

М.Т. Бурак

ПОДЗЕМНЫЕ
ВОДЫ
КЫЗЫЛКУМОВ

„ФАН“

ВВЕДЕНИЕ

Территория Центральных, Юго-Западных и части Северных Кызылкумов, принадлежащая Бухарской области УзССР и частично Каракалпакской АССР, в недавнем прошлом славилась лишь богатством пастбищных угодий отгонного животноводства, а в настоящее время известна как геологическая провинция, богатая полезными ископаемыми (золото, тальк, графиты, фосфориты, бирюза, минеральные воды, грязи и др.). Кроме того, Юго-Западные Кызылкумы по запасам нефти и газа занимают одно из первых мест в Советском Союзе.

Принадлежность территории к аридной зоне, а также отсутствие поверхностных водотоков предопределило большую роль подземных вод не только для обводнения пастбищ, но и для водоснабжения быстро развивающихся объектов горно-рудной и нефтедобывающей промышленности. Поэтому Центральные и Юго-Западные Кызылкумы являются одним из первых регионов Средней Азии, в котором начаты планомерные гидрогеологические исследования.

Обширные пространства Кызылкумов покрыты гидрогеологическими исследованиями различной детальности. Большой комплекс геологоразведочных и геофизических работ позволил охарактеризовать с гидрогеологических позиций весь геологический разрез до палеозойского фундамента и выделить основную водосодержащую толщу в сенон-туронских отложениях. Наиболее полно эта толща изучена по Мынбулакскому и Карагатинскому артезианским бассейнам, где определены естественные и эксплуатационные запасы подземных вод.

В меньшей степени, преимущественно по разрезам колодцев, освещены водоносные пласты четвертичных, плиоценовых и олигоценных образований. Слабо разведаны водоносные свиты сеноманижнетуронских, нижнемеловых и юрских отложений. Не определены генезис и мощность линз пресных грунтовых вод, развитых в пределах песчаных равнин.

В палеозойских массивах исследована лишь верхняя водоносная зона, контролируемая врезом современной гидрографической сети; разведка более глубоких зон здесь только начата.

В связи с комплексным использованием подземных вод необходимо обобщить разрозненные сведения и создать единое описание гидрогеологических условий изучаемой территории.

В основу данной работы положены материалы комплексных геолого-гидрогеологических и геофизических исследований, а также ряда опубликованных в последние годы работ, освещающих условия формирования подземных вод и гидрогеологическое районирование.

Считаю своим долгом выразить искреннюю признательность Б. Б. Митгарц, Н. И. Ходжибаеву, Р. Я. Бойко, М. М. Иванищину, внесшим ряд ценных указаний при подготовке данной работы к опубликованию.

Глава I.

ОБЗОР ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кызылкумы с давних времен посещали отдельные путешественники, которые в научных записках впервые осветили их физико-географические условия. Обычно это были чиновники при различных посольствах, направляющихся в Туркестанский край (Э. Эверсман и Пандер при посольстве Негри в 1820 г., А. Леман, Н. Ханыков при экспедиции Бутенева в 1841 — 1842 гг., А. В. Каульбарс в 1873 г. и др.). В 1874 г. пустыню Кызылкумы пересек геолог Н. П. Барбот-де-Марни, давший краткую геологическую характеристику возвышенностей Кызылкумов.

Научные экспедиции, в материалах которых имеются данные о геологическом строении и подземных водах Кызылкумов, начали проводиться в конце XIX и начале XX в. В этот период здесь побывали выдающиеся геологи И. В. Мушкетов, А. В. Архангельский и др.

