

На правах рукописи
УДК 556.3.574.504:627.1.152.1

Джаксымуратов Караматдин Мустапаевич

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МАГАЗИНИРОВАНИЯ
И ОПРЕСНЕНИЯ ЛИИЗ ГРУНТОВЫХ ВОД
В ЮЖНОМ ПРИАРАЛЬЕ**

Специальность 04.00.06 - гидрогеология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук

Алматы, 1997

Работа выполнена на кафедре гидрогеологии и инженерной геологии Казахского национального технического университета.

Научный руководитель - доктор геолого-минералогических наук, профессор **С.Ж. Жапарханов**

Официальные оппоненты - доктор геолого-минералогических наук **М.К. Абсамбетов**

- кандидат геолого-минералогических наук **М.Х. Джабасов**

Ведущее предприятие - Центр государственного мониторинга подземных вод ГУМР Комитета по геологии, охране и использованию недр Республики Казахстан

Защита состоится "10" октября 1997 года в 10 часов на заседании Диссертационного Совета Д.53.13.01 при Институте гидрогеологии и геофизики им. У.М. Ахмедсафина Министерства науки - Академии наук Республики Казахстан, в конференц-зале.

Отзывы в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения с указанием даты, просим направлять ученому секретарю Совета по адресу: 480100, г. Алматы, ул. Ч. Валиханова, 94.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института.

Автореферат разослан " 08 " сентября 1997 г.

Ученый секретарь Диссертационного Совета, кандидат геолого-минералогических наук *Ш.Т. Махмұтов*

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В Южном Приаралье - регионе экологического кризиса остро стоит проблема питьевой воды. Высыхание моря пагубно повлияло на состояние экосистемы. Интенсивное применение в сельском хозяйстве различных химических удобрений, сброс коллекторно-дренажных вод в р. Амударья и в ирригационные каналы, ухудшает качество поверхностных и подземных вод. В этих условиях, источниками пресных вод являются линзы грунтовых вод, приуроченные к песчаным отложениям вдоль р. Амударья и каналов Кызкеткен, Кегейли, Куванышджарма и др. На действующих водозаборах региона, эксплуатирующие эти линзы, возникла необходимость защиты их от истощения и загрязнения методом магазинирования и опреснения.

Магазинирование или восполнение подземных вод - это комплекс гидрогеологических и инженерно-технических мероприятий, обеспечивающих дополнительное искусственное питание. В результате происходит регулирование их запасов, позволяющее получить необходимое количество воды, а главное, при её дефиците сохранить водоносный горизонт от истощения. В аридных условиях это единственный способ сохранения пресных водоносных горизонтов (линз), увеличения их ёмкостных запасов с расширением полезной площади при естественном самоочищении воды от загрязнителей, который позволит обеспечить потребности населения в питьевой воде.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Исследовать условия магазинирования и опреснения соленоватых линз грунтовых вод путем искусственного восполнения их запасов на действующих водозаборах.

Исследования при этом предусматривают:

1. Проведение работ по уточнению гидрогеологических параметров водоносных горизонтов, режима и качественно-количественных свойств поверхностных и грунтовых вод, коллекторских свойств покровных отложений;
2. Изучение взаимосвязи линз грунтовых вод с поверхностным стоком (канал, подпитывающие контуры и др.);
3. Разработка рекомендаций по дальнейшему совершенствованию метода магазинирования в различных условиях Южного Приаралья.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ. Объектами исследовательских работ явились приканальные линзы грунтовых вод основных действующих водозаборов Акмангит, Кегейли, Куванышджарма, а также анализ опубликованных и фондовых материалов по вопросу искусственного восполнения запасов подземных вод (ИВЗПВ). Исследования на водозаборных участках проводились по усовершенствованной методике искусственного магазинирования и опреснения линз грунтовых вод, на основе разработки рекомендаций по выбору типа, конструкции и параметров инфильтрационных водозаборных сооружений. Разрабатывались схемы их размещения. По данным полевых работ уточнялись геолого-гидрогеологические условия месторождений, режим их эксплуатации и оценивались запасы грунтовых вод в результате магазинирования и опреснения. Исследования проводились в следующих направлениях:

- изучение условий магазинирования и опреснения линз грунтовых вод;
- улучшение качества воды при искусственном восполнении запасов грунтовых вод;
- исследования процесса коагуляции и заиления инфильтрационных сооружений.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА РАБОТЫ И ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Обоснованы количественно-качественные изменения водоносного горизонта в эксплуатируемых водозаборах и установлены сроки опреснения соленоватых вод при различных условиях их залегания и параметров водовмещающих пород.
2. Установлены закономерности изменения геохимических границ грунтовых вод на стадиях опреснения и накопления ёмкостных запасов линз в условиях магазинирования.
3. Изучены факторы естественного самоочищения фильтрационных вод в процессе искусственного пополнения запасов подземных вод загрязненными поверхностными водами (сельхозудобрения и др.).
4. Выявлены перспективные участки применения метода магазинирования и опреснения, рассмотрены вопросы комплексного использования запасов линз грунтовых вод.
5. Разработаны рекомендации по рациональной эксплуатации приканальных линз.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАБОТЫ И ЕЁ РЕАЛИЗАЦИЯ. Алматинский саммит (февраль, 1997) глав пяти Центральноазиатских государств по проблемам бассейна Аральского моря объявил 1998 год - Годом защиты окружающей среды в регионе Центральной Азии под эгидой ООН и призвал международное сообщество обратить пристальное внимание на сложившуюся кризисную ситуацию в бассейне Аральского моря, и особенно, по оказанию помощи бедствующему населению Приаралья.

