

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева
Институт геологии и нефтегазового дела им.К.Турсырова
Кафедра Геологии Нефти и Газа

УДК 556.31.01.04.06(574)

На правах рукописи

Бостан Айза Қайратқызы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации	Условия формирования подбарханных линз пресных подземных вод для организации водоснабжения участков отгонного животноводства
Направление подготовки	6М075500 – «Гидрогеология и инженерная геология»

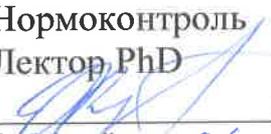
Научный руководитель,
канд. геол.-минерал. наук,
профессор

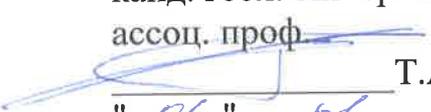

В.А. Завалей
" 28 " 05 2019 г.

Рецензент,
PhD


К.М.Канафин
" 04 " 06 2019 г.

Нормоконтроль
Лектор PhD


Кульдеева Э.М
" 03 " 06 2019 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ГНиГ,
канд. геол.-минерал. наук,
ассоц. проф.

Т.А.Енсепаев
" 06 " 06 2019 г.

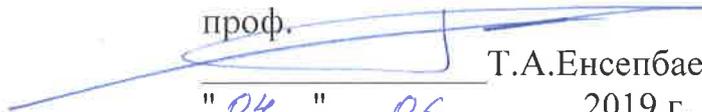
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева
Институт геологии и нефтегазового дела им.К.Турысова
Кафедра Геологии Нефти и Газа

6M075500 - Гидрогеология и инженерная геология

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ГНиГ,
канд. геол.-минерал. наук, ассоц.
проф.

 Т.А.Енсепаев

" 04 " 06 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Бостан Айзе Қайратқызы.

Тема: Условия формирования подбарханных линз пресных подземных вод для организации водоснабжения участков отгонного животноводства.

Утверждена приказом ректора университета №1603 - м от 30.10.2017 г.

Срок сдачи законченной диссертации 06.06.2019 г.

Исходные данные к магистерской диссертации: *Наиболее острой проблемой в Казахстане является обеспечение населения качественной питьевой водой. Целый ряд регионов, в т.ч. Западный Казахстан испытывает в ней острую потребность. Решение этой социально значимой задачи возможно путем максимального использования подземных вод, что позволит существенно решить проблему доступа населения страны к качественной питьевой воде. На территории пустынь и полупустынь, где расположены барханные дюны, стоит вопрос о водоснабжении отгонного (пастбищного) животноводства. Для этого необходимо изучить такой тип формирования подземных вод как линзовый.*

Перечень подлежащих к разработке в магистерской диссертации вопросов:

- а) Физико-геологические условия Северного Прикаспия и геологическое строение и гидрогеологические условия территории;
- б) Условия формирования пресных локальных подбарханных линз;
- в) Рекомендации по созданию техногенных подбарханных линз;
- г) Экономическая эффективность и социальная значимость использования пресных подбарханных линз.

Перечень графического материала:

Подписи

консультантов и нормоконтролёра на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименования разделов	Научный руководитель, консультанты	Дата подписания	Подпись
Физико-географические условия Северного Прикаспия	канд.геол.-минерал.наук, проф. Завалей В.А.	15.12.18	
Геологическое строение и гидрогеологические условия Северного Прикаспия	канд.геол.-минерал.наук, проф. Завалей В.А.	15.03.19	
Условия формирования пресных локальных подбарханных линз	канд.геол.-минерал.наук, проф. Завалей В.А.	20.04.19	
Рекомендации по созданию техногенных подбарханных линз	канд.геол.-минерал.наук, проф. Завалей В.А.	10.05.19	
Экономическая эффективность и социальная значимость использования пресных подбарханных линз	канд.геол.-минерал.наук, проф. Завалей В.А.	23.05.19	
Нормоконтролёр	Лектор PhD Кульдеева Э.М.	03.06.19	

Научный руководитель  В.А. Завалей

(подпись)

Задание приняла к исполнению магистрантка


(подпись)

А. Қ. Бостан

«

»

Рекомендуемая основная литература:

1 Алексин О. А. Основы гидрохимии. Гимиз, Л., 1953.

2 Кунин В.Н. Линзы пресных вод пустыни. Изд-во АН СССР 1963

3 Кунин В.Н. Местные воды пустынь и вопросы из использования. Изд-во АН СССР, 1955

4 Плотников Н.И., Плотников Н.А., К.И. Сычев Гидрогеологические основы искусственного восполнения запасов подземных вод, Москва «Недра», 1978

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименования разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Физико-географические условия Северного Прикаспия Геологическое строение и гидрогеологические условия Северного Прикаспия	10.12.2018	
Условия формирования пресных локальных подбарханных линз	15.03.2019	
Рекомендации по созданию техногенных подбарханных линз	20.04.2019	
Экономическая эффективность и социальная значимость использования пресных подбарханных линз	15.05.2019	

АНДАТПА

Жаңа жергілікті субархиялық линзаларды қалыптастыру және жасанды жасау үшін жағдайларды анықтау және оларды пайдалану бойынша ұсыныстар жасау магистрлік диссертацияның мақсаты болып табылады.

Солтүстік Каспийдің климаттық және географиялық жағдайлары қарастырылды. Аумақтың геологиялық құрылымы мен гидрогеологиялық жағдайлары келтірілген. Жаңа жергілікті линзаларды қалыптастыру шарттары зерттелді. Қуат линзаларының конденсация теориясы көрсетілген. Жер асты суларының булануы кезінде өсімдіктердің рөлі анықталды. Жер асты суларының жаңа линзаларын трансмиссия үшін пайдалану жайында ұсыныстар берілген.

АННОТАЦИЯ

Целью настоящей магистерской диссертации является выявить условия формирования и искусственного создания пресных локальных подбарханных линз и дать рекомендации по их эксплуатации.

Рассмотрены климатические и географические условия Северного Прикаспия. Приведены геологическое строение и гидрогеологические условия территории. Изучены условия формирования пресных локальных подбарханных линз. Приводится конденсационная теория питания линз. Выявлена роль растительности в испарении подземных вод. Даны рекомендации по эксплуатации линз пресных подземных вод для отгонного животноводства.

ANNOTATION

The purpose of this master's thesis is to identify the conditions for the formation and artificial creation of fresh local subarchic lenses and make recommendations for their use.

Climatic and geographical conditions of the Northern Caspian is considered. The geological structure and hydrogeological conditions of the territory are given. The conditions for the formation of fresh local sub-lens are studied. The condensation theory of power lenses is given. The role of vegetation in the evaporation of groundwater is revealed. Recommendations on the operation of fresh groundwater lenses for transhumance are given.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	8
1	Физико-географические условия Северного Прикаспия	9
1.1	Климат	9
1.2	Орография	12
1.3	Почва и растительность	13
1.4	Гидрография	15
2	Геологическое строение и гидрогеологические условия Северного Прикаспия	16
2.1	Геология	16
2.2	Гидрогеологические условия	17
3	Условия формирования пресных локальных подбарханных линз	23
3.1	Анализ литературных источников	25
3.2	Влияние климатических факторов на формирование пресных линз	26
3.3	Высота капиллярного поднятия для различных грунтов	27
3.4	Роль растительности в испарении подземных вод	29
3.5	Конденсационная теория питания пресных линз	32
4	Рекомендации по созданию техногенных подбарханных линз	36
4.1	Методика оценки эксплуатационных запасов подбарханных линз	38
4.2	Гидродинамический расчет запасов подземных вод	45
5	Экономическая эффективность и социальная значимость использования пресных подземных вод	49
5.1	Специфика оценки запасов подземных вод	49
5.2	Специфика использования пресных подземных вод для организации отгонного животноводства	50
5.3	Мероприятия по режиму использования пастбищ	51
5.4	Расчет возможного объема техногенной линзы	52
	Заключение	53
	Список использованной литературы	54
	Приложение А	55

ВВЕДЕНИЕ

Использование природных богатств пустыни всегда лимитировалось наличием выявленных запасов вод необходимого качества. Часто значительные по площади пастбища из-за отсутствия природной воды не использовались или использовались только в холодные периоды года, когда потребность в воде для водопоя уменьшалась, и могли быть использованы более минерализованные воды, а питьевая вода получалась путем сбора атмосферных осадков. Отсутствие воды в еще большей степени ограничивало развитие промышленности в пустыне, и её природные богатства оставались даже неразведанными.

Поискам и изучению водных ресурсов мешало укоренившееся мнение о безводности пустынь и отсутствии условий для накопления вод, что обосновывалось малым количеством атмосферных осадков (80—120 мм в год), большой величиной дефицита влажности воздуха.

Проблема рационального использования подземных вод особенно актуальна в условиях острого водного дефицита Атырауского региона в целом.

Дефицит пресной воды усугубляется постоянно растущими ее потребностями бурно развивающейся здесь отрасли нефтедобычи, острым дефицитом воды в реке Урал, а также практически полным отсутствием постоянных поверхностных водотоков на территории Атырауской области. Для дальнейшего развития региона необходимо разрешение проблемы вододефицита.

В этой связи, следует рассматривать изучение и вовлечение в эксплуатацию альтернативных источников водообеспечения региона, шире используя подземные воды.

Одним из вариантов использования подземных вод в водоснабжении сельскохозяйственных объектов мной предлагаются линзы пресных подземных вод, формирующиеся в пределах барханных массивов.

В магистерской диссертации рассматриваются вопросы создания локальных техногенных подбарханных линз пресных подземных вод, которые могут быть использованы для организации водоснабжения участков отгонного животноводства.

Приводятся условия формирования пресных локальных подбарханных линз. Условия питания на основе конденсационной теории питания линз. Рассматривается роль растительности в испарении подземных вод. На основе изучения выше сказанных вопросов. Даются рекомендации по эксплуатации линз пресных подземных вод для отгонного животноводства.

1 Физико-географические условия Северного Прикаспия

Участок работ расположен в Центральной части Евразийского материка на территории Прикаспийской низменности. Абсолютные отметки поверхности варьируют от -26 до -17 м. Внутриматериковое положение и особенности орографии определяют резкую континентальность климата, основными чертами которого являются преобладание антициклонических условий, резкие температурные изменения в течение года и суток, жесткий ветровой режим и дефицит осадков.

1.1 Климат

Климат района относится к типу климатов пустынь и полупустынь бореального типа. Общими чертами климата района являются резкие температурные контрасты, холодная суровая зима и жаркое лето, быстрый переход от зимы к лету и короткий весенний период, неустойчивость и дефицитность атмосферных осадков, большая сухость воздуха, интенсивность процессов испарения, неустойчивость климатических показателей во времени (из года в год) и большое количество солнечного тепла. Для района характерным является изобилие тепла и преобладание ясной сухой погоды. Годовое число солнечного сияния составляет 2600-2700.

Климатическая характеристика и основные климатические параметры, характерные для района, работ, приводятся по данным многолетних наблюдений метеостанции г.Атырау, с учетом требований СНиП РК 2.04-01-2001 (таблица 1.1).

Среднегодовая температура воздуха описываемой территории составляет +8,4.

Таблица 1.1 - Средняя многолетняя месячная и годовая температура воздуха района

Пункт	Месяцы												Го д
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Атырау	-9,6	-8,7	-1,5	9,6	18,2	23,4	25,7	23,7	16,8	8,2	0,4	-5,6	8,4

Наиболее холодным месяцем является январь со среднемесячной температурой воздуха - минус 9,6 градусов. Самым жарким месяцем является июль со среднемесячной температурой воздуха +25,7 градуса. Абсолютный максимум температур, равный +45 градусам, отмечается в июле, абсолютный минимум, равный - 38 градусам в январе. Среднегодовая температура воздуха равна +8,4 градусам. Наибольшее повышение температуры воздуха в году отмечается в апреле. К этому времени приурочено вскрытие рек и

прохождение максимального поверхностного стока. Продолжительность безморозного периода составляет 236 дней в году. Климатический график приводится на рисунке 1.1.

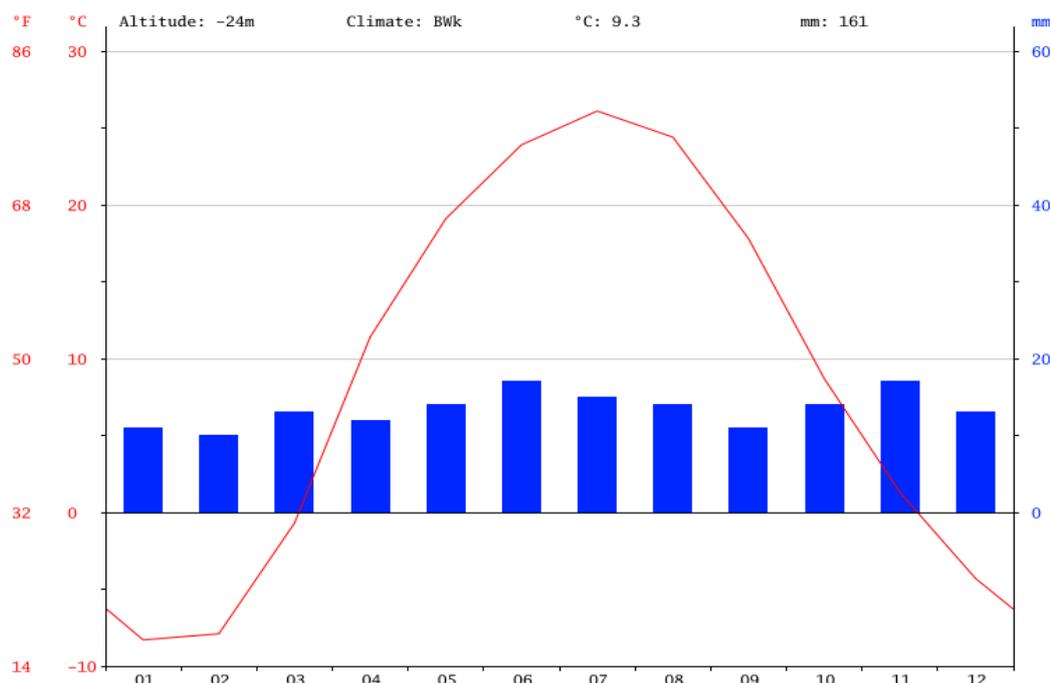


Рисунок 1.1 – Климатический график Северного Прикаспия

Средняя скорость ветра составляет – 4,3 м/сек в летний период и 4,6 м/сек в зимний период. Максимальная скорость господствующих ветров может достигать 32 м/сек. Преобладающие направления постоянно дующих ветров в теплое время года – юго-западное и западное, в зимнее время года – восточное.

Атмосферные осадки являются основным источником питания подземных вод.

Среднегодовое количество осадков (Рисунок 1.2) составляет 172 мм, в том числе в теплый период (с апреля по октябрь) – 102мм, в холодный период – 70 мм. Незначительное количество осадков и высокие температуры воздуха приводят к большому дефициту влажности, высокие температуры обуславливают колоссальное испарение в водной поверхности. Суммарная величина испарения за год с водной поверхности достигает 1500 мм, превышая 7-8 раз количество годовых осадков. Летние осадки практически полностью расходуются на испарение.