После Великой Октябрьской социалистической революции в Кызылкумах проводились разносторонние исследования геологического профиля, разрешающие проблемы хозяйственного использования природных богатств пустыни; при этом гидрогеологические работы были тесно связаны с поисками полезных ископаемых. К числу наиболее интересных работ этого времени следует отнести геологическую карту Кызылкумов, составленную И. П. Герасимовым и П. К. Чихачевым в 1927 — 1928 гг. В 1931 и 1932 гг. геоморфолог Н. В. Ломакин (участник Кызылкумской геохимической экспедиции Академии Наук СССР) описал геоморфологическое строение Кызылкумов. В отмеченных работах имеются сведения о колодцах и источниках. В 1934 — 1935 гг. в связи с проблемой водоснабжения пастбищных угодий впервые начаты специальные гидрогеологические исследования, выполнявшиеся гидрогеологами Н. И. Плотниковым и А. М. Бугровой, а в 1938 — 1941 гг. В. Ф. Сафроновым, М. Т. Бурак, Н. А. Мичкасской впервые в Кызылкумах были заложены глубокие скважины на воду. С 1936 по 1943 гг. комплексные геологические исследования проводили С. А. Кушнар и Б. Б. Митгарц с участием гидрогеологов А. М. Бугровой, М. Т. Бурак, Р. Я. Бойко и М. М. Иванцына. По результатам этих работ в 1948 г. Б. Б. Митгарц охарактеризовала гидрогеологические условия Кызылкумов и выделила несколько типовых гидрогеологических районов. С 1949 г. в связи с проблемой обводнения пастбищных угодий начались планомерные

геолого-гидрогеологические исследования¹ территории Кызылкумов средней детальности. Эти исследования, впервые сопровождавшиеся картировочным бурением для выявления гидрогеологических и структурных условий, выполняли А. Б. Васютинская, А. П. Ветров, Н. Я. Ветрова, О. К. Инжеватова, И. Е. Каргин, Л. И. Кванин, Н. М. Кириченко, М. И. Павлов, М. А. Самсонов, П. М. Свешников, В. М. Фомин под руководством и при непосредственном участии автора настоящей работы и инженера-гидрогеолога Р. Я. Бойко. Картировочными и разведочными скважинами в отложениях верхне-мелового возраста были вскрыты артезианские воды с минерализацией от 1 до 3 г/л, т. е. воды, пригодные в условиях пустыни для орошения и водоснабжения.

Наличие таких вод послужило поводом для широкого развития разведочных работ по всей территории Кызылкумов. В настоящее время насчитывается до 2—3 тысяч эксплуатационных артезианских скважин, из которых большая часть пробурена Пастбищно-строительно-мелиоративным трестом под руководством инженеров-гидрогеологов В. Ф. Сафронова, В. Ф. Иванова и др.

Большинство разведочно-эксплуатационных скважин высокодебитные (10—50 л/сек), частью из них на сравнительно небольших глубинах (200—300 м) вскрыты воды с температурой до 40—57°.

С 1953—1954 гг. гидрогеологические исследования в Кызылкумах направляются по новому руслу—разведке отдельных артезианских бассейнов с подсчетом запасов подземных вод, к 60-м годам подсчитаны запасы двух артезианских бассейнов—Мынбулакского и Канмехского (Карагатинского), разведан Юго-Восточно-Приаральский. Работу выполняли гидрогеологи М. Т. Бурак, А. А. Островский, Л. П. Подлявская, В. М. Фомин. В этом же комплексе работ изучался режим артезианских вод. В 1962—1963 гг. широкое развитие получила разведка линз пресных грунтовых вод для водоснабжения городов Бухары, Кагана, Нукуса, Турткуля и других населенных пунктов как в оазисах, так и в пустыне, которую проводил большой коллектив гидрогеологов Узбекского гидрогеологического треста: И. Е. Каргин, Л. П. Подлявская, В. П. Волков и др.

В связи с водоснабжением золотоносного месторождения Мурунтау в 1964—1966 гг. гидрогеологи Самаркандского гидрогеологического треста провели разведку подземных вод в Тамдытау. Сейчас практически осуществляется водоснабжение газонефтяных промыслов питьевой и технической водой, добываемой буровыми скважинами. Нельзя не отметить большой вклад в познание глубинного строения данной территории, внесенный геофизиками А. Л. Судоплатовым, Н. И. Пичугиным и др.

По мере накопления материалов по подземным водам не раз возникала необходимость их обобщения, т. е. составления сводных гидрогеологических карт и описаний к ним. В 1943—1948 гг. по инструкции И. К. Зайцева, согласно которой грунтовые и межпластовые напорные воды рассматривались отдельно, такие карты были составлены для всей территории Узбекских и Каракалпакских Кызылкумов. Над этим работали А. Н. Семихатов и Б. Б. Митгарц, составившие монографический гидрогеологический очерк Каракалпакских Кызылкумов, а также Б. Б. Митгарц и М. Т. Бурак, сделав-

¹ Горные возвышенности Кызылкумов как территории, бедные пастбищными угодьями, этими исследованиями не затрагивались.