На современном этапе эколого-гидрогеологического состояния региона в обеспечении населения пресной питьевой водой, метод искусственного восполнения запасов подземных вод (ИВЗПВ) даёт возможность увеличить

сроки эксплуатации действующих водозаборов с истощенными запасами пресных водоносных горизонтов, не проводя новых, дорогостоящих исследований. Практическая значимость диссертации - это возможность и необходимость внедрения метода ИВЗПВ в различных районах Приаралья, включая долины рек Амударья и Сырдарья, с аналогичными природными и геолого-гидрогеологическими условиями.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Основные положения диссертационной работы доложены на научно-студенческой конференции КазПТИ (Алма-Ата, 1991); на НТС НИЧ факультета Г и ТР КазПТИ (Алма-Ата, 1992); НТС НИЧ геол. факультета МГУ (Москва, 1993); на научно-методической конференции, посвященной 60-летию кафедры Г и ИГ КазПТИ (Алма-Ата, 1994); на расширенном заседании кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Казахского национального технического университета (Алматы, 1997).

ПУБЛИКАЦИЯ РАБОТЫ. По теме диссертации автором опубликовано 5 научных статей и одна находится в печати.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав и заключения. Общий объем: 192 страницы машинописного текста, включая 29 рисунков, 17 таблиц, 11 графиков и списка 98 использованной литературы.

Диссертация выполнена под научным руководством профессора С.Ж. Жапарханова, при опытно-методической и консультативной помощи инженерно-технического персонала Приаральской ГГЭ. В своевременном завершении работы большое содействие оказали заведующий кафедрой доцент Н.Е. Ережепов, доцент В.Н. Антоненко и другие сотрудники кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Казахского национального технического университета. Всем им автор выражает свою благодарность.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ рассмотрены физико-географические факторы и гидрогеоэкология региона Южного Приаралья, характеризующиеся резко выраженным континентальным климатом (-26°C $+45^{\circ}\text{C}$) и незначительным выпадением атмосферных осадков (до 110 мм/год).

Сухость воздуха и высокая температура обуславливают повышенную испаряемость и транспирацию грунтовых вод (до 1649 мм), оказывая влияние на их уровень и процессы засоления орошаемых земель. Единственным источником водоснабжения, орошения и питания водоносных горизонтов и комплексов является р. Амударья. Питание реки - ледниково-снеговое, ширина русла от 0,2 до 2,5 км, глубина от 2 до 25 м, скорость течения 4 м/с, расход зависит от времени года и достигает до $2610 \text{ м}^3/\text{с}$. Минерализация воды изменяется от 0,5 до 3,1 г/л, при сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевом составе.

В гидрогеоэкологическом отношении в связи с высыханием Аральского моря и нарушением экологических условий региона, ситуация в Южном Приаралье ухудшается (пыльные бури, перенос солей, ухудшение качества речных и подземных вод и т.д.). На высохшем дне моря и в дельтах рек Амударьи и Сырдарьи развиты процессы осушения и засоления, которые в совокупности, обуславливают опустынивание больших территорий. Такая деформация природных процессов явилась следствием нарушения всех элементов, обеспечивающих устойчивость природных экосистем: гидрологического режима, почвенных условий, изменения климата, природно-видового многообразия и т.д.

Для восстановления естественных природных условий в регионе в современной экологической ситуации нужен новый подход и конкретные решения, диктуемые чрезвычайной сложностью и трудностью проблемы. По

сохранению оставшейся части моря, комплексной оценки ситуации и прогноза гидрогеоэкологической обстановки территории, важное место должно отводиться внедрению водосберегающей эффективной системы орошения и использования подземных вод. С целью разработки мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов, изучению проявлений различных экзогенно-техногенных геологических процессов и охране окружающей среды территории, необходимо производить многолетние комплексные исследования. Следует создать постоянно действующую модель геологической среды, как основу информационной системы экологического мониторинга Южного Приаралья по борьбе с нежелательными экзогенно-геологическими процессами (засоление почв, эрозионная деятельность воды, ветра и т.д.).

ВО ВТОРОЙ ГЛАВЕ освещены геолого-структурное строение территории и антропогенные изменения. В геологическом строении Южного Приаралья (листы К-40-XII, К-40-XVIII) принимают участие отложения палеозоя и мезокайнозоя (от девона до современных включительно). Палеозойские отложения образуют складчатый фундамент на глубине 1,5-2,0 км, а мезокайнозойские слагают осадочный чехол. Изучаемая территория входит в область ослабленных проявлений альпийского тектонического движения, для которого характерно развитие весьма пологих структур в осадочном покрове. Основными геолого-структурными элементами региона являются: Восточно-Аральская впадина, Арало-Кызылкумский вал и ряд локальных структурных элементов.

Антропогенно-техногенные изменения вызваны интенсивным использованием орошаемых земель, строительством новых коллекторно-дренажных сетей и использованием водных и природных ресурсов региона. Результат этих изменений - высыхание Аральского моря, увеличение засоленности

речных и подземных вод, острая нужда в питьевой воде, резкий рост заболеваемости среди населения и другие нежелательные явления.

В ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ описаны подземные воды. История геолого-гидрогеологических исследований Южного Приаралья начинается с конца XIX века описанием И.В. Мушкетова, А.Д. Архангельского и др., направленных на изучение староречий р. Амударьи и древнего стока в Каспийское море и до нынешних дней, т.е. до проведения на высохшем дне Аральского моря геолого-гидрогеоэкологических съемок. Изученная территория расположена на стыке двух артезианских бассейнов I порядка: Амударьинского и Сырдарьинского (Южно-Приаральский артезианский бассейн II порядка). Границей между ними является Арало-Кызылкумский вал. Отложения Южного Приаралья от палеозоя до современных включительно, охарактеризованы в гидрогеологическом отношении. Всего в пределах территории выделено 9 водоносных горизонтов и комплексов и одна региональная водоупорная толща.

1. Водоносные горизонты четвертичных отложений:

а) Водоносный горизонт верхнечетвертичных и современных русловых отложений;

б) Водоносный комплекс аллювиально-дельтовых верхнечетвертичных-современных отложений.

2. Водоносный горизонт верхнеплиоценовых отложений:

а) водоносный горизонт апшеронских отложений;

б) водоносный комплекс акчагыльских отложений.

В виду загрязнения поверхностных вод, объектами исследований послужили приканальные линзы неоген-четвертичного возраста, являющиеся единственно перспективными из источников для питьевого водоснабжения. Линзы пресных вод распространены в песчаных отложениях вдоль р. Амударьи, каналов Октябрь-Арна, Кегейли, Куванышджарма и др. Ши-

рина линз колеблется от 100 до 2000 м, при протяженности от 500 м до 4500 м. Формирование их происходит за счет фильтрационных потерь из р. Амударьи и каналов. Дебиты скважин составляют 3-10 л/с.

3. Спорадически обводненные ниже-среднемиоценовые отложения сложены глинами, алевролитами.

4. Водоносный комплекс турон-нижнесенонских отложений с глубиной залегания 31 м сложен песками и песчаниками. Воды комплекса напорные (457 м), пьезометрический уровень устанавливается на глубине 57-74 м. Расходы скважин составляют 4-20 л/с. Минерализация от 2 до 8 г/л, при хлоридно-натриевом составе. Температура воды $+19^{\circ}\text{C}$ $+54^{\circ}\text{C}$.

5. Водоносный комплекс сеноманских отложений с глубиной залегания 180-500 м представлен песчаниками и песками. Воды напорные (185-828 м), пьезометрический уровень имеет абсолютные отметки 91-88 м. Расходы скважин составляют 8-12 л/с. Минерализация 2-18 г/л, при хлоридно-натриевом составе. Температура воды $+16^{\circ}\text{C}$ $+34^{\circ}\text{C}$.

6. Водоносный комплекс альбских отложений представлен песками, песчаниками и алевролитами. Расходы скважин составляют 3-7 л/с. Воды напорные и вскрыты на глубинах от 467 до 804 м, пьезометрическая поверхность имеет абсолютную отметку 40-71 м. Минерализация от 2,5 до 91 г/л, при хлоридно-натриевом и натриево-кальциевом составе. Температура воды $+38^{\circ}\text{C}$.

7. Водоносный комплекс неоком-аптских отложений с глубиной залегания 588-1753 м представлен песчаниками, песками с прослоями глин и алевролитов. Расходы скважин составляют 0,1-12 л/с. Воды комплекса напорные (1710 м), уровни устанавливаются на глубине 98-25 м. Минерализация 43-180 г/л, при хлоридно-натриево-кальциевом составе. Температура воды $+91^{\circ}\text{C}$ $+100^{\circ}\text{C}$.

8. Водоносный комплекс среднеюрских отложений представлен песчаниками и алевролитами с прослоями угля и глин. Расходы скважин изменяются от 0,02 до 4 л/с. Пластовые воды имеют напор до 2400 м и пьезометрическая поверхность находится на отметках 123-214 м. Минерализация вод 201-371 г/л, химический состав хлоридно-натриевый. Температура воды достигает $+112^{\circ}\text{C}+120^{\circ}\text{C}$.

9. Водоносная зона трещиноватых верхнепалеозойских отложений представлена мраморами, сланцами и микрогнейсами, прорванными интрузией гранодиоритов. Вскрываются на глубинах 703-740 м, дебиты их достигают 8 л/с при минерализации до 40 г/л. Состав воды преимущественно хлоридно-натриевый.

Водоупорная толща верхнесенон-палеогеновых отложений (региональный водоупор) вскрывается на глубинах 25-210 м, сложена глинами и мергелями. Мощность толщи достигает 600-620 м.

На мелиоративную обстановку региона в основном влияют водоносные горизонты верхнечетвертичных отложений и коллекторно-дренажная сеть. Формирование запасов подземных вод исследованной территории зависит от геолого-гидрогеологических условий развития всего Южного Приаралья. Разветвление р. Амударьи и инженерно-геологическая деятельность человека (поливы, дренаж, сброс избыточных ирригационных вод в местные понижения рельефа и т.д.) придают специфические черты развитию современных гидрогеологических процессов, которые влияют на режим и ресурсы подземных вод региона. Как сказано выше, источником питьевого водоснабжения в регионе являются пресные приканальные линзы грунтовых вод в неоген-четвертичных отложениях. На действующих водозаборах для защиты подземных вод от загрязнения, истощения и улучшения качества откачиваемых вод в регионе, широко применяется метод магазинирования и опреснения линз грунтовых вод.

В ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ подробно охарактеризованы гидрогеологические условия магазинирования и опреснения линз грунтовых вод.

В Южном Приаралье запасы пресных подземных вод ограничены и наблюдается острая нехватка качественной питьевой воды. Следовательно, возникает проблема искусственного вмешательства для водоснабжения населения питьевой воде, отвечающей современным требованиям.

В регионе метод искусственного восполнения запасов подземных вод (ИВЗПВ) применяется на действующих водозаборах в случаях, когда ёмкостные запасы водоносного горизонта истощены в процессе эксплуатации и не удовлетворяют потребности в питьевой воде.

Для применения метода искусственного магазинирования и опреснения линз грунтовых вод необходимы:

- поверхностный сток, водоем (река, канал, подпитывающие сооружения и др.), являющиеся источником питания линз грунтовых вод в процессе искусственного увеличения площади и объема ёмкостных запасов месторождения;

- небольшая мощность покровных отложений (до 3 м);

- первый от поверхности или гидравлически связанные с ними водоносные горизонты (линзы пресных подземных вод), сложенные породами с хорошими коллекторскими свойствами. Водосодержащие отложения должны являться естественными фильтрами поверхностных вод в процессе опреснения и магазинирования вод;

- водоотвод, для сброса солоноватых и соленых вод замещенных пресными поверхностными водами, откачиваемых из водоносного горизонта за пределы водозабора.

В этой, специализированной опытно-методической главе, охватывающей более 60% всего объема работы, рассматриваются важные вопросы совер-

шенствования применяемой методики магазинирования и опреснения приканальных линз грунтовых вод.

В результате детального изучения и обобщения многочисленных фактических данных, рассматриваются характеристики месторождений подземных вод (приканальных линз грунтовых вод) и существующих водозаборов. Рассмотрены их геологическое строение, гидрогеологические условия формирования и режим грунтовых вод, а также гидрогеохимическая обстановка. Подробно охарактеризованы гидродинамические параметры, режим и ресурсы подземных вод, условия магазинирования и их опреснения. Проанализированы вопросы эксплуатации линз грунтовых вод для различных целей и пути их использования. Составлены схемы водозаборов, геолого-гидрогеологические карты (М 1:5000, 1:10000 и 1:50000) участков работ и различные графики по водозабрам. Исследованы процессы кольтации, заилиения и изменения качества воды, а также вопросы моделирования и эффективности применения метода ИВЗПВ. В главе детально рассмотрены основные водозаборы региона (Акмангит, Кегейли, Куванышджарма) с их различными геолого-гидрогеологическими условиями. Выявлены специфические для региона Южного Приаралья закономерности по эксплуатации месторождений приканальных линз пресных и слабосолоноватых грунтовых вод в условиях искусственного опреснения и магазинирования их ёмкостных запасов.

Водозабор А к м а н г и т с ИВЗПВ расположен вдоль канала Октябрь-Арна. Эксплуатируемое месторождение пресных вод приурочено к верхнечетвертично-аллювиальным (aQiv) мелкозернистым слюдистым пескам, выдержанным по мощности и имеющим сложный гидрогеохимический состав. Протяженность месторождения вдоль канала более 3000 м, ширина 350-1500 м. Зона опреснения развита до водоупора верхнего мела. Питание горизонт получает из канала и с полей орошения, а расходуется на

водоотбор эксплуатационными скважинами водозабора, оттоки за пределы участка и выклинивания их в дрены, испарение и транспирацию. Мощность покровных отложений до 2,5 м. На территории водозабора развиты процессы вторичного засоления почвы. Минерализация линзы грунтовых вод составляет 0,9-2,2 г/л. По результатам режимных наблюдений северо-западная часть месторождения истощена полностью, центральная частично, а в юго-восточной её части, не затронутой влиянием водозабора, сохранились ёмкостные запасы пресных вод. По составу - воды хлоридно-сульфатно-натриевые и кальциевые. Основные гидрогеологические параметры водоносного горизонта: коэффициент фильтрации - 15,6 м/сут, водопроницаемость - 359,8 м²/сут, уровнепроводность - $5,2 \cdot 10^3$ м²/сут, водоотдача - 0,17. Мощность четвертичного горизонта - 23 м.

Для сохранения истощенной приканальной линзы эксплуатируемой Акмангитским водозабором и улучшения вопроса водоснабжения пос. Акмангит, проведены работы с искусственным формированием запасов пресных подземных вод. На месторождении применена площадная система размещения водозаборных скважин и контуров искусственного питания для формирования запасов линз пресных вод. Такая система водозабора позволяет создавать во время паводка (3-4 месяца), в достаточном количестве запасы подземных вод и непрерывно подавать потребителю качественную (до 1,0 г/л) воду. Эксплуатируемый водоносный горизонт в этом случае питание получает не только из канала, но и из подпитывающих контуров. В результате увеличивается полезная площадь и пополняются запасы пресных подземных вод, достаточные для бесперебойного водоотбора.