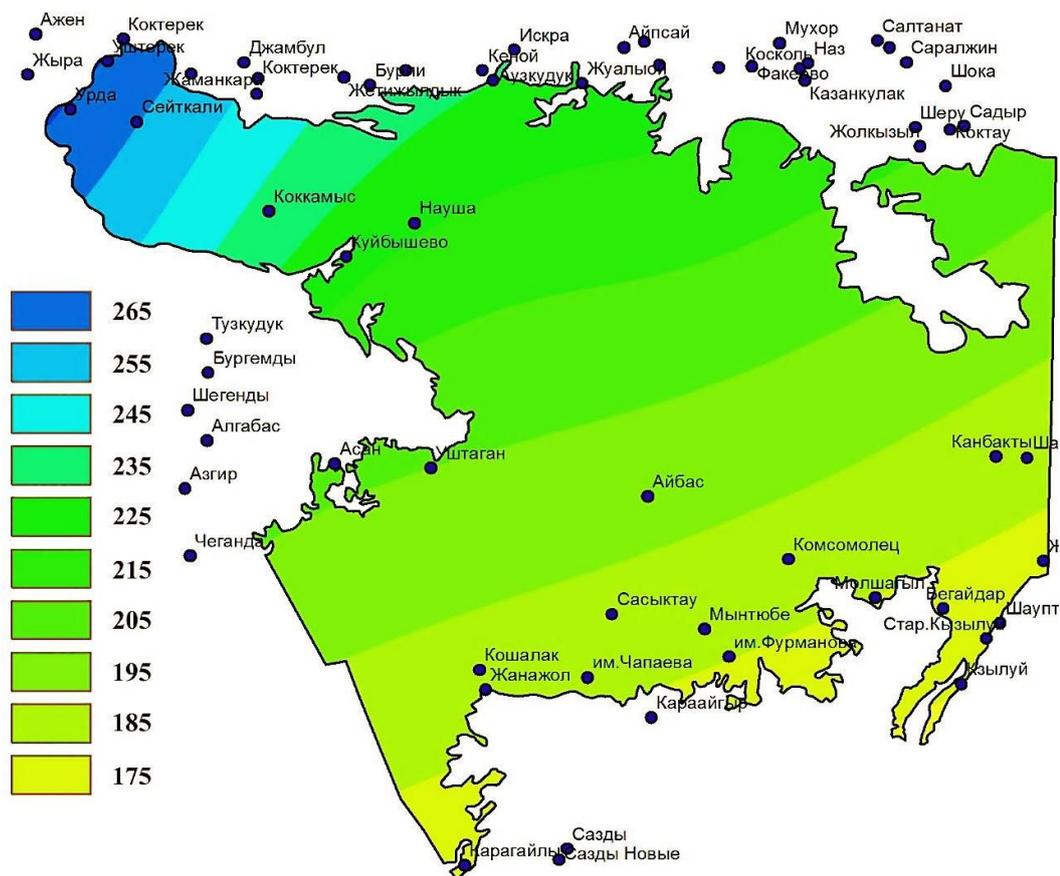


Рисунок 1.2 – Среднегодовое количество осадков (мм/год)

В питании подземных вод атмосферными осадками основная роль принадлежат талым и весенне-осенним дождевым водам, так как именно в этот период наблюдается малая транспирация и незначительное испарение. Заметную роль в увлажнении почвы, питании рек и пополнении запасов подземных вод играет снежный покров.

Устойчивый снежный покров образуется в начале декабря и держится до начала марта. Максимальная высота снежного покрова к концу зимнего периода достигает 33 см, минимальное значение равно 0,3 см. С открытых участков снежный покров сдувается сильными ветрами. Толщина снежного покрова с расчетной вероятностью превышения 5 процентов составляет 32 см. Основные климатические параметры региона представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Основные климатические параметры региона

№ п/п	Наименование показателей	Атырау
1	2	3
1	Температура воздуха, град. С: -средняя за год -абсолютная минимальная -абсолютная максимальная -средняя максимальная -средняя температура наиболее холодной пятидневки - средняя наиболее холодных суток -средняя наиболее холодного периода – продолжительность периода со средней суточной температурой <00С -наличие вечномерзлых грунтов	8,4 -3,8 45 32,1 -24 -30 -12 129 нет
2	Средняя амплитуда суточных колебаний относительной влажности наиболее жаркого месяца, процентов	31
3	Количество осадков, мм: -за год -жидких осадков за год -среднесуточный максимум с 5 процентов вероятностью	172 113 43
4	Снежный покров: -средняя дата образования и разрушения устойчивого снежного покрова -снежная высота за зиму, см -максимальная высота снежного покрова, см -число дней в году со снежным покровом	10.12-4.03 10 33 74

1.2 Орография

Район комплексных исследований приурочен к Прикаспийской низменности в пределах Волго-Уральского междуречья, в целом представляет низменную пологонаклоненную к югу равнину. Формирование рельефа происходило под влиянием трансгрессий Каспийского моря. Равнина покрыта перевейанными песками барханного типа.

Поверхность этой части Волго-Уральского междуречья (как всей низменности) в общих чертах плоская с ничтожными углами топографических уклонов в долях градусов; осложняют ее лишь гряды и бугры заросших и незакрепленных эоловых песков, солончаковые впадины, слабоврезанные долинообразные понижения и местами пологосклонные «островные» возвышенности. Относительные превышения колеблются от 0,5-1,0 до 5-10 м.

1.3 Почва и растительность

Почвенно-растительный покров описываемой территории отличается большой пестротой и мозаичностью, что обусловлено разнообразием рельефа, частой сменой литологического состава почвообразующих пород, и степенью их увлажнения и засоления.

Основами рельефа - и почвообразующими породами района являются мелко и тонкозернистые пески, супеси верхнеплейстоценового (верхнехвалынского) морского, эолового и меньше аллювиально - озерно-сорового происхождения. Пески и супеси большей частью подверглись эоловой переработке и образуют массивы заросших и оголенных барханных песков. Там, где к поверхности приближены водоупорные суглинистые и глинистые породы, широко распространены солончаки, находящиеся в разной степени засоления. Местами, на участках новейших поднятий, в бортах солончаков, во впадинах стока и иногда непосредственно на возвышенной поверхности обнажаются более древние, преимущественно глинистые четвертичные (нижнехвалыньские, хазарские бакинские грунты).

Зональным типом почв региона являются бурые пустынно-степные почвы, которые отличаются малым содержанием гумуса (1,5-6 процентов) и небольшой мощностью продуктивного горизонта. Почвы, развивающиеся в условиях не промываемого режима и недостаточного увлажнения, характеризуются высокой карбонатностью, как правило, они солонцеваты, что объясняется биоклиматическими условиями почвообразования: малым количеством осадков, высокими летними и низкими зимними температурами, с преобладанием в растительном покрове ксерофитных полукустарников, с коротким периодом активной деятельности, населяющих почву животных организмов.

На территории исследования зональные бурые пустынно-степные почвы представлены легкими и тяжелыми разновидностями механического состава. В зависимости от стадии закрепления песков здесь можно проследить ряды формирования почв в этих условиях, которые можно представить в следующем виде:

– барханные пески, лишенные растительности без следов почвообразования;

– пески, слабозакрепленные с пионерно-псаммитовой растительностью и с начальными признаками почвообразования;

– пески, закрепленные сообществами песчаной и белой растительностью со слабо-гумусированными почвами.

Развитие процесса почвообразования на песках находится в тесной связи с условиями рельефа, характером увлажнения и степенью зарастания их растительностью. Чем резче выражен рельеф песков, тем менее закреплены растительностью положительные формы песков (их гребни). По мере закрепления подвижных песков растительностью в их

составе образуется гумусовый слой, формируются карбонатные и соленые почвы. На территории распространены бугристые и бугристо-ячеистые пески полужакрепленные растительностью, местами с очагами подвижных барханов. На таких барханах растительность отсутствует.

В котловинах выдувания встречаются одиночные кусты кияка, тамариска, аристиды и др. Вся толща таких песков не имеет следов почвообразования и состоит, в основном, из мелкозернистого и пылеватого песка.

Легкорастворимые соли вымыты на значительную глубину. Пески слабокарбонатные, содержат ничтожное количество гумуса, но в межбарханных котловинах на глубине 1-2м формируются линзы пресных грунтовых вод, широко используемые для водопоя скота.

По периферии грядово-бугристых песков и на плоско-пониженных поверхностях между буграми и грядами получили значительное распространение равнинные пески. Эти пески закреплены растительностью. В связи с этим процессы почвообразования в них более выражены: профиль заметно дифференцирован на горизонты, верхний слой слабо прокрашен гумусом, в средней части отмечается слабое уплотнение. Эти пески используются в качестве основных пастбищ.

Бурые пустынно-степные почвы тяжелого механического состава, как правило, сильно засолены и имеют солонцеватый горизонт, отличающийся орехово-комковатой структурой.

Кроме перечисленных почв, встречаются почвы гидроморфного ряда, солончаки и гидрогенные солонцы на присоровых террасах. Определяющими признаками этих солончаков являются: высокое засоление почво-грунтов, по плотному остатку начиная с поверхностей слоев. Слабая дифференциация профиля на генетические горизонты, вскипание поверхности при отсутствии видимых карбонатных выделений. Эти солончаки не имеют почвенного слоя и растительного покрова.

Территория Северного Прикаспия характеризуется наиболее разнообразной растительностью. Основной ее фон создают псаммофиты. Выровненные массивы закрепленных песков, покрытыми еркековыми белоземельно-полынными сообществами. По мере возрастания рыхлости песков среди полынных возрастает количество эбилека, кияка, аристиды. На грядах и на барханах встречаются отдельные кусты кумарачика, эбилека, гелиотропа тамариса. На отдельных участках образуются чистые заросли гелиотропа, адраспана, молочая. В межбарханных котловинах, где подземные воды залегают на очень незначительной глубине, появляется кияк, вейник и тростник, редко кусты ивы.

В мелкобугристых песках, кроме перечисленных видов, получили распространение эфемеры и эфемероиды: костер кровельный, мятлик луковичный, бурачок пустынный. В результате интенсификации использования пастбищ происходит изменение травостоя в худшую сторону. Доминирующие виды растений полностью выпадают из травостоя. На их

месте развиваются непоедаемые и ядовитые растения, такие как итсигек, молочай, адрапан, васильки, тысячелетники, однолетние солянки.

В песчаных массивах, пастбища используются более интенсивно, почти круглогодично. В результате этого в песках возникли антропогенные типы пастбищ, так называемые закустаренные пастбища. Кустарниковая растительность здесь представлена тамарисковыми и джужгуновыми формациями, полукустарниковая в основном песчано-полынными, бело- и серо-полынными, биюргуновыми и сарсазановыми формациями. Травянистая растительность – кияковыми, хондролитовыми и адрапановыми формациями.

1.4 Гидрография

Глубокое внутриматериковое расположение Западного Казахстана и засушливость его климата обуславливают бедность территории по поверхностными водами.

Река Урал – самая крупная в Западном Казахстане транзитная река, берущая начало на Ужном Урале. Формирование основного стока Урала заканчивается у поселка Кушум.

Ширина долины Урала до поселка Чапаево 25-40 км, к югу она сужается до 10-15 км. В долине выделяется несколько пойменных и две надпойменные террасы. Высокая пойма имеет ширину 2-8 км и возвышается над урезом воды на 1-5 м. Поверхность поймы неровная, в нее врезаны протоки, старицы, лиманы, развиты береговые валы. Первая надпойменная терраса имеет относительную высоту над урезом воды 6-40 м, вторая 10-18 м. Ширина русла реки в межень до поселка Калмыково 180-250 м, а южнее 350-500 м; коэффициент извилистости русла составляет 1,5-2 м, что связано с обтеканием рекой солянокупольных поднятий. Уклоны русла изменяются неравномерно вниз по течению от 0,2 до 0,02 м/км. Уровень воды в реке в период паводка поднимается на 2-9 м над межениным уровнем, а летом понижается. Глубина водотока на перекатах не превышает 50-60 см, а в переуглубленных участках достигает 8-12 м. Средний многолетний расход р. Урала на описываемой территории вниз по течению снижается от 317 м³/сут у поселка Кушум, до 196 м³/сек у Атырау. В межень расход реки сокращается и в низовьях составляет в среднем 70-100 м³/сек летом и 29-31 м³/сек зимой.

2 Геологическое строение и гидрогеологические условия Северного Прикаспия

2.1 Геология

В Западном Казахстане развиты отложения широко стратиграфического диапозона – от докембрийских до четвертичных.

Геологическое строение территории, полученное по данным региональных исследований, а также по результатам проведенной в пределах исследованной площадки инженерно-геологической разведки, сложное. В региональном геолого-тектоническом аспекте исследованная территория относится к юго-восточной части Прикаспийской синеклизы.

В течение почти всей геологической истории Прикаспийская синеклиза была областью преимущественных опусканий и осадконакопления. В плейстоцен-голоценовое время (четвертичный период) Прикаспийская впадина явилась ареной неоднократных трансгрессий Каспия, оставивших после себя мощные толщи морских осадков. В толщу морских осадков вложен мощный эрозионный врез долины реки Урал в её нижнем (приустьевом) течении, с многочисленными правыми и левыми дельтовыми протоками, образовавший пачку аллювиальных отложений.

Толща морских и аллювиальных осадков плейстоцен-голоценового возраста трансгрессивно залегает на размытой поверхности терригенных, карбонатных и хемогенных литифицированных пород верхнепалеозойского-мезозойского времени. Особенностью Прикаспийской впадины является то, что она представляет собой обширную область глубокого погружения кристаллического фундамента на юго-востоке Русской платформы – крупную тектоническую депрессию, отличающуюся от остальной части платформы большой мощностью осадочных отложений и развитием соляно-купольных структур, в ядре которых залегает мощная соленосная толща пород Кунгурского возраста.

Эта толща, обладая значительной пластичностью и необычайной подвижностью, под влиянием статического давления мезозойских и кайнозойских пород приподнимает и прорывает вышележащие породы, создавая своеобразные соляно-купольные структуры. Большая часть этих структур погребена под плиоцен-четвертичными осадками, и только единичные купола являются открытыми, соляной шток в них, в виде кристаллического гипса, выходит на дневную поверхность или перекрыт незначительным слоем четвертичных отложений.

Геолого-литологический разрез, на глубину до 20 м от дневной поверхности, представлен терригенными нелитифицированными отложениями верхнего плейстоцена и голоцена, расчлененных нами на 2 стратиграфо-генетических комплекса, описание которых приводится ниже, сверху вниз.

Первый комплекс. Нелитифицированные отложения новокаспийского (голоценового) возраста морского генезиса mQ_{4nk} .

Представлен глиной легкой пылеватой буровато коричневого цвета и суглинком легким песчанистым темно-коричневого цвета.

Второй комплекс. Нелитифицированные отложения верхнехвалынского (верхнеплейстоценового) возраста морского генезиса (mQ_{3hv}). Представлен: супесью песчанистой, желтовато-коричневого цвета, грунты средне засоленные и содержат карбонат.

2.2 Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия территории работ обусловлены ее положением в структурном плане и геологическим строением.

Водоносный горизонт современных аллювиальных отложений $a(Q_{IV})$ распространен повсеместно в долинах рек. Ширина долин в верховьях рек обычно не превышает 1-2 км, но при выходе рек на равнину, особенно в среднем течении достигает 10-15 км и более. Здесь выделяются пойменная, иногда две и три надпойменные террасы.

С отложениями речных долин всюду связаны грунтовые воды, залегающие в мелко- и среднезернистых песках, нередко переходящих в долинах рек в гравийно-галечные разности, а в центральной части Прикаспийской низменности в более тонкозернистые, глинистые. Общая мощность водоносных отложений варьирует от 2-5 м в низовьях долин мелких рек и притоков до 25-30 м в долинах крупных рек. На отдельных переуглубленных участках долин мощность водоносных пород достигает 50-60 м. Возможно, в низах толщи аллювия присутствуют также нижнечетвертичные - акчагыльские континентальные отложения. Нижним водоупором служат плотные глины акчагыла или более древних отложений. Глубина зеркала грунтовых вод колеблется от 0,5-3,0 м на пойме до 15-20 м на высоких террасах.