шие такое же описание для Центральных и Юго-Западных Кызыл-кумов.

В 1954 г. гидрогеологи М. Т. Бурак, В. Ф. Сафронов и Г. А. Манжирова составили сводную гидрогеологическую карту, в которой впервые были выделены артезианские бассейны, гидрогеологические массивы и районы грунтовых вод. В 1958 — 1961 гг. коллектив гидрогеологов Узбекского гидрогеологического треста под руководством Г. А. Манжировой работал над составлением сводной карты по инструкции А. А. Бродского, на которой гидрогеологические условия отображались в аспекте сельскохозяйственного водоснабжения. Вслед за этим в последние годы в связи с проблемой нефтегазоносности региона были опубликованы работы гидрохимического профиля (Б. Б. Митгарц, Л. Е. Михайлов и др.).

Глава II.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И СВЕДЕНИЯ ОБ ЭКОНОМИКЕ РАЙОНА

Рельеф. Территория Центральных, части Северных и Юго-Западных Кызылкумов представлена пустынными и пустынно-степными, песчаными и песчано-щебневыми равнинами с отдельными горными возвышенностями и замкнутыми бессточными впадинами и понижениями. Общее снижение горных возвышенностей, а также равнинных пространств отмечено и к северо-западу. Приаральская низменность с абсолютными отметками 53—100 м является северо-западной окраиной Кызылкумов (рис. 1).

Горные возвышенности, относящиеся к среднегорьям и низкогорьям (Султан-Уиз-Даг, Букантау, Джетымтау, Тамдытау, Ауминзатау, Кульджуктау, Аристантау, Сангрунтау, Дарбазатау и Западные отроги Нуратау) и состоящие из гор Актау и Каратау, расположены друг за другом в северо-западном направлении, образуя горный гребень Кызылкумов. Абсолютные отметки гор изменяются от 2002 м (Бахильтау) до 485 м (Султан-Уиз-Даг). В Букантау, Тамдытау и Кульджуктау отдельные вершины поднимаются до 758—888 м (в среднем не превышают 500 м). Для этих гор характерна разная крутизна склонов. Обычно один из них более крутой и короткий, другой — пологий и длинный. У Султан-Уиз-Дага и Букантау южные склоны крутые, у Тамдытау и Кульджуктау — северные. Горы расчленены довольно густой сетью суходолов.

Водораздельные участки — платообразные или слабо всхолмленные, шириной 1—2 км, длиной до 10 км. Водоразделы и их пологие склоны покрыты тонким (до 1,5 м) суглинистым или супесчаным слоем с редкой зарослью полыни (*Artemisia terrae albae*); крытые склоны лишены растительности. По долинам-суходолам только во время сильных ливней проходят кратковременные водотоки. По наиболее крупным долинам, обычно у их устья, располагаются колодцы, около которых базируются населенные пункты.

Наиболее высокие (1000—2000 м) горы Каратау и Бахильтау сильно расчленены ветвистой сетью глубоких (100—200 м) долин. По наиболее крупным из них проходят постоянные водотоки, в верховьях боковых долин часто встречаются родники, днища их ложбин выделяются свежей зеленью злаково-осоковых лужаек. На высоких террасах долин, к которым приурочены поселения усадебного типа, выращивают клевер, кукурузу, бахчевые культуры, орошаемые редкой сетью небольших ирригационных каналов. Кроме того, здесь произрастают тал, абрикосовые, тутовые и яблоневые деревья и

орешник. Мелководные потоки часто используются для устройства водяных мельниц.