Работы по искусственному восполнению запасов подземных вод и их магазинированию решались следующим образом:

1. Уточнены гидрогеологические условия месторождения.

2. Выяснено литологическое строение участка (блока магасинирования), пересчитаны гидрогеологические параметры водоносного горизонта и оценена количественная взаимосвязь подземных вод с поверхностными водами канала Октябрь-Арна и системами искусственного питания.
3. Изучено изменение гидрогеологических условий месторождения при эксплуатации водозабора с искусственным восполнением запасов в различных режимах его работы путём проведения опытно-эксплуатационной откчки.
4. Даны прогнозы работы водозаборного сооружения с искусственным восполнением на расчётный срок эксплуатации.
5. Оценены эксплуатационные запасы подземных вод.

Механизм магасинирования подземных вод на данном водозаборе, состоящего из 3-х блоков искусственного восполнения происходил в период, когда в канале пресная вода (120 сут), при работе всех скважин трех блоков (в условиях пласт-полосы с границами постоянного напора) для искусственного увеличения площади месторождений линз пресных вод. Создаваемый и опресненный за этот период объем пресной воды достаточен для её эксплуатации средним рядом скважин в меженный период (245 сут) без ухудшения качества подземных вод, до начала следующего этапа фильтроцикла в паводковый период. За это время происходит опреснение линзы выкачиванием скважинами 1-го и 3-го рядов солоноватых (до 1,5-2,5 г/л) подземных вод, заполняя освобождаемый объем линзы "очищенной" пресной (до 1,0 г/л) поверхностной водой. Исследования показали:

- за время отсутствия воды в канале (245 суток), граница неопресненных вод не пересекала линию контуров, ограничивающих второй водозаборный (основной) блок;

- формирование запасов пресных подземных вод закончилось к концу срока (120 суток) магазинирования и произошло полное опреснение горизонта.

Минерализация за этот промежуток времени была уменьшена почти от 1,8 до 1,0 г/л, дебит в среднем составил 5 л/с. Общий запас грунтовых вод опресненной линзы составил по категориям: A+B+C, 10541 м³/сут (120 сут) и 4145 м³/сут (245 сут).

Проведённые исследования подтверждают, что только применение на данном месторождении площадного типа водозабора с использованием поверхностного стока в инфильтрационных контурах, даёт возможность положительно решить вопрос о сохранении пресных приканальных линз и эксплуатации их для водоснабжения.

Водозабор Кегейли эксплуатирует линзу пресных грунтовых вод вдоль одноимённого канала. Месторождение (линза) пресных вод заключено в современных русловых песках, протягивающихся полосой вдоль канала и в подстилающих неогеновых песчаниках. Ширина зоны опреснения до 1,2 км, протяжённость 2 км, средняя мощность 25 м. Граница линзы пресных грунтовых вод в плане и в разрезе имеет неправильные очертания. Отсутствие сплошного водоупора, отделяющего толщу четвертичных песков от неогеновых песчаников позволяет рассматривать оба горизонта как единый неоген-четвертичный комплекс. Источником питания служит канал Кегейли и фильтрационные потери с полей орошения. Разгрузка линзы происходит на отток за пределы исследуемого горизонта, транспирацию и на испарение. Минерализация грунтовых вод изменяется от 0,5-8,5 г/л. Вода по составу гидрокарбонатно-магниева.

В целях сохранения линзы от истощения и удовлетворения растущей потребности населения в питьевой воде, на действующем водозаборе Кегейли применен метод искусственного магазинирования и опреснения за-

пасов линз грунтовых вод. По расширению действующего водозабора методом искусственного восполнения (магазинирования) при линейно-двухрядном размещении эксплуатационных скважин сделаны работы по:

- распространению зоны (опреснения) пресных подземных вод в плане и в разрезе, а также пересчитаны гидрогеологические параметры водоносных горизонтов современных русловых и верхнеплиоценовых отложений по линии расположения водозабора;

- уточнению режима работы действующего водозабора и изменение его в годовом разрезе (положение динамических уровней, дебитов и качества отбираемой воды);

- выяснению возможности восполнения запасов пресных вод искусственным путем с учетом изменения геохимических условий;

- обоснованию рациональной схемы водозабора с искусственным восполнением.

Механизм магазинирования пресных вод месторождений происходит за время фильтроцикла (122 суток) двухрядной линейной системой водозаборных скважин, искусственное питание которых осуществлялось двумя инфильтрационными каналами (подпитывающие контуры), которые заполнялись поверхностной водой из канала. Далее, осветляясь в отстойнике, вода заполняет инфильтрационные каналы. За этот период фильтрационные потери из контуров компенсируют суммарный расход водозабора, а избыточная часть этих потерь идет на пополнение ёмкостных запасов. Подпитывающие контуры, увеличивая площадь пресной линзы, также выполняют роль границы, предотвращающей взаимодействия скважин действующего водозабора с рядами эксплуатационных скважин искусственного восполнения.

Проведен ряд специальных работ, исследовавших процесс формирования и опреснения линз грунтовых вод:

1. Уточнены гидрогеологические параметры неоген-четвертичных отложений на линии расположения водозабора.
2. Определены степень взаимосвязи поверхностных и грунтовых вод и изменения их в течение фильтрационного цикла.
3. Изучены возможности интенсификации отбора пресных подземных вод в течение всего периода наличия в канале Кегейли пресной воды за счет их искусственного восполнения.