Фильтрационные свойства водовмещающих пород изменчивы по площади и в вертикальном разрезе. Коэффициент фильтрации разнозернистых песков с гравийно-галечным материалом составляет 10-150 м/сутки, а тонко-мелкозернистых песков долин рек центральной части Прикаспийской низменности от 0,2 до 1-3 м/сутки. Расходы водопунктов в других долинах и балках изменяются от 1 до 8 л/сек при понижениях 5-9 м. Особенно низкие дебиты 0,5-0,2 л/сек наблюдаются в низовьях речных долин Прикаспийской низменности.

Минерализация и химический состав грунтовых вод довольно пестрые. Подземные воды аллювиальных отложений почти повсеместно пресные с сухим остатком 0,2-1 г/л, иногда от 1 до 5 г/л и более. Минерализация воды увеличивается также вниз по течению. Повышенная и высокая минерализация грунтовых вод (5-15 г/л) устанавливается и в долинах

некоторых притоков рек, где по тектоническим нарушениям разгружаются соленые воды нижележащих отложений.

По химическому составу воды в основном гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые или натриевые; солончатые - сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые, а слабосоленые - хлоридные натриевые.

Водоносный горизонт озерных и озерно-соровых отложений (LQ_{IV}) наиболее широко развит в западной и южной низменной частях Прикаспийского района. Водовмещающие породы представлены песками, супесями и суглинками озерно-соровых понижений мощностью не более 2-5 м. В них содержатся главным образом соленые воды и рассолы с минерализацией от 25-30 до 250-350 г/л хлоридно-натриевого и магниевонатриевого состава. В отдельных озерных впадинах, на участках тектонических разломов, грунтовые воды имеют хлоридный натриевый состав с повышенным содержанием кальция (до 10-15 мг.экв).

Особое положение занимают горизонты грунтовых вод в так называемых разливах, представляющих собой лиманно-дельтовые и аллювиально-дельтовые понижения со множеством речных протоков и озер. Грунтовые воды в них приурочены к глинистым тонкозернистым пескам и супесям мощностью 3-8 м, их уровень располагается на глубинах до 3-5 м. Солевой состав грунтовых вод пестрый. Преобладают хлоридные натриевые воды с минерализацией 10-50 г/л. Только на наиболее дренированных и опресняемых участках формируются пресные и слабосоленые воды с сухим остатком до 3 г/л. Запасы вод ограниченные. Линзы пресных вод мощностью в 0,5-0,7 м плавают на более тяжелых соленых водах.

Питание грунтовых вод четвертичных отложений происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков (с октября до мая) на участках обнажения песчаных отложений или неглубокого их залегания. В речных долинах и на участках разливов, особенно на низких террасах, грунтовые воды питаются паводковыми речными водами из многочисленных речек и балок, стекающих с Сырта. В зависимости от условий питания, литологического состава пород и перекрывающих их отложений годовые амплитуды колебания уровня грунтовых вод четвертичных отложений изменяются от 0,1-0,4 м на водораздельных равнинах до 0,4-2,5 м в речных долинах и разливах.

Сильная засоленность и плохая промытость каспийских осадков, наличие многочисленных солончаков, соленых озер и соляных куполов обуславливают высокую минерализацию грунтовых вод (от 10 до 300 г/л и более). Пресные и слабосоленые воды, 1-3 г/л, образующиеся путем инфильтрации атмосферных осадков, залегают преимущественно по внешней окраине Прикаспийской низменности на глубинах 2-10 м на площади примерно 40-50 тыс. км². Здесь дебиты скважин не превышают 0,01-0,5 л/сек, а местами достигают 1-2 л/сек при понижении на 1-3 м. В центральной части низменности слабоминерализованные воды залегают в виде линз мощностью

0,2-1,5 м и протяженностью 0,1-2 км. Коэффициент фильтрации водовмещающих отложений в целом по территории изменяется от 0,2 до 5 м/сутки, а коэффициент водоотдачи от 0,03 до 0,11.

В распространении соленых вод и рассолов в пределах Прикаспийской низменности прослеживается определенная закономерность, зависящая от гипсометрических условий. Подземные воды хлоридного и сульфатно-хлоридного натриевого, магниевое-натриевого и кальциево-магниевое-натриевого состава. Воды более пестрого состава и минерализации (5-150 г/л) приурочены к разливам и большим лиманам. Среди них встречаются гидрокарбонатные натриевые воды с сухим остатком до 70-80 г/л. на более низменных участках распространены хлоридные натриевые крепкие рассолы (100-250 г/л). В зоне неглубокого залегания соляных куполов и морских отложениях развиты рассолы наиболее высокой минерализации (до 300 г/л) хлоридного натриевого состава с повышенным содержанием кальция.

Питание грунтовых вод четвертичных отложений происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков (с октября до мая) на участках обнажения песчаных отложений или неглубокого их залегания. В речных долинах и на участках разливов, особенно на низких террасах, грунтовые воды питаются паводковыми речными водами из многочисленных речек и балок. В зависимости от условий питания, литологического состава пород и перекрывающих их отложений годовые амплитуды колебания уровня грунтовых вод четвертичных отложений изменяются от 0,1-0,4 м на водораздельных равнинах до 0,4-2,5 м в речных долинах и разливах.

Водоносный комплекс верхнемеловых отложений К₃. Верхнемеловые отложения в Прикаспийской впадине пользуются широким распространением. На востоке впадины они представлены преимущественно песками и песчаниками, перемежающимися с глинами и мергелями. Мощность этих отложений изменяется от 15-2300 м. Верхнемеловые отложения практически водоносны лишь в прибортовой части бассейна, где в их толще выделяются два основных водоносных горизонта: маастрихтский и сантонский. На западе и юге района они отделяются друг от друга достаточно выдержанной толщей глин, мощность от 30-150 м до 150-250 м и более.

Маастрихтский водоносный горизонт широко развит в Прикаспийской впадине, занимая значительную часть водораздельных равнин бассейнов рек. Водоносный горизонт приурочен к перемежающимся слоям песчаников и мела мощностью 10-20 м. В западном направлении и северного обрамления Прикаспийской впадины, он сложен мергельно-меловой толщей, водоносность которой на отдельных участках связана с зоной активной трещиноватости пород и местным микроклиматом. Последние прослеживаются до глубин 100-150 м. Ниже этих глубин трещиноватость мела и мергелей обычно затухает, а сами породы становятся практически водоупорными.

На водораздельных воды мергельно-мелового горизонта вскрываются скважинами на глубинах 10-60 м, производительность скважин варьирует от 0,3 до 4,5 л/сек при понижениях уровня на 3-7 м. В присыртовых районах подземные воды вскрываются скважинами на глубинах 30-100 м и более с производительностью от 1-3 до 10-15 л/сек. Минерализация вод пестрая. По химическому составу это смешанные гидрокарбонатно-хлоридные кальциевые и натриевые воды.

Сантонский водоносный горизонт имеет меньшее площадное распространение, чем мергельно-меловой. Вдоль восточного борта Прикаспийской впадины. Отложения этого горизонта представлены преимущественно песками и песчаниками с желваками фосфоритов и галечников в основании мощностью от 1 до 15 м и реже более. Здесь отложения сантона вследствие сильной песчанистости перекрывающих их пород кампана образуют вместе с верхним маастрихтским горизонтом (нередко здесь также песчаным) единый водоносный комплекс.

В разрезе бассейне рек сантонских отложений доля глинистого материала увеличивается, особенно в верхней части, при одновременном сокращении мощности песчаных разностей. К западу и юго-западу, т.е. по направлению к внутренним частям впадины, отложения сантона обогащаются карбонатным материалом (и глинистым) и практически становятся безводными. Водоносными являются лишь небольшие по мощности (1-5 м) прослойки и линзы песков.

В разрезе сантонских отложений подземные воды вскрываются на различных глубинах на склонах долин и оврагов. Из водоносных песчаных отложений выходят нисходящие родники. Воды эти вскрываются неглубокими (2-5 м) колодцами производительностью от десятых долей до 1-2 л/сек. На водораздельных равнинах глубина залегания вод возрастает от 15-20 м до 50 м и они характеризуются напором высотой 7-15 м, производительностью скважин 0,1-1 л/сек, минерализация вод изменяется от 0,1-0,4 (на склонах долин) до 0,8-1 г/л и реже более.

Верхнеюрский водоносный комплекс J_3 . Осадки верхней юры в центральной части Прикаспийской впадины глинистые и карбонатные. Только на восточном борту впадины, в непосредственной близости к Уральской складчатой области, юрские отложения представлены грубообломочными образованиями прибрежно-морских и континентальных фаций. Вследствие этого водоносные комплексы в различных частях впадины неодинаковы.

Подземные воды приурочены к песчано-галечным и песчаным отложениям мощностью до 25-30 м. Они залегают на глубинах 5-15 м в антиклинальных зонах и 40-50 м – в синклинальных прогибах. Дебит скважин не более 1 л/сек при понижениях уровня на 2-5 м. Наиболее водообильны трещиноватые известняки и песчаники, имеющие ограниченное распространение.

Подземные воды, особенно залегающие неглубоко, имеют невысокую минерализацию – 0,2-1,5 г/л, гидрокарбонатный кальциевый, реже гидрокарбонатный натриевый состав, иногда с повышенным содержанием сульфатов магния (в мергелях).

По мере удаления от областей сноса к центру впадины минерализация вод увеличивается от 5-10 до 50-100 г/л и в этом же направлении изменяется их солевой состав от сульфатного натриевого и магниевое до сульфатно-хлоридного натриевого и, наконец, до хлоридного натриевого.

Картограмма гидрогеологической изученности территории Северного Прикаспия показана на рисунке 2.1.

Средне-нижнеюрский водоносный комплекс J_2 . Нижнее и среднеюрские отложения широко развиты на описываемой территории. Они представлены преимущественно глинистыми, а к востоку песчано-глинистыми отложениями общей мощностью от десятков до 650-700 м.

Выделяются три выдержанных водоносных горизонта: один в нижнеюрских и два в среднеюрских отложениях. Они представлены разномерными песками с прослоями галечников, конгломератов и песчаников, мощность каждого из них от 10-15 до 50-65 м. Эти горизонты разделены между собой не выдержанным по простиранию и мощности (5-15 м) слоем глин с прослоями песков.

В мульдах подземные воды юрских отложений вскрыты на глубинах от 250-280 м и более. В этих случаях они обладают напором до 150-250 м.

Подземные воды данного комплекса при неглубоком залегании имеют невысокую минерализацию от 0,1 до 1,5 г/л и преимущественно гидрокарбонатный кальциево-натриевый состав. При погружении водоносных пластов минерализация возрастает до 3-5 г/л, а состав воды становится однородным – хлоридным натриевым. На отдельных участках, где водоносные отложения комплекса залегают на гипсовых породах кунгура или зонах тектонических нарушений, минерализация как грунтовых, так и напорных вод увеличивается до 10-14 г/л.

Нижнее-верхне триасовый–верхне пермский водоносный комплекс $T_{1-3}-P_3$.

На рассматриваемой территории широко развиты красноцветные, преимущественно терригенные лагунно-континентальные отложения, объединяющиеся до недавнего времени под общим названием пермо-триасовых, которые в последние годы расчленены на ряд литологических толщ. Мощность их достигает 400-500 м на куполах и 2500-3000 м в междукупольных понижениях. В направлении с востока на запад эти породы становятся более глинистыми, а в междуречье карбонатными. В остальных толщах водоносны лишь отдельные небольшие пласты и слои песчаников и известняков.

Общая пористость водовмещающих пород достигает 24-35 процентов при сильной изменчивости их проницаемости от 110 до 1420 мд. Средняя

проницаемость пород песчано-галечниковой свиты составляет 400-600 мд. Дебиты скважин достигают 1-2 л/сек (местами при самоизливе дают 5 л/сек).

Глубина залегания кровли водоносного комплекса по району в целом изменяется от 150-600 м на куполах до 1150-2430 м и более в межкупольных зонах. Подземные воды комплекса напорные с пьезометрической поверхностью на глубинах от нескольких метров до 50-150 м ниже устья скважин, а на юго-востоке выше поверхности земли.

Минерализация подземных вод различна даже в пределах одной солянокупольной структуры, что определяется глубиной вскрытия водоносного горизонта, близостью к штоку соли и степенью гидрогеологической закрытости структур. Рост минерализации воды с глубиной отмечен на многих структурах.



Рисунок 2.1 – Картограмма гидрогеологической изученности территории Северного Прикаспия

3 Условия формирования пресных локальных подбарханных линз

Барханные незакрепленные пески как геоморфологический элемент и независимо от географического положения, являются характерными геоморфологическим признаком при поисках пресных линзовых вод.

К этому типу относятся «плавающие» линзы, приуроченные к участкам разбитых, незакрепленных, либо слабо закрепленных барханных и дюнных песков. Объем этих линз зависит от степени расчлененности и закрепленности барханов, их площади и количества выпадающих атмосферных осадков [1].

Подбарханные линзы чаще всего встречаются на побережье моря. Незакрепленные пески, к которым приурочены линзы пресных вод, как правило, развиты небольшими массивами среди закрепленных песков. Барханы легко перевиваются ветром, и поэтому пески, слагающие их, хорошо отсортированы и обладают хорошими фильтрационными свойствами. Высота барханов меняется от 2 до 10 метров (относительно дна межбарханных понижений) [2].

Линзы, залегающие под массивами барханных и дюнных незакрепленных песков, имеют примерно такие же естественные (объемные) запасы и такое же значение, как и подтакырные линзы.

Шоттон и Аддисон отметили, что на побережье Египта и Ливии, вдоль залива Сирте (Sirte) наблюдаются обычные дюны, сложенные желтыми сыпучими песками, разбитыми отдельными пятнами, к которым приурочены «подвешенные» линзы пресных вод, получающие питание за счет конденсации и инфильтрации [1].

Площадь этих линз невелика, так как дюны не имеют большого площадного распространения.

По данным Бимонда водоснабжение Амстердама за счет линзы дюнных песков начато еще с 1853 года. Здесь дюны представляют собой эоловые образования, плохо закрепленные растительностью, распространённые на площади 40 км² вдоль берега Северного моря.

Из приведенных примеров ясно, что такого типа линзы заслуживают внимания, так как зачастую они являются основными источниками питьевого и технического водоснабжения.

Среди подпесчаных линз различного размера известны линзы, располагающиеся на геологическом водоупоре в виде водонепроницаемого ложа. Такие образования нельзя считать плавающими линзами, однако в этих случаях ближайшая к истинному водоупору часть водоносного сечения обладает высоким засолением, отделяя пресную воду от водоупорного ложа. У подбарханных линз, которые связываются с четко оконтуренными геоморфологическими образованиями, такие как изолированные барханные массивы, повышенная часть зеркала всегда более или менее отвечает

центральной (наиболее повышенной) части тальных песков. Поверхность линзы образует в таких случаях «купол» с радиальным распределением уклонов зеркала от его вершины к окраинам линзы [3].

Небольшие подпесчаные линзы известны вдоль восточного побережья Каспия. Там, где дюнные гряды узкие, а берег низменный (как это наблюдается в юго-восточной части побережья), ширина линз ограничивается шириной оголенных или полуразбитых дюнных гряд. Подстилающая грунтовая вода засолена больше каспийской, так как близкое залегание зеркала ведет к резкому повышению концентрации. Ресурсы этих линз незначительны, даже небольшой отбор воды ведет к их засолению. Местное население обычно отчерпывает пресную воду из колодцев небольшой посудой и с большой осторожностью.