К подножью склонов горных возвышенностей примыкают покатые, в различной степени расчлененные суходолами песчано-щебниевые предгорные равнины с отметками 100—400 м. Глубина расчленяющих их суходолов изменяется от 5 до 20 м, редко более, ширина по дну — 0,1—1,5 км. Плоские, покатые поверхности водоразделов между суходолами шириной от 1 до 5—7 км покрыты тонким (20—50 см) суглинисто-супесчаным слоем с густой зарослью полыни

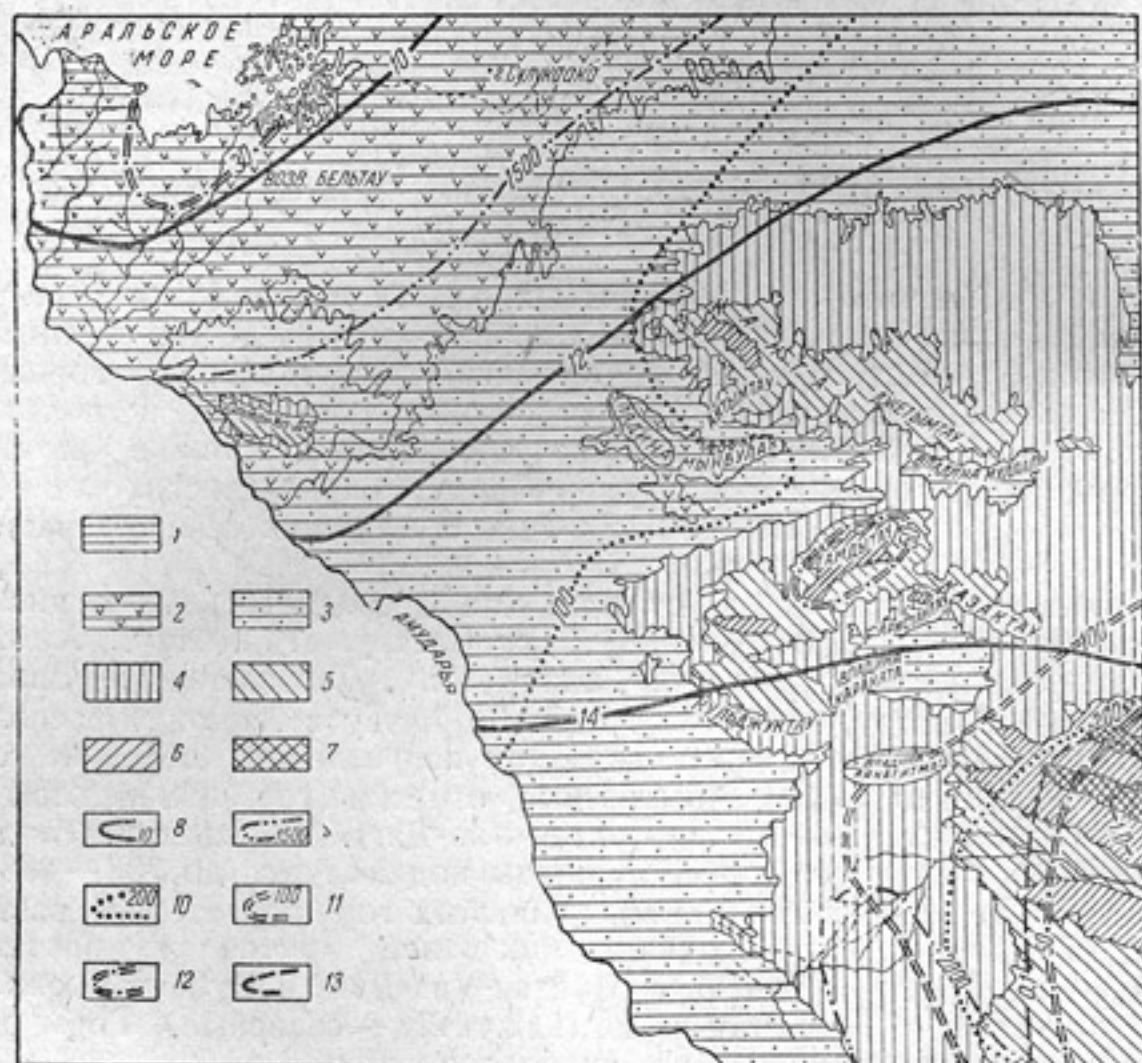


Рис. 1. Схематическая гипсометрическая карта и некоторые климатические данные.

Высоты (м): 1—ниже 0; 2—0—100; 3—100—200; 4—200—300; 5—300—500; 6—500—1000; 7—1000—2000. Температура воздуха (°C): 8—изотермы года; 9—годовая испаряемость (мм). Изогипсы года (мм): 10—годовые, 11—холодного полугодия, 12—теплого полугодия, 13—линия годового коэффициента увлажнения.