Подсчитанные эксплуатационные запасы опресненной линзы грунтовых вод по категории А+В показали, что откачка их в количестве 18,1 тыс.м³/сут на период восполнения и 4,2 тыс.м³/сут на период сработки ёмкостных запасов, позволяет обеспечить круглогодичное водоснабжение населения.

Водозабор Куванышджарма расположен на левобережье одноименного канала и эксплуатирует приканальную линзу, в которой водовмещающие породы между собой гидравлически связаны и имеют двухслойное строение. Верхняя толща приурочена к аллювиальным отложениям четвертичного возраста (aQiv), сложенных мелкозёмом мощностью 15 м, с минерализацией 1,2-1,4 г/л, а нижняя - к неогеновым (N₂³) отложениям, содержащим пресные воды, сложены песками и песчаниками мощностью 35 м с минерализацией 0,8 г/л. Длина приканальной линзы более 2500 м, ширина 800 м. Основной источник питания месторождений - это канал Куванышджарма с шириной до 16 м, глубиной 2,0-5,0 м и минерализацией 1,3 г/л. Вода в канале содержит большое количество взвешенных частиц. На территории водозабора с ИВЗПВ имеются солончаковые пятна вызванные высокой температурой воздуха, небольшим количеством атмосферных осадков и испарением грунтовых вод с поверхности земли. Местность на левобережье имеет равнинный характер, благоприятный для строительства подпитывающих контуров. Эксплуатационные запасы пресных подземных

вод приурочены к нижней водоносной (N_2^3) толще. Линза характеризуется весьма сложным гидрохимическим условием и наблюдается сработка существующих статических запасов пресных вод.

В целях обеспечения потребности населения в питьевой воде, а также увеличения и сохранения объема эксплуатационных запасов пресных вод приканальной линзы, применен метод магазинирования и опреснения линз грунтовых вод. Из геолого-гидрогеологических условий для водоснабжения необходимо было строительство двухъярусного водозабора со спаренными скважинами. Верхний ярус скважин предназначался для магазинирования паводкового стока и работал в период наличия воды в канале Куванышджарма, а нижний ярус скважин работал круглогодично. Опреснение производилось в пределах развития депрессионной воронки при интенсивной откачке солёных вод из верхней водоносной толщи в паводковый период, а создаваемые искусственные запасы привлекались водозабором при эксплуатации нижней водоносной толщи в межень. В водозаборе с ИВЗПВ источником питания при магазинировании служил канал и подпитывающий контур.

Вода в канале Куванышджарма наблюдается в течение 4-4,5 месяцев в году. К этому периоду приурочено магазинирование поверхностного стока и опреснение водоносного горизонта верхней толщи. В это время в верхнем и нижнем ярусах водозабора работают по 4 скважины: нижний ярус (3 л/с) эксплуатируется круглогодично, верхний (4 л/с) - только в паводковый период. Принцип работы водозабора на годичный фильтроцикл с искусственным восполнением запасов подземных вод выглядит таким образом: в течение 120 суток (паводковый период) работают скважины двух толщ. В меженный период (183 суток), характеризующийся отсутствием воды в канале и в контуре, работает только нижний ярус скважин в безграничном пласте с искусственным запасом и в течение 62 дней (31 день перед нача-

лом работ по магазинированию подземных вод и столько же после их окончания), работают скважины нижнего яруса.

В ходе исследований пересчитаны гидрогеологические параметры месторождений и определялись важные факторы процесса магазинирования:

- определялся прогноз изменения качества подземных вод при продвижении солоноватых вод с боковых границ как фактора, воздействующего на ёмкостные запасы пресных вод;

- допустимое понижение уровня воды в процессе эксплуатации водозабора методом ИВЗПВ, оптимальный расход скважин;

- произведён расчёт параметров подпитывающих контуров и определена обеспеченность водоотбора скважинами верхнего яруса фильтрационными потерями из канала и подпитывающего контура (2,3 м /сут);

- опытными и расчётными путями установлены запасы подземных вод по категориям $A+B+C_1$, которые составили: 4835 м³/сут (122 сут), 2074 м³/сут (245 сут).

Практика показала, что метод магазинирования и опреснения линз грунтовых вод обеспечивает здесь потребность населения в питьевой воде круглогодично.

Процессы изменения качества воды и коагуляции при эксплуатации данных водозаборов являлись сложными там, где происходила глубокая очистка воды. Степень её очистки зависела главным образом от химического и бактериологического состава инфильтруемой воды, расстояния от сооружения до скважины (50-75 м), механического состава пород зоны аэрации и от качества подземных вод до искусственного пополнения.

Основными факторами, определяющими естественное самоочищение воды в пористой среде являлись: механическое задержание взвешенных веществ, прилипание, поглощение, окисление (химическое действие кислорода, растворенного в воде), биологические процессы, связанные с жизне-

деятельностью простейших водных организмов. Наблюдалась барьерная роль биологически активного слоя, формирующегося на дне инфильтрационных сооружений при развитии микроорганизмов в слоях коьматации и заиления. Глубины интенсивной коьматации составили 0,15-0,23 м, при мощности коьматированного слоя 10-15 см. При магазинировании поверхностной воды, фильтрующий грунт действует как сито и задерживает частицы превышающие размеры пор, а более мелкие частички под влиянием химических, биохимических, и физико-химических процессов изменяют свой состав. Коэффициент фильтрации слоя заиления колеблется в пределах 1,1-9,6 м/сут. Интенсивность поглощения мелких частиц зависит от состава грунта и увеличивается по мере коьматации и заиления инфильтрационных сооружений. Грязеёмкость пород зависела от их фильтрационных свойств, мутности воды, механического состава взвеси и режима заполнения сооружений. Естественная очистка воды от загрязнителей (сельскохозяйственные удобрения и др.) является важнейшим результатом процесса искусственного восполнения.