Под более древними и более удаленными от берега дюнными грядами пресные воды обычно не залегают, если эти гряды хорошо закреплены растительностью, и, наоборот, при наличии значительной обарханенности, здесь обнаруживаются довольно крупные линзы. Их относительно большие размеры объясняются, с одной стороны, соответственно большими площадями барханенных песков, а с другой стороны вследствие удаленности линз от берега, колебаний уровня моря в море, которое сказывается на устойчивости малых пресных линз прибрежной полосы весьма отрицательно. Там, где барханные пески имеют значительное или преобладающее развитие, отдельные пресные линзы сливаются, создавая значительные поля пресных плавающих линз [3].

Наблюдения за прикаспийской линзой показали, что эта линза расположена в одной из районов восточнокаспийской приморской равнины в 15-30 км от берега Каспия. Развитые здесь древние дюны подстилаются оолитовыми песчаниками, которые подстилаются песками. Вода залегают преимущественно в песках.

Наибольшее отпреснение и наиболее высокое положение зеркала приурочены к вторичным барханам массивам, развитым на древних дюнах. По мере опреснения наблюдается снижение зеркала и увеличение засоления грунтовой воды. Поскольку имеется несколько контуров барханных полей, поскольку имеется и несколько центров опреснения. Таким образом, здесь фактически фиксируется несколько самостоятельных линз. Соединяясь своими краями, они образуют общий контур опресненной воды; площадь контура в пределах засоления до 2 г/л составляет около 100 км², а в пределах более высокого засоления она много больше [1].

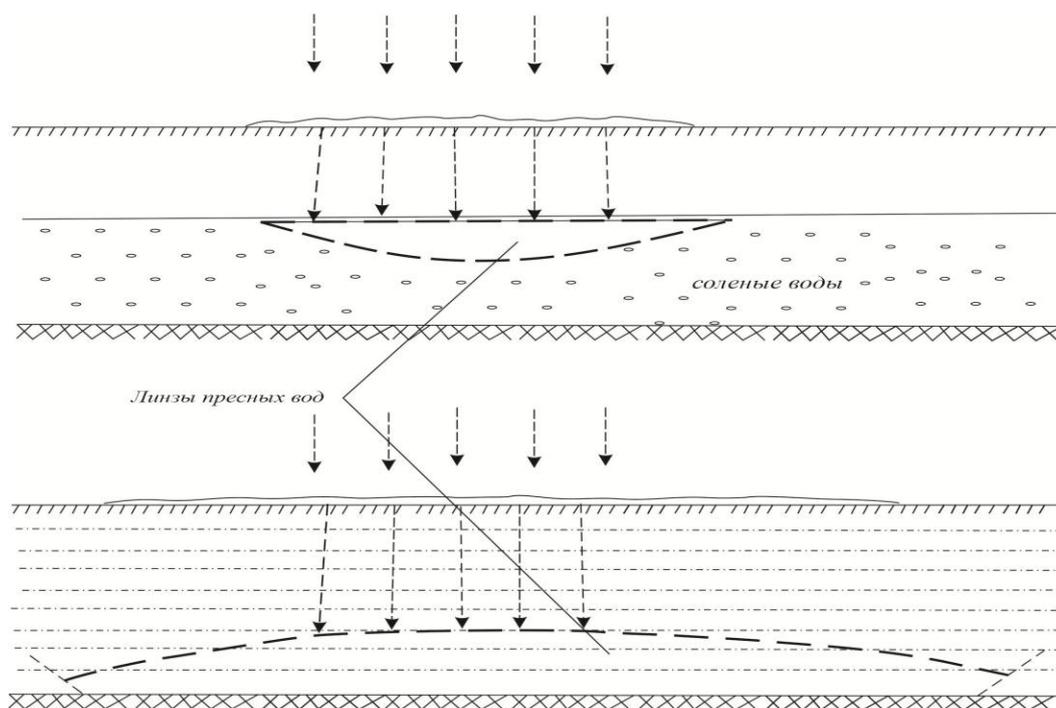


Рисунок 3.1 – Условия формирования подбарханной линзы

На рисунке 3.1 Первая подхема представляет вогнутую линзу, лежащая на соленых водах, питание которой осуществляется с помощью инфильтрационного бассейна. На второй подхеме породами зон аэрации и насыщения линз являются пески, где в этой зоне вскрываются песчаники, известняки и т.д.

Линза пресной воды формируется там, где подстилающие грунтовые воды не очень засолены. Рассматриваемые мной подбарханые линзы пресных вод обладают небольшими горизонтальными и вертикальными размерами, следовательно, небольшими запасами.

Размеры подбарханных линз чрезвычайно разнообразны.

Такие линзы обычно имеют местное немаловажное практическое значение, преимущественно для животноводства. Местное население знает, где размещаются такие линзы, и эмпирически выработало приемы их использования.

3.1 Анализ литературных источников

При написании магистерской диссертации мною были изучены научные труды освещающие особенности природных вод пустынной зоны. В этих трудах излагались научные факты, а также выдвигались предположения о происхождении, условий формирования локальных подбарханных линз пресных подземных вод и возможных перспективах использовании описываемых линз для сельскохозяйственных нужд.

В.Н. Кунин в своей работе «Линзы пресных вод пустыни» объединил расносторонние научные исследования советских ученых гидрогелогов, геологов, географов по исследованию естественных ресурсов (в данном случае водных ресурсов пустыни), включающие объяснения по условиям формирования линз пресных вод, и сделал выводы по установлению наиболее рациональных способов эксплуатации их в народном хозяйстве. Отметил роль конденсации в питании пресных линз.

Н.Г. Шевченко в свое время занимался теми же вопросами на территории Турмениистана и издал такие научные труды как: «Поиски пресных линзовых вод в условиях песчаного рельефа по геоморфологическим признакам» 1959г, «Пресные воды песчаные пустыни (на примере Западных Кара-Кумов) 1959г. В статьях автор приводит некоторые сведения по геоморфологии, в которых сделал выводы о способах поисков пресных и солоноватых вод линзового типа.

А.А. Алексин в своих работах отмечает, что большое значение для формирования линз пресных вод на песчаных косах морских побережий имеют колебания горизонта воды в море. Автор делает вывод, что колебания, обусловленные влиянием ветровых сгонно-нагонных волн, вызывают горизонтальные перемещения воды в прибрежных песчаных отложениях. Без колебаний горизонта моря и вызванных движений воды пресная грунтовая вода не может накапливаться в сколько-нибудь значительных количествах.

М.П. Петров в своей работе «Водный режим барханных песков и термические условия конденсации влаги в Каракумах» отмечает, что способы питания подбарханных песков зависят напрямую количества выпадающих осадков. Было установлено, что атмосферные осадки, выпадающие на площади барханных песков, инфильтруются и вызывают повышение уровня грунтовых вод, которое происходит до тех пор, пока не установится динамическое равновесие между притоком и расходом па испарение и сток.

3.2 Влияние климатических факторов на формирование пресных линз

Климатический фактор является первичным и важнейшим фактором, определяющий минерализацию подземных воды пустыни (для всех грунтовых вод). Можно различать несколько основных источников происхождения пресных линз в песчаных массивах например инфильтрация влаги атмосферных осадков. Это основной источник накопления пресных линз в песках таежной и степной зон. Здесь почти всюду ежегодно весной, а иногда летом, осуществляется сквозное промачивание песчаной толщи в зоне аэрации. До зеркала неглубоких пресных линз проникает воды в песках таежной зоны 300—200 мм, в песках степной зоны 200—100 мм, в песках полупустыни и северной пустыни 130—50 мм воды, в зависимости от количества осадков (главным образом в холодную половину года), от

водоудерживающей способности песков, от мощности зоны аэрации; в пустынях южного типа (Каракум, Кызылкум) пресные линзы залегают более глубоко (15—30 м) и влаги осадков одного года уже не хватает, чтобы промочить насквозь даже голые, лишенные растительности пески. Нужно несколько лет, чтобы через толщу песков влага осадков проникла до пресных линз, и чтобы на них начал формироваться маломощный купол более пресной воды, имеющий уклон к соседним участкам заросших песков, под которыми сквозное промачивание не происходит. До пресных линз под разбитыми песками проникает 10—20 мм влаги атмосферных осадков. Для климата западного Казахстана, расположенного в центре Евразии, характерны резкая континентальность и засушливость, материковый режим температуры и ветра и недостаточное количество атмосферных осадков при высокой испаряемости.

3.3 Высота капиллярного поднятия для различных грунтов

Сухая почва поглощает содержащиеся в атмосфере пары воды и конденсирует их на поверхности частиц и в мельчайших порах, в результате чего образуется гигроскопическая вода.

Гигроскопическая вода, будучи тесно связанной с частицами почв и пород, передвигается в порах только в виде водяного пара.

Движение рыхлосвязанной (пленочной) воды происходит очень медленно по поверхности твердых частиц.

Капиллярное движение воды возникает как в верхней части зоны аэрации, при просачивании атмосферных вод через почвы и породы, находящиеся в состоянии полного смачивания пленочной водой, так и в подзоне капиллярного поднятия над уровнем грунтовых вод. В подзоне капиллярного поднятия вода поднимается вверх и удерживается силами поверхностного натяжения вогнутых водных менисков, возникающих в капиллярных порах [4].

В капиллярных порах движение подземных вод совершающееся под влиянием силы тяжести, осложняется капиллярными явлениями, которые происходят в результате действия сил поверхностного натяжения, развивающихся в порах на границе воды и воздуха.

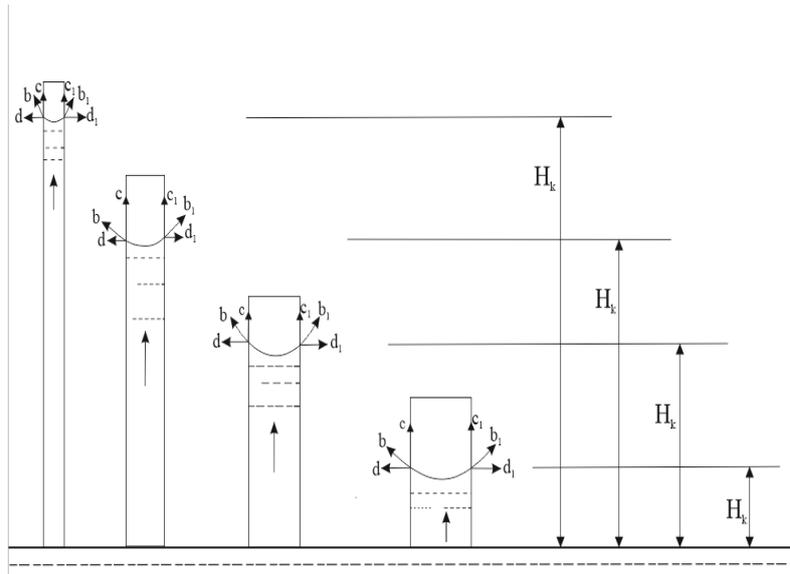


Рисунок 3.2 – Схема капиллярного поднятия

В капиллярных трубках, вследствие притяжения между стенками трубки и частицами воды, поверхность воды приобретает вид мениска, обращенного выпуклостью к воде (Рисунок 3.2). Сила поверхностного натяжения b и b_1 направлены по касательным к шаровой поверхности мениска. Вертикальные составляющие c и c_1 суммируются в одну общую силу P . Под влияние последней вода в трубке поднимается до высоты H_k , которая называется высотой капиллярного поднятия и служит мерой капиллярности [4].

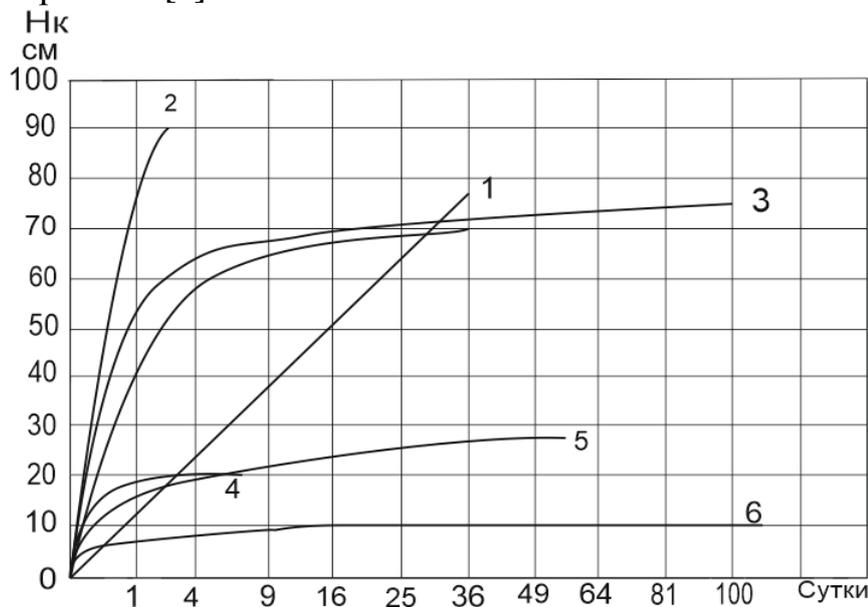


Рисунок 3.3 – Кривые капиллярного поднятия для пород с величиной частиц (мм)

Предельная высота капиллярного поднятия H в некоторых типах пород приведена в таблице 3.1

Таблица 3.1 - Предельная высота капиллярного поднятия

Типы пород	Высота капиллярного поднятия, см
Гравий	2,5
Крупный песок	2—3,5
Средний песок	12-35
Мелкий песок	35-120
Супесь	120-350
Суглинок	350-650
Легкая глина	650-1200

Капиллярно-поднятые воды размещаются в месте контакта зоны аэрации с уровнем грунтовых вод и образуют капиллярную кайму. Как видно из высот капиллярного поднятия в различных типах пород, в песках эта высота поднятия мала. Поэтому можно сделать вывод, что вода практически не доходит до глубины, с которой начинается испарение. Значит, вероятность найти пресную воду в песках очень большая. Препятствием может быть лишь испарение за счет растений - транспирация.

3.4 Роль растительности в испарении подземных вод

Процесс превращения воды из жидкого состояния в парообразное называется испарением. Водяной пар попадает в атмосферу в результате испарения с поверхности океанов, морей, рек.

При гидрогеологических исследованиях приходится учитывать физиологическое испарение, или транспирацию, при этом следует отличать этот процесс, связанный с ростом тканей, от испарения осадков, попавших на поверхность растений извне. При образовании 1 г растительной ткани испаряется около 300-400 г воды [4].

Транспирация и испарение с поверхности растений зависят от ряда факторов (род растительности, корневая система, влажность воздуха и почвы, состав почвы, ветер и т.д.).

Установлено, что испарение с растительного покрова всегда превышает испарение с поверхности обнаженной почвы. В таблице 3.2 приводятся величины испарения при различном количестве атмосферных осадков.

Предельная глубина, на которой сказывается влияние растений на влажность грунтов, определяется глубиной корневой системы и высотой капиллярного поднятия [4].

Таблица 3.2 – Величины испарения при различном количестве атмосферных осадков

Количество осадков мм/год	Испарение с поверхности обнаженной почвы		Испарение с поверхности травянистого покрова		Испарение с водной поверхности	
	мм/год	Процентов от количества осадков	мм/год	Процентов от количества осадков	мм/год	процентов от количества осадков
500	209	42	386	77	537	107
600	221	37	437	73	528	88
700	234	33	484	69	522	75
800	246	31	538	67	516	65

А.Майером приводятся следующие величины расхода воды на транспирацию в течение года для различных растительных сообществ в таблице 3.3 .

