Эта работа выполнялась эрлифтным способом с использованием компрессора. Представленные результаты вызывают вопросы, которые прежде всего связаны с весьма большим различием гипсометрического уровня подземных вод, коэффициентов фильтрации, мощности водоносных горизонтов и дебитов по скважинам, пробуренным на относительно малом участке площадью 10 км². Это в первую очередь говорит о несовершенстве технологии бурения и освоения скважин на участке.

3. На основе анализа геолого-технических условий месторождения и ранее проведенных разведочных работ были сформулированы требования к процессу освоения водозаборных скважин применительно к условиям Тонирекшин бассейна подземных вод. В результате сравнительного анализа существующих прогрессивных способов освоения скважин методом экспертных оценок установлено, что для исследуемых условий в наибольшей мере отвечает сформулированным требованиям имплозионный метод.

4. Установлено, что имплозионное воздействие не только воздействует на водоносный горизонт, повышая его проницаемость, но также и оказывает действие на обсадные колонны, что может приводить к их смятию и нарушению целостности обсадной колонны. Таким образом, очень важно правильно подобрать параметры имплозионного воздействия, чтобы максимизировать его положительный эффект и не допустить развития негативных явлений.

5. В результате анализа патентно-литературных источников, установлено, что важнейшим недостатком большинства устройств для создания имплозионного эффекта является зависимость работы впускного клапана от состояния пакера, разделяющего области высокого и низкого давления. Известные устройства отличаются сложностью и ненадежностью работы.

Критический анализ известных устройств позволил предложить новое простое устройство создания имплозионного эффекта при освоении водозаборных скважин, лишенное всех приведенных недостатков. На это устройство получен патент Республики Казахстан.

Сущность изобретения состоит в том, что фильтровая часть обсадной колонны отделена от ее вышерасположенной части снаружи – пакером, а внутри – установленной на штифтах перегородкой с подпружиненным запорным клапаном. Также имеется желонка, клапан которой снабжен ограничителем подъема и расположен выше торца желонки на расстоянии, обеспечивающем, при ее установке на перегородку, открытие клапаном желонки запорного клапана при исключении избыточной нагрузки. Надпакерная часть скважины имеет диаметр больший, чем подпакерная, причем пакер располагается между образовавшимся уступом и диском, смонтированным на обсадной колонне, либо уступом единой колонны, состоящей из труб большего и меньшего диаметров.

6. Исследована проблема смятия обсадных колонн дифференциальным давлением, возникающим из-за создания в них необходимых для имплозионного воздействия незаполненных жидкостью интервалов. Определены допустимая высота пустого пространства в обсадной колонне, обеспечивающая создание максимального имплозионного эффекта и недопущение смятия колонны. Она прямо зависит от толщины стенки обсадной колонны и обратно от плотности бурового раствора. Определено количество раствора, необходимое для долива в обсадную колонну для достижения этих результатов. Оно увеличивается с уменьшением допустимого пустого пространства в обсадной колонне.

7. Исследовано снижение веса обсадных колонн под воздействием Архимедовой силы, из-за наличия в них пустых интервалов. Выявлено, что с ростом длины незаполненного жидкостью интервала существенно возрастает действующая на обсадную колонну выталкивающая сила, снижающая фактический вес обсадной колонны в скважине.

8. Применительно к условиям месторождения Тонирекшин предложена оптимальная конструкция скважины, включающая предложенное устройство создания имплозионного воздействия. Рассчитаны критические размеры пустых интервалов для всех толщин стенки обсадных труб входящих в конструкцию скважин. Установлено, что величина снижения веса обсадной колонны в скважине за счет Архимедовой силы для условий месторождения составляет 43–47 % в зависимости от геометрических размеров колонны. Архимедова сила растет с увеличением толщины стенки трубы. Снижение веса обсадной колонны снижает потребляемую мощность лебедки, что позволяет бурить скважины с использованием более легких буровых установок.

9. В результате исследования взаимодействия желонки с впускным клапаном разработанного устройства установлено следующее. Для открытия клапана желонкой необходимо, чтобы ее вес превышал силу, создаваемую дифференциальным давлением бурового раствора на впускной клапан. В случае если этот вес оказывается недостаточным, то желонку следует утяжелить бурильными трубами, необходимая длина которых зависит от плотности бурового раствора, плотности материала бурильных труб и необходимой величины утяжеления. Для уменьшения перепада

давления на впускном клапане следует стремиться к увеличению суммарной площади его отверстий, что ограничено геометрическими размерами клапана. С увеличением диаметра клапана перепад давления падает. Для достижения повторного импозитивного эффекта необходимо желонкой вычерпать воду, поступившую в скважину после предыдущего воздействия. Число рейсов, необходимое для этого зависит от внутреннего диаметра обсадной трубы, наружного диаметра и толщины стенки желонки, а также от длины желонки.

10. Благодаря достигнутым результатам удастся без опасности повреждения обсадной колонны достигать максимального импозитивного эффекта за счет многократного воздействия на продуктивный пласт. Это объясняется тем, что многократное воздействие на продуктивный пласт обеспечивает эффективный вынос кольматирующего материала из пласта и очистку продуктивного горизонта на значительно большую глубину по сравнению с однократным воздействием.

11. Приведенные положения иллюстрируются примером расчета для конкретных условий месторождения Тонирекшин, что позволило выбрать оптимальный диаметр впускного клапана, необходимую длину бурильных труб для утяжеления желонки, а также количество рейсов желонки перед осуществлением повторного импозитивного воздействия.

12. Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области. Выполненные исследования и полученные результаты соответствуют лучшим достижениям в области освоения водозаборных скважин.

Апробация работы и публикации:

Основные положения диссертации опубликованы в 7 печатных работах в научных специализированных изданиях (в том числе 2, которые индексируются в наукометрической базе Scopus), 2 – в трудах международных конференций, 2 - статья рекомендованном Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Республики Казахстан и на разработанную конструкцию, в рамках выполнения задач диссертационной работы, получен патент на изобретения от Национального института интеллектуальной собственности РК.

Объем и структура работы

Диссертация состоит из введения, 4 разделов, общих выводов и рекомендаций, содержит 23 рисунка, 20 таблиц, 67 формул, список литературы из 72 источников.

Благодарность.

В заключении считаю своим долгом выразить благодарность научным консультантам за конструктивные и ценные профессиональные советы, и рекомендации д.т.н. профессору Ратову Б.Т., а также д.т.н. профессору Нифонтову Ю.А. На протяжении всего периода работы автор чувствовал постоянное внимание и поддержку со стороны руководителя управления науки и исследования доктора PhD Сырлыбекқызы С., заведующего кафедры «Экологии и геологии» к.т.н., ассоциированного профессора Нурбаевой Ф.К., доктора PhD Койбаковой С.Е., ассоциированного профессора Кожамет К.Ә. и декана факультета Инжиниринг к.т.н., профессора Гусмановой А.Г. НАО Каспийского университета технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова.

Отдельную благодарность за ценные консультации и советы по улучшению структуры и содержания диссертации автор выражает всему профессорско-преподавательскому составу кафедры «Экологии и геологии» и другим коллегам.