Расчет водозаборов на ЭВМ и выбор оптимального режима их эксплуатации в условиях пресных линз, включал в себя прогноз понижения динамических уровней в эксплуатационных скважинах, время подтягивания солоноватых вод и замену их пресными, оптимальные размеры размещения элементов водозабора с ИВЗПВ, развитие депрессионной воронки и оценку скорости подтягивания границ солоноватых вод. В результате исследований произведены выборы оптимальных режимов эксплуатационных водозаборов, исключающих подтягивание солоноватых вод к рядам скважин. Чтобы проследить динамику сработки и восполнения линз пресных вод, исследования проводились в нестационарном режиме. Рассмотрен десятилетний срок эксплуатации водозаборов.

Водозаборы, эксплуатирующие запасы пресных подземных вод приканальных линз, в сложившейся водохозяйственной обстановке являются безальтернативным и эффективным источником для Южного Приаралья. Мероприятия по ИВЗПВ на действующих водозаборах обеспечивают прирост их дебита, улучшение качества воды, условий эксплуатации водозаборных сооружений и использование установленных мощностей. Поэтому очень велика гидрогеологическая и экономическая эффективность мероприятий по искусственному восполнению эксплуатационных запасов таких вод. В основу оценки экономического эффекта ИВЗПВ приняты принципиальные положения оценки экономической эффективности внедрения нового метода водообеспечения. Так, без применения искусственного восполнения, сформированные запасы срабатываются в течение 1 года, а с искусственным восполнением расчетный срок увеличивается до 10 лет (согласно прогнозам срока сохранения существующих водохозяйственных условий).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проблема питьевого водоснабжения населения Приаралья стала актуальной вследствие усиливающейся тенденции ухудшения качества поверхностных и подземных вод. Искусственное восполнение запасов подземных вод осуществлялось на участках действующих водозаборов, эксплуатирующих приканальные линзы грунтовых вод с целью сохранения пресных линз и увеличения их эксплуатационных запасов.

2. Применительно к условиям низовий р. Амударьи, установлены принципы и нормы эксплуатации опреснённых солоноватых приканальных линз грунтовых вод методом ИВЗПВ при различных условиях их залегания, в зависимости от водовмещающих пород.

3. Расчет водозаборов на ЭВМ и выбор математических моделей оптимального режима эксплуатации в условиях линз грунтовых вод, включал в себя прогноз понижения динамических уровней в эксплуатационных скважинах, времени подтягивания солоноватых вод и замены их пресными, оптимальные размеры размещения элементов водозабора.

4. Эксплуатация приканальных линз методом ИВЗПВ является приемлемым, надежным и экономичным.

а) Приемлемость метода - это возможность использования его в аналогичных с Южным Приаральем регионах в обеспечении населения доброкачественной питьевой водой. На территории Казахстана примером может служить долина р. Сырдарья и др., с близкими природно-гидрогеологическими условиями с вышеназванным.

б) Надежность заключается в увеличении водоотбора в 1,5 - 2,5 раза за счёт накопления объема пресных подземных вод в процессе выкачивания солоноватых вод. В результате искусственно созданный опреснённый объем воды будет достаточен для водоснабжения в меженный период без ухудшения качества грунтовых вод, до начала следующего этапа фильтрационного цикла. Применение установленных закономерностей к месторождениям приканальных линз в дальнейшем позволит снизить объем проводимых геологоразведочных работ.

в) Экономичность метода - это проведение кратковременных исследований в пределах одного опытного блока (участка), в результате которых получается полный годичный цикл работы водозабора и максимальная информация о динамике гидрогеологических процессов, происходящих на месторождении в различных режимах его эксплуатации. Так, затраты на прирост 1 м³/сут дебита водозабора за счет ИВЗПВ составляют 4-6 тг., а без него 40-50 тг. Достигается компактность водозаборных сооружений и высокопроизводительная эксплуатация установленных мощностей, что

приводит к экономии электроэнергии и снижению себестоимости 1 м³ откачиваемой воды на 20-25%.

5. Для эффективного использования запасов подземных вод месторождений необходимо:

- в период наличия в канале пресных поверхностных вод производить наполнение подпитывающих контуров. Строго наблюдать за дебитом и уровнями в скважинах, и проводить контроль за качеством воды, отбираемой скважинами водозабора.

- наиболее оптимальным для данных водозаборов будет строительство основных и вспомогательных (для осветления воды) подпитывающих контуров. Это позволит, во-первых, резко уменьшить процессы колюматации, и, во-вторых, управлять процессами формирования и восполнения запасов. Дополнительные затраты на строительство такой системы окупятся довольно быстро из-за сокращения ежегодных чисток контуров.