Таблица 3.3 – Расход воды на транспирацию в течение года

Растительные сообщества	Расход воды, мм
Травы и культурные растения	229-254
Крупные лиственные деревья	203-305
Мелкие деревья и кустарники	151-203
Хвойные деревья	102-154

В областях с очень жарким летом отсутствие некоторых видов растений обуславливается не самой температурой, а вызываемым ею усиленным испарением.

В зависимости от отношения к теплу и влажности выделяется несколько групп растений:

– тропические растения, требующие постоянной высокой температуры при достаточной влажности;

– ксерофиты - растения степей и пустынь, нуждающихся хотя бы на короткое время в высокой температуре, но вместе с тем приспособляющиеся к сухости и значительным колебаниям температуры;

– растения, требующие для своего роста умеренного тепла и достаточной влажности;

– микротермы - растения, требующие незначительного количества тепла; они довольствуются прохладным и коротким летом и выносят холодную зиму;

– фреатофиты - растения особой группы, встречающиеся в различных климатических и отличающихся тем, что они тесно связаны с неглубоко залегающими грунтовыми водами.

Глубина корневой системы фреатофитов зависит от уровня грунтовых вод и высоты капиллярного поднятия и изображена на рисунке 3.4 [4].

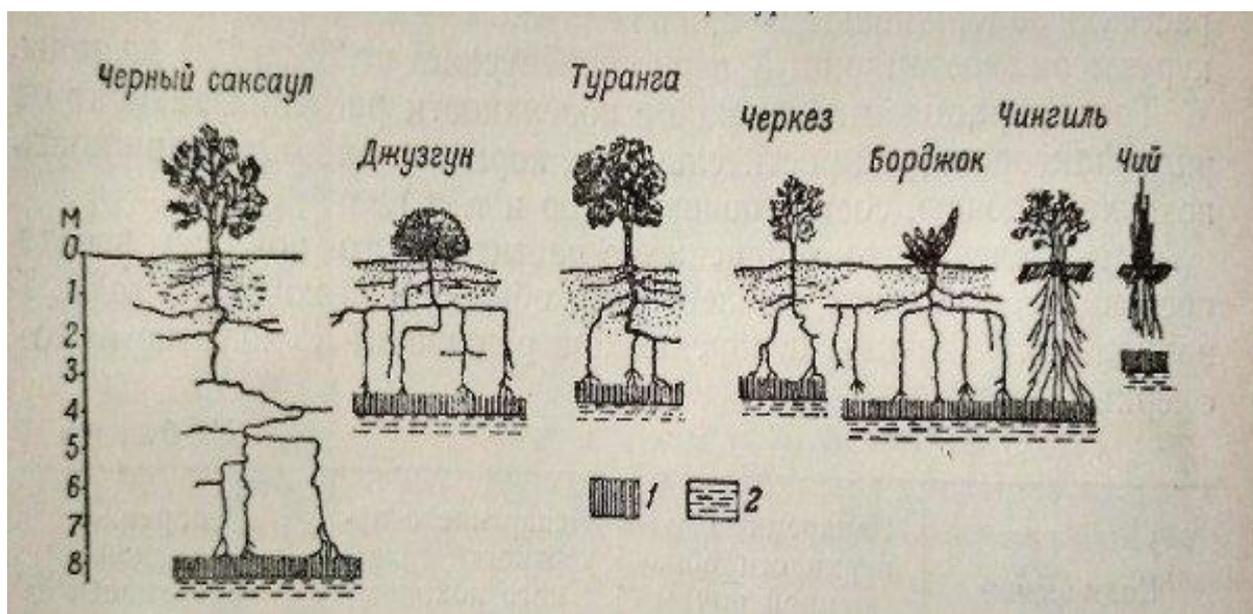


Рисунок 3.4 – Корневая система фреатофитов пустынных областей (по У.М. Ахмедсафину)

1 – капиллярная оболочка; 2 – грунтовая вода

Таблица 3.4 - Растения индикаторы грунтовых вод в пустынях

Глубина залегания грунтовых вод, м		Степень минерализации грунтовых вод	Растения
Минимальная	Средняя и максимальная		
1-5	2-3	Пресные	Ива белая
3-8	1-2	Пресные	Шиповник собачий
3-8	3-4	Пресные	Тополь разнолистный
0-3	0-3	Пресные, солоноватые	Тростник южный
1-4	2-3	Пресные, солоноватые	Чий блестящий
3-5	3-5	Слабосоленые	Чингиль серебристый
До 10	3-6	Солоноватые	Верблюжья колючка
До 10	4-6	Слабосоленые	Тамариск
4-12	5-8	Солоноватые, соленые	Саксаул черный
1-5	2-3	Пресные	Ива белая

В регионах с недостаточным увлажнением вода является жизненной необходимостью. Вода пригодная для питья и земледелия. В пустынях имеются растения-индикаторы, позволяющие определить наличие подземных запасов воды, глубину ее залегания, качество и степень минерализации (Таблица 3.4).

Таким образом, благодаря растениям-индикаторам можно без применения дорогостоящих технологий определить:

- состав почв;
- содержание в почве питательных веществ, т.е. степень ее плодородия;
- наличие месторождений полезных ископаемых;
- глубину залегания грунтовых вод, степень их минерализации и пригодность для хозяйственно-бытовых нужд и полива.

3.5 Конденсационная теория питания пресных линз

Конденсационное питание пресных линз имеет ограниченное распространение только в пустынях. По данным Н.А. Огильви, в пустыне Каракум конденсируется около 13 мм, А.Н. Нуннаева — до 55 мм, Н.Ф. Кулика — не более 25—30 мм. В заросших песках почти вся эта влага всасывается корнями растений и расходуется на транспирацию. В голых же песках она просачивается вглубь и идет на пополнение грунтовых вод.

Несмотря на незначительные количества поступающей воды в пустынные пески, местами формируются крупные линзы пресных грунтовых вод. В Каракумах средняя мощность таких линз 100—150 м, а площадь — от нескольких сотен до нескольких тысяч километров. Суммарные запасы пресной воды в подбарханных линзах более 80 км³ [5].

Фазовые переходы воды сопровождаются значительными термическими эффектами. Изучение термического поля в породах зоны аэрации позволяет судить о происходящих в них процессах конденсации и испарения воды на основе составлять условия питания пресных вод.

Возможность формирования пресных подземных вод за счет инфильтрации атмосферных осадков и путем конденсации в грунтах влаги из воздуха рассматривается исследователями по-разному. Некоторые из них придерживаются взглядов о возможности питания грунтовых вод исключительно за счет инфильтрации атмосферных осадков, полностью отрицая возможность накапливания влаги за счет конденсации, другие же, наоборот, роль атмосферных осадков в питании грунтовых вод сводят к нулю и актив в водном балансе приписывают процессам конденсации. Наконец, третьи отрицают участие конденсационной и инфильтрационной влаги в питании грунтовых вод. Разноречивость мнений вызвана разным подходом к изучению этих явлений. Так исследователи, изучающие процесс влагообмена в корнеобитаемой зоне, допускают наличие процесса конденсации, но считают, что весь запас поступающей таким путем влаги полностью

расходуется на испарение и транспирацию растениями в воздух. Это вполне увязывается с результатами исследований Р. Рейгера, которым доказано, что в условиях суточного инсоляционного режима температур приземного слоя воздуха конденсация влаги верхним слоем почвы в пустынных областях может происходить только в исключительных случаях [5].

Иные условия для конденсации влаги создаются годовым режимом ряда факторов: температуры воздуха, его влажности, осадков и температуры грунта на глубине. Для Туркменистана характерно резкое потепление весной, при минимуме в этот период дефицита влажности воздуха и максимуме осадков. Температура же грунта в этот период на глубинах 0,5—3,0 м довольно низка и часто опускается до 3—5 градусов, в то время как температура воздуха достигает 28—35 градусов. Все это создает весьма благоприятные условия для протекания процесса конденсации влаги из воздуха. В этот же период выпадает большая часть атмосферных осадков в виде дождя. В результате выпавшее количество осадков суммируется с конденсационной влагой. Следовательно, нельзя рассматривать питание грунтовых вод либо только за счет атмосферных осадков или только за счет конденсационной влаги и уместно изучать только их доленое участие в этом процессе.

Исследованиями, проводимыми Институтом ВСЕГИНГЕО совместно с УГиОН при СМ ТССР, по изучению режима влажности грунтов в зоне аэрации доказано наличие процесса питания грунтовых вод атмосферной влагой. При этом установлено, что в местах закрепленных песков на некоторой глубине постоянно сохраняется слой грунта с влажностью меньшей величины его максимальной молекулярной влагоемкости. Следовательно, на таких участках гравитационного перемещения влаги нет и нет условий для миграции ее в парообразном состоянии сверху вниз ниже пояса постоянных температур. В местах же разбитых песков влажность грунта близка или превышает величину его максимальной влагоемкости и перемещение гравитационной воды до уровня грунтовых вод может иметь место при выпадении даже сравнительно малого количества осадков [5].

Все это позволяет сделать вывод, что питание пресных грунтовых вод за счет атмосферной влаги как выпадающей в виде осадков, так и формирующейся в процессе конденсации вполне доказано путем непосредственных наблюдений и анализом физической стороны этих явлений при глубине залегания уровня до 20—30 м.

Интенсивная конденсация возможна до пояса постоянных температур, на глубинах до 10—15 м. Ниже этой глубины условия для конденсации неблагоприятны, так как температура с глубиной повышается. Глубина промачивания атмосферными осадками также ограничивается 10 м. Ниже этих глубин, до глубины зоны капиллярного поднятия грунтовых вод, наблюдается зона низкой влажности грунта. В этих условиях, трудно дать объяснение процессу перемещения влаги, сконденсированной на глубинах 10

м, через 50—100-метровую и большую зону низкой влажности грунта даже в годы обильных осадков.

Все затруднения в выявлении путей проникновения воды до уровня пресных линз в песках при значительной глубине их залегания можно объяснить тем, что недостаточно учитывается литологическое строение песчаных массивов. Так, например, большинство исследователей при объяснении питания пресных линз исходят из однородного песчаного разреза всей зоны аэрации. Площадь этих линз изменяется от нескольких десятков квадратных метров до нескольких квадратных километров, а мощность—от единиц сантиметров до нескольких метров. Генезис глинистых линз может быть различным и среди этих линз могут иметь место погребенные под золовыми песками древние такыры. При наличии таких линз для проникновения вод конденсации и атмосферных осадков, глубина залегания уровня грунтовых вод перестает иметь значение [6].

Наблюдения над линзами, приуроченными к голым пескам, показали следующее. Чем выше барханные формы, тем чаще под ними образуются пресные воды. Площадь голых песков не имеет определяющего значения в том смысле, что и единичные, расположенные среди заросших песков барханные образования накапливают пресные линзы. Естественно, если площадь голых песков велика, то линзы располагаются часто и иногда сливаются. Но купола (бугры) в зеркале грунтовых вод всегда фиксируется под повышенными участками барханных скоплений, откуда зеркало имеет уклоны к соседним понижениям. В тех случаях, когда в понижениях имеется растительность или когда зеркало под ними лежит на глубине, не превышающей величину капиллярного подъема, такое распределение уклонов объясняется просто, так как оно определяется интенсивными транспирацией и испарением из участков понижений и подтоком к этим участкам грунтовых вод.

Размещение линз показало, что они наиболее устойчивы при двух следующих дополнительных условиях:

- если грунтовые воды данного участка имеют отток, т.е. могут более или менее интенсивно дренироваться. Поэтому линзы наиболее часто встречаются в тех голых песках, которые расположены по соседству с депрессиями рельефа – впадинами, старыми руслами.

- если основные грунтовые воды, на которых плавают линзы, не чрезмерно засолены.

Однако эти условия не являются абсолютными. Известны линзы, где основные грунтовые воды имеют засоление в несколько десятков граммов на литр и где создается застойный режим. Но такие линзы обладают меньшей мощностью и осоляются даже при незначительном отборе воды. Чем меньше засолены подстилающие грунтовые воды, тем большие мощности, при прочих равных условиях, имеют линзы. Это естественно и определяется количественными соотношениями двух различно засоленных жидкостей.

При наличии водонепроницаемой линзы на глубине до 10—15 м просачивающиеся воды атмосферных осадков будут задерживаться, и стекать по ее поверхности, концентрируя сток в одном или нескольких местах. При концентрированном же стоке вода в песчаном массиве может проникать на любую глубину залегания грунтовых вод. Следовательно, для проникновения воды атмосферных осадков на значительную глубину необходимым условием является наличие водонепроницаемой линзы на глубине меньшей, чем предельная глубина промачивания атмосферными осадками. И второй вывод — чем больше площадь водонепроницаемой линзы, тем лучше условия для питания грунтовых вод атмосферными осадками [7].

Ту же роль водонепроницаемые линзы играют и для конденсационных вод. Несколько иное значение при этом имеет размер линзы. При конденсации воды из паров атмосферы условия для ее концентрации и транзита до уровня грунтовых вод будут лучшими на больших по площади линзах. При конденсации воды из поровых паров лучшие условия для протекания этого процесса будут на линзах сравнительно малых размеров. Оптимальная глубина залегания линз, концентрирующих сток конденсационной воды, должна быть меньше 10—15 м, то есть меньше глубины пояса постоянных температур [5].

Очевидно, ролью водонепроницаемых линз объясняется вопрос, почему в песчаных пустынях при одних и тех же условиях строения поверхности на одних участках формируются значительные по размеру линзы пресных вод, а на других - воды высокой минерализации. Видимо, эти водонепроницаемые линзы и являются тем дополнительным необходимым условием, при котором становится возможным проникновение воды, концентрирующейся на небольшой глубине до уровня глубоко залегающих грунтовых вод.

4 Рекомендации по созданию техногенных подбарханных линз

Кроме природных факторов, процессу формирования пресной линзы могут способствовать и техногенные мероприятия (Рисунок 4.1).

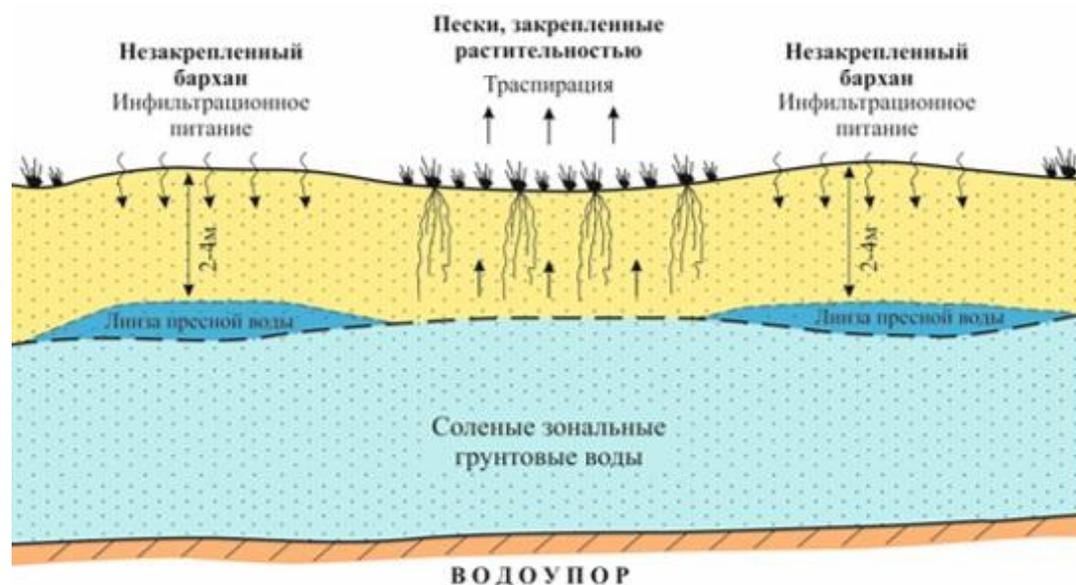


Рисунок 4.1 – Условия формирования подбарханной линзы

Подходящими условиями для создания локальной линзы могут быть:

- наличие атмосферных осадков не менее 200 мм/год;
- наличие массивов проветренных барханных песков;
- наличие зональных подстилающих линз воды, залегающих на глубине несколько метров, имеющих минерализацию не более 40 г/л;
- отсутствие растительности;
- отсутствие транспирации и испарения с уровня грунтовых вод.