(*Artemisia terrae albae*), под которым залегают песчано-щебниевые или песчано-галечниковые, сильно загипсованные пролювиальные отложения. Борты суходолов довольно крутые, оголенные, дно покрыто песчано-щебниевыми наносами. По ним только в период сильных ливней проходят водотоки. С удалением от гор глубина расчленения уменьшается от 1,5 до 3,0 м. Периферийные части предгорных равнин характеризуются уже слабо-волнистой выровненной поверхностью. Иногда такие слаборасчлененные участки предгорных равнин примыкают непосредственно к горам.

Срединные части межгорных пространств представлены волнистыми платообразными песчано-щебниевыми равнинами. Волнистость поверхности обусловлена чередованием вытянутых увалов и разде-

ляющих их понижений протяжением в несколько десятков километров, шириной в 2 — 7 км, амплитуда высоты колеблется в пределах 10 — 40 м.

Основная растительность — полынь, изредка встречается кийреук (*Artemisietum salsosolum*). Борты и дно лощин покрывает богатая эфемерная растительность. Здесь имеются колодцы глубиной 20 — 40 м, вскрывающие часто соленые воды, пригодные для водопоя овец. Кочевники обычно располагались у колодцев, а питьевая вода им подвозилась на верблюдах за 20 — 40 км.

В последнее время в связи с сооружением артезианских скважин с солоноватой, но пригодной для питья водой, в пределах равнины возникли новые постоянные поселения: Бакиханхак, Аленды, Артезианский, Аксай и другие с мелкими участками поливных плантаций бахчевых культур, кукурузы и клевера.

Большая часть Кызылкумов представлена волнистыми песчаными равнинами с абсолютными отметками от 100 до 300 м. Для них характерен сложный двухъярусный рельеф: нижний ярус, выработанный в дочетвертичных отложениях, состоит из валов, вытянутых в широтном или северо-западном направлениях и разделенных понижениями: верхний (наложенный) образован накоплениями эоловых песков, образующих гряды, бугры и барханы. Вершины песчаных гряд неровные, покрыты буграми с зарослями белой акации или саксаула; склоны обычно закреплены белым саксаулом (*Artharophytum persicum*), песчаной акацией (*Ammodena canolliyi*), джужгуном (*Calligonum tembrunaceum*) и редкими травами. В межгрядовых понижениях наблюдается разреженный покров ранга (*Corex physodes*) и более густой — мха (*Tortula desepharum*) и эфемеров. К межгрядовым понижениям обычно приурочены редкие колодцы, вскрывающие пресные или соленые грунтовые воды на глубине 30 — 50 м.

Среди песчаных равнин Северных Кызылкумов развиты плоские аллювиальные равнины древних протоков Амударьи (Джанадарья) и Сырдарьи (Акчадарья). Поверхности их, покрытые такырами, имеют абсолютные отметки, изменяющиеся от 80 до 200 м, они ниже поверхности песчаных равнин на 10 — 20 м. В районе возвышенности Бельтау, в Приаральской полосе, наблюдаются многочисленные сухие русла глубиной 1 — 4 м с уклоном в сторону Аральского моря, прорезающие аллювиальные равнины. Сейчас водотоки по руслам не проходят, а в 1916 г. по сухому руслу Джанадарьи проходила „большая вода“. Водоснабжение редких ферм осуществлялось из линз пресных грунтовых вод, развитых на такырных площадках. В последние годы здесь пробурены артезианские скважины, вскрывающие слабо солоноватые воды с минерализацией до 2 г/л, используемые для питья и орошения опытных участков.

Обширные площади аллювиальных равнин, прилегающих к правобережью Амударьи, заняты оазисами с характерным для них развитием густой сети ирригационных каналов, дрена и сопутствующих им насыпных валов и отвалов высотой 1 — 2,5 м. Население в оазисах использует поверхностные воды ирригационных каналов и частично грунтовые, вскрываемые редкой сетью неглубоких колодцев. Для водоснабжения наиболее крупных населенных пунктов районного значения (Тахтакупыр, Кунград, Нукус и др.) используются линзы пресных грунтовых вод ирригационного питания.