6. С целью контроля за сезонным изменением качества поверхностных и подземных вод, а также условий формирования эксплуатационного водозабора в процессе эксплуатации водозаборов ИВЗГПВ, необходимы площадные режимные круглогодичные наблюдения. По результатам наблюдений оцениваются источники формирования эксплуатационных запасов грунтовых вод и производится расчёт дебита водозабора с учётом их искусственного пополнения. Для достижения эффективной работы следует ежегодно производить чистку дна и бортов подпитывающих контуров перед заполнением их водой и создать зону санитарной охраны водозаборов.

7. Вдоль каналов Октябрь-Арна, Кегейли и Куванышджарма выявлены месторождения аналогичных типов и имеются предпосылки для обнаружения подобных линз на участках развития русел других древних протоков. В этой связи, проведённые нами исследования представляют как научный, так и практический интерес для использования их в дальнейших работах по

магасинированию запасов грунтовых вод применительно к другим территориям Приаралья.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Искусственное опреснение линз соленоватых подземных вод в Приаралье. Материалы научной и учебно-методической конференции, посвященной 60-летию кафедры гидрогеологии и инженерной геологии КазПТИ. А-А. 1992, с.133-134 (В соавт. с С.Ж. Жапархановым).
2. Гидрогеозкология Приаралья. Межвузовский сб. научных трудов "Рациональное использование подземных вод Казахстана и их охрана". А-А. 1994, с.76-88 (В соавт. с С.Ж. Жапархановым).
3. Формирование линз пресных подземных вод водозабора Акмангит в Приаралье. "Вестник КазНТУ", № 1, 1996, с.95-100.
4. Гидрогеологические условия магасинирования и опреснения грунтовых вод водозабора Куванышджарма в Приаралье. Рукопись депонирована в КазНИНТИ, 6681-Ка96, № 1, 1996, с. 29.
5. Формирование пресной линзы подземных вод водозабора Кегейли методом искусственного восполнения. Сб. научных трудов кафедры ГиИГ, КазНТУ, 1997, с.40-45.
6. Гидрогеологические условия формирования линз пресных грунтовых вод в Приаралье. Сб. научных трудов кафедры ГиИГ, КазНТУ, 7 с (в печати).



ТҮЙІНДЕМЕ **ЖАҚСЫМҰРАТОВ К.М.**

Оңтүстік Арал маңындағы грунт сулары линзаларын магазиндеу және тұщыландырудың гидрогеологиялық жағдайлары.

Диссертациялық жұмыс экологиялық зардап шегіп отырған Оңтүстік Арал маңының елді мекендерін ауыз сумен қамтамасыз ету мәселесін жақсартуға арналған. Канал маңындағы линзалардың грунт суларының көлемдік қорын ұлғайту және оларды сарқылудан қорғау мақсатында магазиндеу және тұщыландыру зертеулері жүргізілді.

Зертеу объектілері бойынша тұжырымдар жасауға негізінен қазіргі кезде жұмыс істеп тұрған Ақмаңғыт, Көгейлі, Қуаныш-Жарма су тартқыштары, сонымен қатар жер асты суларының жасанды түрде толықтырылуы жөніндегі фондылық материалдар мен жарияланған ғылыми мақалалар негіз болды. Бұл жұмыста сулы горизонттың сандық және сапалық өзгерулері негізделген және ащы сулардың тұщылану мерзімдері есептелген. Линзалардың көлемдік қорларының жиналуы және тұщылану кезеңіндегі магазиндеу жағдайындағы грунт суларының геохимиялық өзгеру шекарасының заңдылықтары анықталған. Жер беті суларының табиғи тазару процесі кезіндегі жер асты суларының қорын ластанған жер үсті суларымен топыраққа сіңіру арқылы толықтырғанда, олардың табиғи түрде өздігінен тазалану факторлары зерттелген. Грунт суларының тұщыланған линзалары мен магазиндеу әдістерін пайдалануға болатын телімдер анықталған және оларды кешенді түрде тиімді пайдалану мәселелері қарастырылған. Канал бойындағы линзаларды тиімді пайдалану жөнінде ұсыныстар көрсетілген.

SUMMARY

JAKSEMURATOV K.M.

HYDRO-GEOLOGICAL CONDITIONS OF MAGAZINING AND DISTILLATION OF UNDERGROUND WATER LENSES IN SOUTHERN THE ARAL SEE

The desertation work is devoted to the problem of improving of drinkable water supply of the Southern Aral see population - region of ecological disaster. The hydro-geological conditions of magazinging and gistillation of by - chanal fresh water lenses of underground water have been reseached with the purpose of saving them from exhausting and incresning their capacity stock simultancously.

The objects of researches have been the main operationg waterscoops of Akmangit, Kegeily, Jbuanishgarma and all existing published and reserved materials on the problem of an artificial mcreating the stocks of underground waters undewent thorough analysis. The qualitative changes of waterberaing horizon are justified in the research and the period of time of disstillation of saltish water is determmed. The change legitimacies of geochemical boundaries of underground waters at the stage of distillation and accumulation of capacity stocks of lenses in condition of magazinging are clarified. The factors natural self-desalinization of surface water from contamination are investigated in the process of artificial increasing the capacity stocks of underground water. The perspective sites for magazinging and distillation of ground water lenses are revealed and the problems of their rational and complex use are also considered. The recommendations for rational maintenance of by - channel lenses in the region are developed.