Из всех этих факторов есть возможность повлиять на факторы, обуславливающие формирование транспирации за счет растительного покрова, а также уменьшения процесса испарения из зоны аэрации и с уровня грунтовых вод.

Чтобы исключить процесс транспирации, необходимо избавиться от растительного покрова на выбранном для формирования линзы участке. Это можно сделать несколькими способами:

- осуществить на выбранном участке интенсивный выпас домашних животных с целью полного проедания и вытаптывания ими всей растительности;
- провести агротехнические мероприятия по удалению растительности;
- создать условия, препятствующие произрастанию растений и значительно сокращающие испарение с поверхности суши.

Для ликвидации на определенной площади растительного покрова и уменьшения испарения, мной предлагается использование, получившее в

настоящее время широкое распространение в агротехнике, неорганической мульчи.

Мульчирование — поверхностное покрытие почвы мульчей для её защиты и улучшения свойств (Рисунок 4.2). Роль мульчи могут выполнять самые разнообразные материалы.

Она обладает тремя огромными плюсами:

– предупреждает излишнее испарение влаги из почвенного покрова. В почве под мульчей влага всегда сохраняется значительно дольше, поэтому растения требуют полив значительно реже.

– защищает слой почвы от перегрева и переохлаждения. Мульчирующий слой служить надежным укрытием для почвы.

– защищает почву от низких температур. Зимой почва под мульчей не промерзает. Весной быстро оттаивает, что способствует активному и интенсивному развитию линз пресных подземных вод.

В качестве органической мульчи используется скошенная трава, сено, солома, листья, кора, опилки, а также резаная бумага и картон.

Применяют также неорганическую мульчу — резаную резину, пластик, камень, гравий, песок.

Нами предлагается в качестве неорганической мульчи агроволокно (нетканый материал: спанбонд, агрил, лутрасил). Неорганическая мульча отличный материал для увеличения объема пресных подземных вод. Почва под неткаными материалами дышит, а растительность не растет. Нетканые материалы могут находиться под растениями и кустами на протяжении всего вегетационного периода. Срок службы такой мульчи при бережном использовании исчисляется пятью и более годами. Она не разлагается и поэтому не требует постоянного обновления. Главное, что это не столь дорогой материал .



Рисунок 4.2 – Неорганическая мульча (агроволокно)

За счет покрытия мульчей, вода с атмосферных осадков будет проникать в песок, и накапливаться под барханами, плавая по соленой воде, и при этом не испарятся за счёт агроволокна.

Изучив условия формирования пресных линз можно сделать вывод, что при определенной совокупности факторов в пределах барханных массивов можно создавать линзу пресных вод искусственным восполнением.

Условия эксплуатации запасов пресных подземных вод плавающей линзы являются очень сложными. При эксплуатации будет происходить подтягивание контура соленых вод к водозаборным скважинам, и возможный прорыв вод повышенной минерализации может ухудшить качество пресных вод (рисунок 4.3). Поэтому при эксплуатации водозабора всегда требуется тщательное проведение режимных наблюдений, строгая регламентация режима работы каптажного сооружения. В некоторых случаях для обеспечения качества пресных вод приходится сооружать спаренный водозабор.

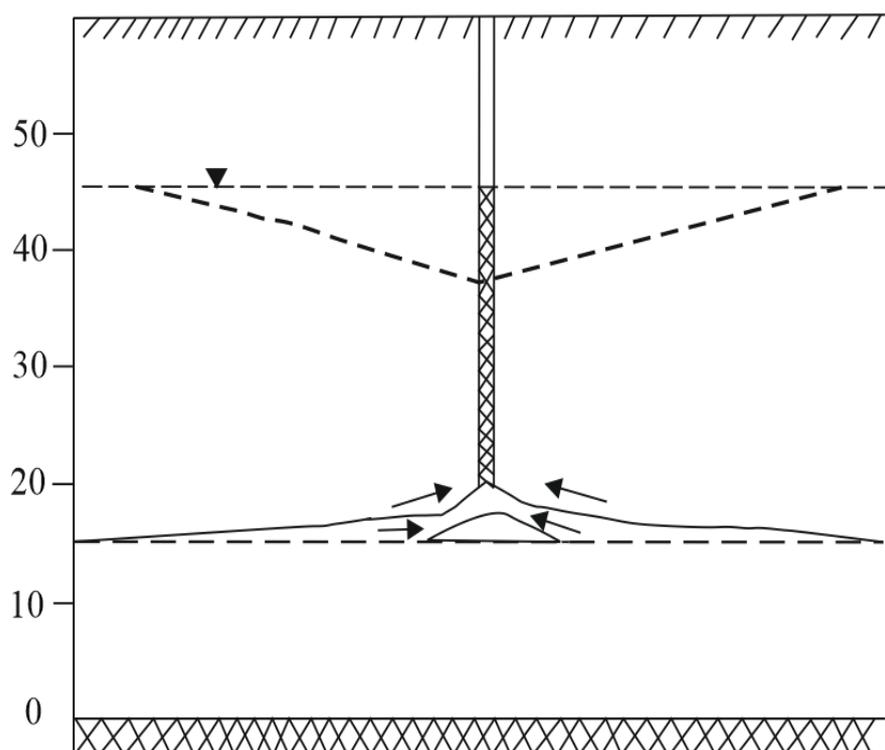


Рисунок 4.3 – Схема внедрения соленых вод в несовершенную скважину, пробуренную в горизонте пресных вод.

- где 1 — горизонт пресных грунтовых вод;
 2 — горизонт соленых подземных вод;
 3 — водонепроницаемые породы;
 4 — почвенный покров;
 5 — фильтр скважины;
 6 — статический уровень грунтовых вод;
 7 — депрессионная воронка при откачке;
 8 — контур бугра соленых вод время откачки;
 9 — естественная граница раздела пресных и соленых вод

Когда в верхней части гидрогеологического разреза распространен маломощный водоносный горизонт соленых вод и имеется сравнительно большая мощность горных пород зоны аэрации, искусственное

формирование линзы может происходить в несколько иных условиях. При искусственном питании пресные воды могут достигнуть непосредственно водоупорных пород, оттесняя постепенно соленые воды на фланги. После этого при дальнейшем питании линза будет формироваться в горизонтальном направлении. При продолжительном питании таким путем можно накопить довольно большие запасы пресных вод [8].

4.1 Методика оценки эксплуатационных запасов подбарханных линз пресных подземных вод

Как следует из общих условий формирования искусственных ресурсов и запасов пресных подземных вод, искусственное питание пресных линз в гидрогеологическом отношении характеризуется двумя разновидностями:

- а) накоплением в породах зоны аэрации емкостных запасов пресных подземных вод в виде линз с помощью свободного налива поверхностных вод в специальные скважины или инфильтрационные бассейны;
- б) искусственным питанием (ресурсами) напорных вод в пластовых условиях с помощью нагнетания поверхностных вод через специально оборудованные скважины [8].

Как показали опытные исследования В. Н. Кунина и Г. Т. Лещинского в аридной зоне перспективным направлением может явиться первая разновидность — искусственное магазинирование поверхностных вод в подземных емкостях в форме линз пресных вод с последующим периодическим или постоянным отбором системой каптажных сооружений. В качестве подземной емкости могут быть использованы породы зоны аэрации или верхняя часть разреза пород зоны полного насыщения.

Проведенные опыты позволили сделать вывод о том, что накопление емкостных запасов за один сезон аккумуляции происходит в ограниченных объемах. Поэтому такие запасы могут быть использованы преимущественно для удовлетворения потребности мелких объектов, т.е. для децентрализованного водоснабжения колхозов, ферм, пастбищ [8].

Методика оценки эксплуатационных запасов подземных вод искусственно формируемых линз пресных вод включает в себя следующее:

- 1) прогноз условий формирования линзы пресных вод, ее размеров с учетом насыщения пород зоны аэрации или в породах водоносного горизонта минерализованных подземных вод (возможное растекание линзы пресных вод после прекращения искусственной инфильтрации);
- 2) оценку эксплуатационных запасов пресных подземных вод, накопленных в линзе, при условии их охраны от подтягивания соленых вод снизу или сбоку.

В начальной стадии фильтрации из сооружений открытого типа вода расходуется на насыщение пород зоны аэрации под дном бассейна и частично на боковое растекание в результате проявления всасывающего

эффекта. В таких условиях важно знать две основные характеристики процесса фильтрации:

а) продолжительность периода, при котором произойдет смыкание фронта инфильтруемых вод с естественными грунтовыми водами;

б) общие потери воды, которые требуются на полное насыщение пород зоны аэрации под дном бассейна.

Продолжительность стадии промачивания пород в условиях применения способов искусственного восполнения, основанных на площадном распределении поверхностных вод, зависит от строения зоны аэрации водоносного горизонта. При однослойном строении зоны аэрации, сложенной относительно однородными в фильтрационном отношении породами, время продвижения фронта промачивания для условий одномерного потока рассчитывается приближенно по формуле Цункера (4.1).

$$t_0 = \frac{\mu}{K} \left[Z - \Delta H \ln \left(1 + \frac{Z}{\Delta H} \right) \right], \quad (4.1)$$

где K – коэффициент фильтрации пород зоны аэрации, м/сут;

ΔH – высота слоя воды над поверхностью поймы, м;

Z – глубина просачивания воды от поверхности поймы до уровня грунтовых вод, м.

Численный анализ показывает, что полное водонасыщение однородных песчаных пород при вертикальной фильтрации поверхностных вод на участке влияния вод может происходить в течение короткого времени, исчисляемого несколькими часами.

При двухслойном строении зоны аэрации время просачивания через верхний слабопроницаемый слой мощностью m_0 может определяться по той же зависимости при Z равно m_0 .

Как показывают расчеты, наличие слабопроницаемого слоя с коэффициентом фильтрации, значительно меньшим, чем проницаемость основной толщи пород (K/K_0 больше 100), может увеличить продолжительность периода просачивания в несколько раз по сравнению с фильтрацией через неэкранированную толщу пород.

Продолжительность периода просачивания через второй слой определяется приближенно по формуле Н. Н. Биндемана:

$$t_2 = \frac{\mu(Z - m_0)}{\sqrt[3]{Kv_0^2}}, \quad (4.2)$$

где μ — недостаток насыщения;

v_0 — скорость инфильтрации, м/сут.

Общая продолжительность периода до смыкания инфильтрационного потока с капиллярной каймой грунтовых вод при двухслойном строении зоны аэрации равна суммарному времени просачивания через оба слоя.

Объем воды, необходимый на насыщение пород зоны аэрации, может определяться по формулам, учитывающим различную форму бассейнов в плане и угол заложения их откосов. Как показали проработки, в общем случае для приближенного расчета этого объема воды применима зависимость:

$$v \approx \pi(r_{\text{пр}} + h_0)^2 h_a \mu, \quad (4.3)$$

где h_a — мощность зоны аэрации, м;

$r_{\text{пр}}$ — приведенный радиус инфильтрационного бассейна (радиус большого колодца), м.

После смыкания фронта промачивания с грунтовыми водами наступает стадия формирования линзы пресных вод, ее рост по площади и на глубину. В практике прогноза развития линз пресных вод среди соленых применяются упрощенные решения, основанные на предпосылке «поршневого вытеснения» минерализованных вод пресными и учитывающие различия в их плотностях [8].

На основании предположения о том, что расход поступающих из бассейна вод равномерно распределен по вертикальной оси линзы, а скорость фильтрации в горизонтальном направлении значительно превышает скорости по вертикали, В. Д. Гродзенским получены расчетные зависимости для определения возможных размеров линзы в процессе искусственного восполнения с помощью инфильтрационных бассейнов. В качестве граничных условий рассматривается линза, лежащая на соленых водах, водоносный горизонт имеет достаточно большую мощность, при которой пресные воды не достигают нижнего водоупора.

Учитывая принцип гидростатического равновесия в системе пресные — соленые воды, приближенное условие, при котором линза пресных вод своей нижней границей достигнет водоупора, имеет следующий вид по Глазунову:

$$h \geq \frac{\rho_c - \rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}}} H, \quad (4.4)$$

где H — средняя мощность водоносного горизонта;

h — превышение верхнего купола формируемой линзы над общим уровнем грунтовых вод.

В зависимости от условий формирования линз пресных вод можно рассмотреть три основные расчетные схемы:

- при постоянном расходе на питание, когда уровень воды в бассейне непрерывно повышается;
- после прекращения питания в результате постепенного заиления дна и откосов бассейна;
- при периодическом возобновлении питания, когда в первый период прекращения подачи воды в бассейн происходит растекание линзы, а затем с возобновлением питания размеры линзы вновь увеличиваются.

Основные расчетные зависимости для прогноза формирования линз пресных вод среди соленых применительно к выделенным типам питания подземных вод приведены в таблице 4.1.

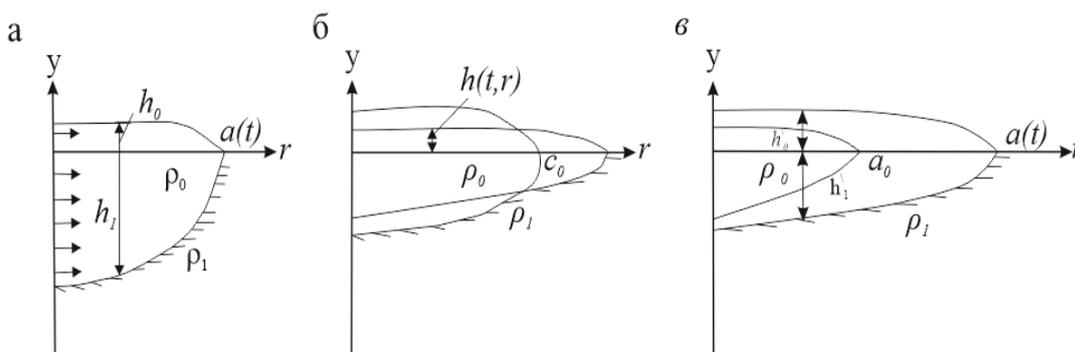


Рисунок 4.4 – Схема формирования линзы пресных вод среди соленых

где а – при постоянном расходе на питание;

б – После прекращения питания;

в – при периодическом возобновлении питания.

Следует отметить, что наблюдениями, выполненными на участках формирования линз пресных вод в Туркмении, выявлено, несоответствие опытным данным существующего представления о непрерывном росте верхнего купола линзы за период ее питания. Несмотря на продолжающуюся достаточно, интенсивную инфильтрацию из бассейна, после роста верхнего купола линзы пресных вод в течение нескольких дней в дальнейшем происходило постепенное снижение поверхности купола и сокращение вертикального размера линзы под дном бассейна. Это позволило сделать вывод о том, что рост купола линзы пресных вод осуществляется до тех пор, пока фильтрационный поток в контуре бассейна превышает объем воды, расходуемой на растекание ее по поверхности формируемого бугра грунтовых вод [8].