В Приаральской низменности развита сеть соленых озер, лиманов и солончаков, разделенных песчаными буграми и грядами, поросшими саксаулом и песчаной акацией, в понижениях вблизи моря

наблюдаются густые заросли тамариска. Воды лиманов и грунтовые воды в прибрежной зоне сильно соленые. У устья Амударьи приаральская зона значительно заболочена.

С юга Центральные Кызылкумы граничат с аллювиальной равниной р. Зарафшан, расположенной на трех почти разрозненных площадях, занятых Канимех-Керменинским, Бухарским и Каракульским оазисами. Равнина представляет собой пойму и две первые надпойменные террасы, при этом вторая надпойменная терраса составляет основную площадь оазисов. Абсолютные отметки поверхности равнин изменяются от 300 м на востоке до 180 м на юго-западе. Для них характерно развитие густой сети ирригационных каналов, дрена, усложняющих микрорельеф. Здесь имеются также естественные ложбинообразные понижения, покрытые солончаками. Эти оазисы больше заселены, чем Приамударьинские. Водоснабжение осуществляется поверхностными водами ирригационных каналов и грунтовыми, вскрываемыми неглубокими колодцами.

К отрицательным формам рельефа относятся бессточные впадины и понижения, вытянутые продольно куэстовым грядам и другим формам рельефа. Бессточные впадины (Мынбулакская, Тубелекская, Бешбулакская, Карагатинская, Аякагитминская и др.) располагаются по окраинам предгорных равнин, отделяя их от плато. Размеры впадин колеблются от нескольких десятков до нескольких сотен квадратных километров, глубина их 20—100 м.

Днища некоторых впадин имеют отметки от 100 до минус 18 м (Мынбулакская) и покрыты солончаком, реже такыром, разделенными частыми бугристыми песчаными перемычками. Борты впадин асимметричны: крутые — обрывистые с обнажениями дочетвертичных пород, пологие прикрыты эоловыми песками. У подножия пологих бортов часто располагаются родники с солоноватой или пресной водой, имеющие вид „чоколаков“ — песчаных бугров с зарослями саксаула; к ним приурочиваются фермы Босбулак, Аякагитма, Карагата и др.

Продольные понижения между предгорными и песчаными равнинами и плато часто вытянуты вдоль крутого склона куэстовых гряд; дно их неровное; затакыренные участки чередуются с бугристыми повышениями. Здесь редко встречаются колодцы с горько-соленой водой.

Менее выражены, но прослеживаются всюду продольные бессточные понижения, отделяющие склоны горных возвышенностей от предгорий и предгорных равнин. Ширина таких понижений не более 200—500 м, глубина 20—50 м, полого-вогнутое дно покрыто тонким слоем (до 0,3 м) суглинисто-супесчаных отложений.

Кроме природных ландшафтов, имеются и оазисы: крупные древние (Тахтакупырский, Чимбайский — в низовье Амударьи, Кермене-Канимехский, Бухарский и Каракульский — в низовье Зарафшана) и вновь возникшие малые, базирующиеся на водах артезианских скважин.

Климатические и гидрографические данные. Климат рассматриваемой территории пустынно-континентальный, с сухим жарким летом и довольно холодной зимой. Среднегодовая температура воздуха — 13° (ст. Тамды), 15,4° (ст. Нурата) и 16,6° (ст. Канимех). Среднемесячные летние температуры воздуха достигают плюс 28,9—30°, а зимние — от плюс 0,1° до минус 2,2°. Абсолютный максимум температуры для Узбекистана (плюс 45°) находится за пределами описываемого района, в Бухаро-Каршинских степях (рис. 1).

Годовое количество атмосферных осадков редко превышает 100 мм (ст. Тамды) и 200 мм (ст. Канмех и Нурата). Осадки выпадают в зимние месяцы до апреля, летом и осенью их почти нет.

Относительная влажность воздуха за год изменяется от 49 до 50% (ст. Нурата), от 13 до 44% (ст. Канмех), от 42 до 45% (ст. Тамды) и наибольших величин достигает в летние месяцы. Линия годового коэффициента увлажнения (0,1) проходит почти по меридиану г. Канмех.