Текущая глубина границы раздела пресных и соленых вод h_1 (при мощности линзы в любом сечении, равной $h_0 + h_1$) определяется по формуле 4.5:

$$h_1 = h_0 \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{с}} - \rho_{\text{п}}} \quad (4.5)$$

Оценка производительности водозабора обычно выполняется гидродинамическим методом, путем расчета системы взаимодействующих скважин применительно к граничным условиям участка формирования линзы пресных вод. При оценке запасов необходимо учитывать особенности эксплуатации линз пресных подземных вод. Они заключаются в том, что в процессе работы водозабора возникает опасность подсосывания соленых вод как с боковых сторон линзы, так и снизу. При этом подтягивание соленых вод снизу представляет наибольшую опасность, так как горизонтальные размеры линзы всегда значительно превышают мощность ее пресной воды.

Для прогноза подтягивания соленых вод сбоку могут быть использованы расчетные зависимости (таблица 4.2), полученные В. М. Гольдбергом, применительно к различным типам водозаборов — одиночному, кольцевой батарее скважин и линейному ряду скважин. Указанные формулы, позволяющие определить время начала подсосывания соленых вод и изменение минерализации воды во времени, выведены исходя из предпосылки о поршневом вытеснении пресной воды соленой, т.е. без учета образования зоны дисперсии (переходной зоны), что дает при расчетах по ним определенный «запас инженерной надежности» [8].

Таблица 4.1 – Основные зависимости для расчета формирования осесимметричных линз пресных вод среди соленых подземных вод

Режим формирования линзы	Положение крайней точки по горизонтали, м	Высота границы линзы над уровнем соленых вод, м	
		По ее оси	В любой момент времени t на расстоянии r от ее оси
При постоянном расходе на питание	$a(t) = \sqrt[4]{\frac{8QK}{\pi n^2 \beta}} t^{3/2}$,	$h_\theta(t) = \sqrt{\frac{Q}{2\pi k \beta}}$,	$h(t, r) = h_0 \left[1 - \frac{r^2}{a^2(t)} \right]$,
При расходе на питание, затухающем во времени	$a(t) = \sqrt[4]{\frac{16kkQd}{n^2\pi\beta\alpha^2}} \times \sqrt[4]{at + \theta^{-at}} - 1$,	$h_0(t) = \sqrt[4]{\frac{Q}{4\pi k \beta}} \frac{1 - e^{-at}}{\sqrt{at - e^{-at} - 1}}$	
При периодически возобновляющемся питании: а) после прекращения питания	$a(t) = a_0 \left[\frac{1 + 8kh_0 t}{na_0^2} \right]^{3/4}$,	$h_0(t) = \frac{h'_0}{1 + \frac{kh_0}{na_0^2}} \times \left(1 + \frac{8kh_0 t}{na_0^2} \right)^{1/2}$,	$h(t, r) = \frac{h_0}{1 + \frac{8kh_0 t}{na_0^2}} \times \left[\left(\frac{1 + 8kh_0 t}{na_0^2} \right)^{1/2} - \left(\frac{r}{a_0} \right)^2 \right]$.
б) при возобновлении питания	$a(t) = \sqrt[4]{\frac{8kh_0 a_{01}^2}{\pi}} t + \sqrt[4]{\frac{8Q\beta}{\pi n^2}} t^2 + a_{01}^4$,	$h_0(t) = \frac{a_{01}^2 h_0(0)}{a^2(t)} + \frac{2Qt}{\pi n^2 \beta a^2(t)}$,	

Для прогноза засоления снизу рекомендуется проводить расчет максимально возможной минерализации смешанной воды, отбираемой водозабором, по формулам, в зависимости от вертикальной неоднородности водоносного горизонта.

Таблица 4.2 - Прогноз подтягивания соленых вод сбоку без учета зоны дисперсии (переходной зоны)

Тип водозабора	Время начала подсосывания соленых вод, сут	Изменение минерализации воды во времени
Одиночный или концентрированный на небольшой площади	$T = \frac{\pi mn x^2}{Q}$,	$C = C_0 + \frac{C_1 - C_0}{\pi} \arccos \sqrt{\frac{T}{t}}$
Кольцевая батарея скважин	$T = \frac{\pi mn}{Q} (x^2 - R_0^2)$,	$C = C_0 + \frac{C_1 - C_0}{\pi} \arccos \frac{x}{\sqrt{\frac{Qt}{\pi mn} + R_0^2}}$,
Линейный ряд скважин	$T = \frac{2mnl^2}{\pi Q} \ln ch \frac{\pi x}{l}$ при $\frac{x}{l} \leq 0.5$ $T = \frac{2mnl}{\pi Q} (\frac{\pi x}{l} - 0.7)$,	$C = C_0 + \frac{C_1 - C_0}{\pi} \arctg \sqrt{\frac{l^{bt} - l^{bT}}{l^{bT} - 1}}$ $b = \frac{\pi Q}{mnl}$.

где Q – дебит водозабора, м²/сут;

x – расстояние от центра водозабора до контура соленых вод, м;

C_1 и C_0 – минерализация соответственно соленых и пресных вод, г/л;

R_0 – радиус кольцевой батареи скважин, м;

l – расстояние между скважинами в ряду, м;

t – время эксплуатации водозабора, сут;

T – время начала подсосывания соленых вод (t больше T), сут.

В относительно однородном в фильтрационном отношении водоносном пласте применима зависимость:

$$C_{max} = C_1 - (C_1 - C_0) \frac{h_0}{h_1}. \quad (4.6)$$

В неоднородном по вертикали водоносном горизонте могут наблюдаться два случая:

- 1) Граница соленых пресных вод располагается в нижнем слое с коэффициентом фильтрации K_1 :

$$C_{max} = C_1 - (C_1 - C_0) \frac{K_1 h_0}{Kh}. \quad (4.7)$$

- 2) Граница соленых пресных вод располагается в нижнем слое с коэффициентом фильтрации:

$$C_{max} = C_1 - (C_1 - C_0) \frac{K_2 h_1}{Kh}. \quad (4.8)$$

где C_1 и C_0 – минерализация соответственно соленых и пресных вод, г/л;

h, h_0 и h_1 – общая мощность водоносного горизонта, мощность пресных и соленых вод, м;

K – средневзвешенный по вертикали коэффициент фильтрации водоносного горизонта, определяемый по формуле:

$$K = \frac{K_1 h'_1 + K_2 h'_2}{h}, \quad (4.9)$$

где h'_1 и h'_2 – мощности слоев с коэффициентами фильтрации соответственно K_1 и K_2 , м.

Если максимальная минерализация воды окажется больше минерализации, допустимой нормами качества воды, согласно существующим стандартам и требованиям, то производится дополнительный прогноз изменения минерализации воды во времени за счет подтягивания соленых вод снизу.

4.2 Гидродинамический расчет запасов подземных вод

В задачи гидрогеологических исследований, производящихся для оценки эксплуатационных запасов линз пресных вод, входит:

– изучение данных о размерах и конфигурации линзы пресных вод в плане и в разрезе;

– определение мощности соленых вод и характера изменения ее в пределах линзы;

– характеристика свободной или пьезометрической поверхности в пределах линзы пресных вод, а также поверхности раздела пресных и соленых вод;

– характеристика химического состава пресных и соленых вод, причем соленые воды должны быть охарактеризованы и в некотором удалении (до 1-2 км) от границы линзы;

характеристика фильтрационных свойств пород в зоне пресных и соленых вод с выделением линз и прослоев глинистых пород в водоносной толще; изучение степени неоднородности пород в плане и в разрезе с постановкой опытов по определению активной пористости пород

В процессе работы скважины, эксплуатирующей пресные воды, подстилаемые солеными водами, под фильтром образуется «язык» соленых вод, постепенно продвигающийся к фильтру скважины. При более или менее значительном дебите скважины соленые воды достигают фильтра, после чего минерализация откачиваемой воды постепенно возрастает и с течением времени вода может стать пригодной к употреблению [9].

При некоторой величине дебита скважины, определяемой разницей в удельных весах пресных и соленых вод и положением фильтра в водоносном

пласте, можно избежать подсосывания соленых вод (Рисунок 4.5). Но в связи с незначительной разницей в удельных весах пресных и соленых вод, исключить подсосывание последних можно лишь при весьма малых дебитах скважин, не имеющих сколько-нибудь существенного значения.

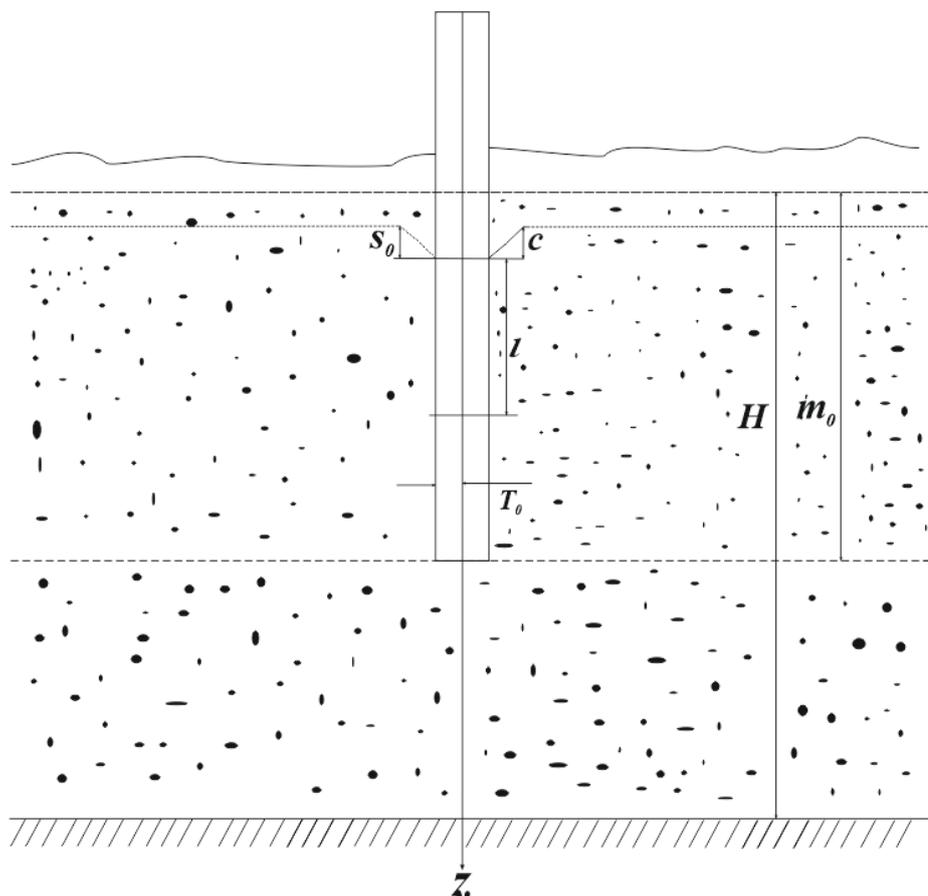


Рисунок 4.5 – Схема подсосывания двух скважин

Время (T), через которое начинается подсосывание соленых вод, определяется по приближенной формуле:

$$T = \frac{2\pi p_0}{Q} \left[\frac{m_0^3 - b^3}{3} - (m_0 - b)(c^3 + b^2 + cb) + (c + b)^2 \sqrt{cb} \cdot \left(\arctg \frac{m_0}{\sqrt{cb}} - \arctg \frac{b}{\sqrt{cb}} \right) \right] \quad (4.10)$$

где T – время от начала откачки;

Q – дебит скважины;

p_0 – активная пористость водоносных пород;

m_0 – мощность слоя пресных вод;

$b = c + l$ – расстояние низа фильтра от статического уровня;

l – длина фильтра скважины,

c – расстояние верха фильтра от статического уровня.

Время T определяется продолжительностью перемещения вершины «языка» соленых линз от границы пресных и соленых вод до фильтра

скважины. Формула применима, если фильтр скважины располагается верхней половине водоносного пласта.

В однородном по фильтрационным свойствам водоносном пласте наибольшая минерализация воды, забираемой скважиной, определяется по формуле:

$$C = C_1 - (C_1 - C_0) \frac{m_0}{H}, \quad (4.11)$$

где C – наибольшая минерализация воды, получаемой скважины;

C_1 и C_0 – минерализация соленых и пресных вод;

m_0 и H – мощность слоя пресных вод и общая мощность водоносного пласта в естественных условиях.

Если C больше или равно C_k , где C_k – допустимая кондиционная минерализация откачиваемых вод, то эксплуатация пресных вод возможна без всяких мероприятий по защите водозабора от подсосывания соленых вод снизу.

В случае, когда минерализация откачиваемой воды по расчету превышает кондиционную (C больше или равно C_k), эксплуатация пресных вод возможна лишь с защитой от подсосывания соленых вод снизу.

Борьба с подсосыванием соленых вод снизу возможна при эксплуатации пресных вод спаренными скважинами. Под спаренными скважинами понимаются две рядом расположенные скважины, из которых одна оборудована фильтром в пресных, а другая в минерализованных водах. Скважина с фильтром в пресных водах – верхняя, а нижняя – в скважинах с фильтром в минерализованных водах. При одновременной откачке из спаренных скважин пресных соленых вод между фильтрами скважин образуется поверхность раздела потоков, питающих скважины. К верхней скважине поступает вода из части водоносного слоя, расположенной над границей раздела потоков, а нижняя скважина питается потоком, лежащим под границей раздела. Для исключения подсосывания соленых вод верхней скважиной необходимо, чтобы граница раздела потоков располагалась выше границы пресных и соленых вод или, в предельном случае, эта граница, деформированная в процессе откачки, должна совпадать с границей раздела потоков к скважинам. На основании теоретических соображений и опытов в целевом лотке, произведенных во ВСЕГИНГЕО, было установлено, что в однородном водоносном пласте для исключения подсосывания соленых вод верхней скважиной отношение дебитов скважин, забирающих пресные и соленые воды, не должно быть больше отношения средних мощностей пресных и соленых вод, т.е.:

$$\lambda = \frac{Q_n}{Q_c} \leq \frac{m_0}{m_1} \quad (4.12)$$

где Q_n и Q_c – дебиты скважин, забирающих пресные соленые воды;

m_1 и m_0 – мощности слоев пресных и соленых вод;

При расчете работы спаренных скважин определяют:

- а) величины λ ;
- б) положение границы раздела потоков по отношению к спаренным скважинам по вертикальной оси z формуле:

$$\lambda \left(\frac{1}{b_1 + z} - \frac{1}{c_1 + z} - \frac{1}{z - b_1} + \frac{1}{z - c_1} \right) + \frac{l_1}{l_2} \left(\frac{1}{H + c' - z} + \frac{1}{H + b'_2 - z} + \frac{1}{H - b'_2 - z} - \frac{1}{H - c' - z} \right) = 0, \quad (4.13)$$

где l_1 – длина фильтра верхней скважины, забирающей пресные воды;
 l_2 – то же для нижней скважины, забирающие соленые воды;
 c_1 – расстояние от статического уровня до верхнего конца фильтра скважины, забирающей пресные воды;
 c' – расстояние от нижнего конца фильтра скважины, забирающей соленые воды, до подошвы водоносного пласта;
 $b_1 = c_1 + l_1$ – расстояние от нижнего конца верхнего фильтра до статического уровня;
 $b'_2 = c' + l_2$ – расстояние от верхнего конца нижнего фильтра до подошвы водоносного пласта;
 H – мощность водоносного пласта;
 z – расстояние от границы раздела потоков к скважинам до статического уровня по оси фильтров (ось z).