Постоянным фактором климата является ветер силой 1 — 20 м/сек, преимущественно северо-восточных, восточных и западных румбов, повторяющийся 100 — 150 раз в году.

Сухость климата обусловлена отсутствием постоянных водных потоков; с низких горных возвышенностей лишь во время сильных ливней стекают сели с расходом от 2 — 3 до 10 м³/сек. Только в массиве Бахильтау берут начало постоянные потоки, питающиеся летом родниковыми водами. Режим горных потоков и селей не изучен. Все Кызылкумы отнесены к области с годовым стоком менее 1 л/сек с 1 км². Амударья и Зарафшан имеют значение только в пределах узких полос современных долин, где их воды распределяются по густой сети ирригационных каналов, а в низовьях часть стока расходуется на питание подземных вод. При этом Амударья по водности занимает первое место среди всех рек Средней Азии, ее расход составляет от 1000 до 2000 м³/сек, Зарафшан в низовье имеет расход не более 50 — 70 м³/сек. Расходы наиболее крупных древних каналов Вабкент, Шахруд, Джильван в Бухарском оазисе и Ленин-Яб и др. в низовьях Амударьи колеблются от 1 до 10 м³/сек, ими выработаны долины, почти ничем не отличающиеся от современных долин небольших рек.

Экономика. Описываемая территория относится к сельскохозяйственным областям УзССР и почти вся принадлежит к пустынно-пастбищной зоне, где развито только отгонное каракулеводство.

Слабая обводненность пустыни до последнего времени являлась главным препятствием к хозяйственному освоению, а сейчас в связи с пробуренными здесь артезианскими скважинами вопрос обводнения пастбищных массивов можно считать решенным. Агротехнические мероприятия должны быть направлены на создание постоянных кормовых баз в Кызылкумах, более рациональное использование естественных пастбищ, а также экономное расходование артезианских вод.

Основная отрасль сельского хозяйства в оазисах — хлопководство. Избыточное увлажнение и засоление почв значительно затрудняют культивирование хлопчатника, поэтому особое значение приобретает вопрос понижения близко залегающих к поверхности уровней грунтовых вод.

Горные возвышенности Кызылкумов богаты полезными ископаемыми, но разведаны и имеют промышленное значение только месторождения графита, золота и др. Почти везде имеются строительные материалы — известняки, кровельные сланцы и др.

На равнине до последнего времени были известны только месторождения соли и лечебных грязей по озерам Лявлякан, Муллаалы, Денгизкуль, Ходжакап и др.

Юго-Западные Кызылкумы — часть обширной Бухаро-Хивинской газонефтеносной провинции. Открытые здесь месторождения газа (Газли и Сарыташ) имеют не только общесоюзное, но и мировое значение. Сооружаемые в настоящее время газопроводы протягиваются на север — к Уралу и на восток — в республики Средней Азии.

Стратиграфический разрез

В геологическом отношении территория Кызылкумов характеризуется двумя разновозрастными структурными этажами: нижним, состоящим из сильно дислоцированных и метаморфизованных осадочных и магматических пород палеозойского возраста (основание), и верхним — из сравнительно слабо дислоцированных и метаморфизованных отложений мезозойского и кайнозойского возраста (покров). Между этими этажами отмечается региональное стратиграфическое и тектоническое несогласие. В покрове можно выделить менее мощные этажи или ярусы: нижний, представленный породами юрского возраста, средний — мелового и палеогенового и верхний — плиоценового и четвертичного. Они в большинстве случаев отделяются стратиграфическим и угловым несогласием. Более полные разрезы, почти лишенные перерывов и явно выраженных несогласий, свойственны наиболее глубоким депрессиям (Бухарская); при этом последовательно от нижнего яруса к верхнему заметно ослабевает степень дислоцированности и метаморфизации пород.

Горные возвышенности Кызылкумов сложены образованиями палеозойского возраста. Возраст стратиграфических подразделений в большинстве случаев определяется по органическим остаткам.

Нижнепалеозойские отложения (Pz_1) распространены во всех горных возвышенностях Кызылкумов и состоят из метаморфических сланцев, кварцитов, с многочисленными прослоями амфиболитов и темных битуминозных мраморизованных известняков, песчано-сланцевых флишеидных толщ и других пород. Комплексом указанных образований общей мощностью до 3500 м сложено ядро антиклинальных складок в горных грядках.