5 Экономическая эффективность и социальная значимость использования пресных подбарханных линз

5.1 Специфика оценки запасов подземных вод

Водный баланс в песках традиционно рассматривается как пастбищный (выпас). К антропогенным факторам следует отнести такие загрязнения песчаных массивов такие как: промышленными и сельскохозяйственными отходами, поступающими как с местных локальных (полигоны, зимовки, скотопрогоны и т.д.) так и сопредельных территорий (добыча, переработка, транспортировка нефти и нефтепродуктов; линейные сооружения (дороги) и др.

Основная роль растительности в песках рельефо-стабилизирующая и почвообразующая, а затем уже пастбищная. сырьевая и т.д. При традиционном пастбищном использовании песков налицо диссонанс между функциональной значимостью автотрофного блока песчаных экосистем и их ресурсной потребительной значимостью, между требованиями экологии и экономикой. Результатом такого несоответствия системы «природа-человек» является общее неудовлетворительное состояние песков области, сводки о состоянии песчаных пастбищный угодий Атырауской области (70 процентов всех площадей сбитых пастбищ области, приходится на песчаные массивы, в Курмангазинском районе они составляют 0,63 млн. га - 50 процентов в Исатаевском - 0,9 млн. га - 53 процентов). В перспективе антропогенная нагрузка на природные системы Волжско-Уральских песков значительно увеличится за счет перемещения животноводческих объектов с затопляемой в настоящее время приморской равнины легко ранимы [10].

Сложившаяся ситуация требует пересмотра системы природопользования региона в целом и пастбищных массивов в частности. При этом наиболее актуальны вопросы организации контроля за состоянием природных экосистем всего региона, района, конкретного хозяйственного комплекса гос., ферм и т.д.).

Особенности водопользования в пустыне определяются в значительной мере не отсутствием вод вообще, а ограниченностью ресурсов слабо минерализованных вод и их сравнительно трудной доступностью. Это привело к широкому использованию вод с повышенной минерализацией.

5.2 Специфика использования пресных подземных вод для отгонного животноводства

Хозяйственное развитие пустынной зоны носит комплексный характер. Главным направлением использования вод подбарханных линз является водоснабжение отгонного (пастбищного) животноводства. В этой отрасли хозяйства вода необходима для водопоя животных, полива кормовых культур в зоне пастбища, создания микрооазисов, для обеспечения водой населения, ведущего животноводческое хозяйство и порой находящегося вне крупных оазисов в окружении пустыни.

Условия водопоя в пустыне чрезвычайно резко отличаются от условий не только в областях более или менее достаточного увлажнения, но даже и от условий поясе сухих степей.

Использование подземных вод для обводнения пастбищ имеет свои специфические особенности:

- вода потребляется в том объеме, какое количество нужно для водопоя скота, содержащегося на одном водопойном пункте;
- объем водопотребления зависит от количества дней использования пастбищ в году;

Условия водопоя в пустыне чрезвычайно резко отличаются от условий не только в областях более или менее достаточного увлажнения, но даже и от условий в поясе сухих степей.

Поголовье овец (N), содержащихся в течение определенного отрезка времени в пределах одного пастбищного участка, может быть определено произведением площади (F , га) вокруг водопойного пункта на урожайность (w , п/га) и постоянное число 100 (количество килограмм в центнере), деленное на норму расхода корма в день на одну условную овцу (p , кг) и количество дней использования пастбищ в году (n , дни):

$$N = \frac{F \cdot 100 \cdot w}{pn}, \text{ голов} \quad (4.14)$$

Подземные воды Северного Прикаспия имеют ограниченные прогнозные эксплуатационные ресурсы и по составу преобладают солеными высокоминерализованными подземными водами.

Следовательно, по минерализации и по объему ресурсов воды не могут использоваться в полной мере для водоснабжения населения и орошения земель. Основным назначением подземных вод может являться обводнения пастбищ. В пределах распространения подземных вод на территории Северного Прикаспия можно было бы содержать примерно 1886 тыс. голов условных овец.

5.3 Мероприятия по режиму использования пастбищ

На основании составленных карт пастбищ и экологического состояния пастбищных экосистем разработана схема природоохранных мероприятий. Использован также метод оценки функций растительности (картографическая основа дана выше).

Мероприятия рассматриваются как категории охраны:

- исключение из использования;
- ограничение выпаса и пастбищеоборот;
 - регулирование выпаса;
 - выборочная фитомелиорация и регулирование выпаса;
 - закрепление песков;

- улучшение сенокосных угодий, щадящий режим использования;
- охрана и уход за посадками саксаула, терескена и других.

Безусловно, значимой, как природоохранное мероприятие будет совершенствование системы сезонного регулирования, пересмотра сезонов выпаса при участковом подходе. Последний подразумевает новый тип землеустройства, в разработке которого для песчаных массивов первоочередным будет учет комплексности, разнородности пастбищ по элементам рельефа.

Так, нам неоднократно приходилось наблюдать, как свободно пасущиеся по берегам Каспия верблюды пьют из моря (засоление 12—13 г/л), тогда как по соседству располагаются колодцы, из которых их неоднократно поили значительно более пресной водой. Поэтому следует признать более правильными приведенное определение: «годные только осенью и зимой» и т. п. Это определение исходит из жизненного опыта. Поить в жаркий летний день овец или верблюдов водой с засолением более 12—13 г/л нельзя, тогда как зимой такая вода вполне пригодна для водопоя.

Некоторая часть огромной территории северной зоны пустынь, полупустынь и сухих степей с более или менее достаточным количеством водопоев в теплое время года, зимой их не имеет, так как колодцы промерзают. Население издавна приспособилось заменять воду снегом. Такой способ особенно распространен в Монголии, и многие миллионы голов выпасающегося там скота ежегодно по несколько месяцев не получают воды в жидком виде,

По имеющимся наблюдениям в основном, по-видимому, промерзает вода только в колодцах. Поэтому, по мере внедрения отопительных устройств, устраняющих промерзание колодцев, зависимость поголовья от неустойчивого снежного покрова будет ликвидирована.

Скот получает воду за счет значительной влажности естественного растительного корма, а расходование воды животными резко снижается вследствие высокой относительной влажности воздуха и невысоких температур, свойственных этому времени. Из опроса опытных чабанов о состоянии скота неизменно следовало, что в данных условиях скот не только можно не поить, но и не следует поить, так как он значительно лучше нагуливается.

Однако, как только прекращается сезон весенних дождей и устанавливаются высокие дневные температуры, скот постепенно подгоняется к источникам, и в права вступает летний режим водопоя. Таким образом, участки, где выпас осуществляется уже в конце весны, должны быть расположены не далее чем на расстоянии трех - четырехдневного обеспеченного кормом перегона скота от водопойных точек, тогда как в остальной период безводпоного выпаса используются пастбища, значительно удаленные от водных источников. Этот способ животноводческого освоения территории позволяет, в какой-то, но далеко не всегда полной мере, использовать в определенную часть года продуктивные

пастбища, совсем лишены колодцев и родников, без какого-либо ущерба для нормального развития поголовья, а по мнению ряда специалистов и чабанов, даже с лучшими результатами, чем при системе частых водопоев.

5.4 Расчет возможного объема техногенной линзы

Проведем предварительный расчет объема техногенной подбарханной линзы и определим потенциальные возможности ее для организации водоснабжения участка отгонного животноводства.

Расчет проводим для линзы, формирующейся на водосборной площади 1 га (10000м²). Количество атмосферных осадков принимаем 200мм в год. Коэффициент инфильтрации – 0,6. (120мм слоя осадков идет на инфильтрационное питание). Транспирация и испарение с поверхности уровня подземных вод, в результате агротехнических мероприятий и использования неорганической мульчи, отсутствуют [10].

Отсюда, объем пресной воды, накопившейся в пресной подбарханной линзе составит 3.3м³ в сутки. Суточное водопотребление одной овцы составляет 3 литра. Отара из 1000 овец требует для водопоя 3м³ в сутки.

Таким образом, техногенная подбарханная линза, сформированная на площади 1га, вполне может обеспечить участок отгонного животноводства пресной питьевой водой в течение всего года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты настоящей магистерской диссертации подтверждают, что техногенные линзы пресных вод можно рассматривать как альтернативный источник водоснабжения отгонного животноводства. Данный вывод был сделан путем анализа литературных источников по изучению линз пресных вод, условий формирования и факторов, влияющие на создание техногенной линзы.

Доказательства обеспечения водой отгонного животноводства представлены результатами предварительного расчета возможного объема техногенной подбарханной линзы и определением потенциальных ее возможностей.

В случае отсутствия существования линзы на определённом участке, была рассмотрена возможность создания ее путем искусственного восполнения.

Создание участков отгонного животноводства при водоснабжении за счет линз пресных подземных вод дает возможность организовать новые рабочие места в регионах, где существует дефицит рабочих мест.

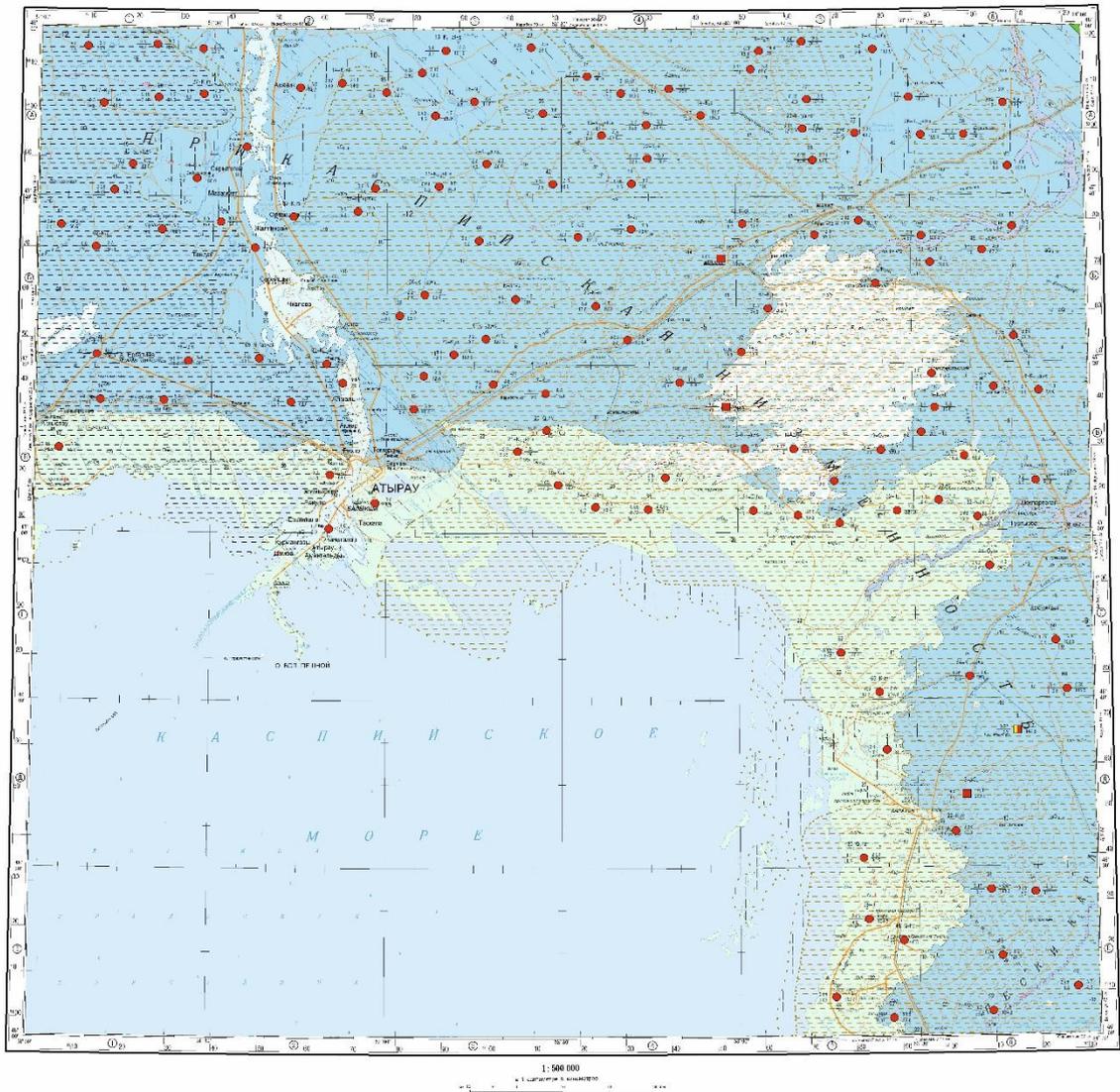
В магистерской диссертации приводятся новые методы искусственного восполнения запасов барханных массивов и даются пути их использования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Кунин В.Н., Линзы пресных вод пустыни. Методы исследования оценки ресурсов и эксплуатации, Москва, Издательство Академии наук СССР, 1963.
- 2 Максимов В.Д., Справочное руководство гидрогеолога. Том 1, г. Ленинград, «Недра», 1967.
- 3 Кунин В.Н., Местные воды пустыни и вопросы их использования. М.: Издательство Академии наук СССР, 1959.
- 4 Ахмедсафин У.М. О режиме грунтовых вод песчаных пустынь «Вести. АН КазССР», 1950.
- 5 Петров М.П. Водный режим барханных песков и термические условия конденсации влаги в Каракумах. М.: Издательство Академии наук СССР, 1960.
- 6 Давыдов И. Я. Некоторые условия формирования пресных грунтовых вод в песчаных пустынях. Изд-во АН ТССР, сер. физ.-техн., хим. и геол. наук, № 1, 1962.
- 7 Шевченко Н.Г. Поиски пресных линзовых вод в условиях песчаного рельефа по геоморфологическим признакам. М.: Издательство Академии наук СССР, 1959г.
- 8 Плотников Н.И., Плотников Н.А., К.И. Сычев Гидрогеологические основы искусственного восполнения запасов подземных вод. М.: «Недра», 1978.
- 9 Алекин О. А. Основы гидрохимии. Гимиз, Л., 1953.
- 10 Гидрогеология СССР. Том XXXV. Западный Казахстан. Редактор А.В. Сотников. М.: Издательство Академии наук СССР, 1971.

Приложение А

МИНИСТЕРСТВО ИНДУСТРИИ И НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КОМИТЕТ ГЕОЛОГИИ И НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА КАЗАХСТАНА
Масштаб 1:500 000
Западно-Казахстанская серия
1-39-Б (АТЫРАУ)



Министерство индустрии и новых технологий Республики Казахстан Комитет геологии и недропользования Казахстанская серия Западно-Казахстанская серия 1-39-Б (АТЫРАУ)	Учет за период составления карты выполненной работы геологической карты Республики Казахстан масштаба 1:500 000 с координатной системой 1986 года (Система координат и высотных измерений) и в период составления карты (с 1986 по 2014 год) в соответствии с требованиями законодательства Республики Казахстан.	Оптический источник	Завалев В. А.	2014 год
Приложение 8 Лист 1	Гидрогеологическая карта Казахстана 1-39-Б (АТЫРАУ)			
Масштаб:	1:500 000			
Составил:	Калитов Д. К.			
Компьютерный дизайн:	Кисинский Б., Бекенов А.			

А.1 Рисунок – Гидрогеологическая карта Казахстана