Среднепалеозойские отложения (силур — нижний карбон, $S - C_1$) представлены в основном мраморизованными известняками, мраморами и реже доломитами, известняково-кремнистыми, известняково-глинистыми, кремнисто-глинистыми толщами, песчаниками, конгломератами с линзами обломочных известняков и туффинов, а также обломками эффузивных пород. Общая мощность более 12000 м. Кроме того, в состав пород среднепалеозойского возраста входят вулканогенные толщи — филлиты, метаморфизованные алевролиты, кремнистые песчаники и эффузивы мощностью более 700 м. Здесь отмечается сильная дислоцированность всех пород и тектонические контакты их с выше и ниже лежащими образованиями.

В верхней части разрезов девона и нижнего карбона ($D - C_1$) преобладают карбонатные породы. Они слагают синклинальные прогибы горных возвышенностей и развиты по их периферии, образуя крылья погружающихся синклиналей (варисцид). Мощность карбонатных толщ 2000 — 3500 м.

Верхнепалеозойские осадки (средний и верхний карбон, C_{2-3}) в основном также состоят из карбонатных пород, вверху разреза сменяющихся конгломератами и гравелитами. Общая их мощность более 3000 м.

Магматические породы представлены интрузиями кислого, основного и ультраосновного рядов. Кислые интрузии гранитного и гранодиоритового составов (в основном верхнепалеозойские) развиты почти во всех горных возвышенностях. Основные и ультраосновные верхнепалеозойские интрузии представлены сильно метаморфизован-

ными габбро-пироксенитами, андезитами, базальтами, амфиболитами, серпентинитами и змеевиками. Эти породы приурочены к двум широко-вытянутым поясам, связанным с глубинными разломами: первый — Султан-Уиз-Даг, северная часть Тамдытау, Джетымтау; второй — северная часть Сангрунтау, Дарбазатау, Букантау.

Жилые образования представлены габбро-диабазами, порфиритами, связанными с интрузиями основного ряда и диоритовыми порфиритами, лампрофирами, аплитами, кварцевыми порфирами, фильзитами с кислыми интрузиями.

Мезозойские и кайнозойские отложения, составляющие верхний структурный этаж, состоят из осадочных пород юрского, мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов (табл. 1, рис. 2).

Юрские образования вскрываются только скважинами в Приаралье и Юго-Западных Кызылкумах на глубине 800 — 2300 м, мощность их изменяется от 160 — 400 до 1000 м и более. Нижне- и среднеюрские континентальные красноцветные отложения (лейас, доггер) представлены переслаиванием алевролитов, песчаников и песков, а верхнеюрские (мальм) — чередованием песчаников, известняков с прослоями ангидрита, а также глин и ангидритов.

В пределах Центральных Кызылкумов к накоплениям юрского возраста относят пачку пород мощностью в несколько десятков метров (до 70), сложенную глинами, песчаниками и конгломератами с пропластками угля и ожелезненными конкрециями, обнажающимися лишь в одном неглубоком тектоническом прогибе Сарыбатыр¹.

Широко распространены в Кызылкумах меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения.

В разрезе меловых пород, представленных почти всеми ярусами, выделяются морские, лагунные и континентальные фации.

Общая мощность отложений мелового возраста варьирует от 150 до 2800 м и более. Это связано с выклиниванием отдельных пластов, общим уменьшением мощностей с приближением к горным возвышенностям, а также с разрывом (местами) верхней части разреза. Так, например, в восточной части Центральных Кызылкумов, где нижнемеловые отложения отсутствуют, разрез начинается с нижнетуронских глин, которые с базальным конгломератом в основании залегают на породах палеозойского возраста; у гор Нуратау разрез начинается с красноцветной толщи верхнего турона.

Неоком-аптские, преимущественно континентальные образования известны только в пределах Юго-Западных Кызылкумов, где они вскрываются глубокими скважинами. Залегают они между гипсоносными юрскими и фаунистически охарактеризованными отложениями нижнего альба и представлены в нижней части красно-бурыми глинами с прослоями песчаников и углей, в верхней — переслаиванием песчаников, гравелитов и глин серого и красного цветов. Мощность их 120 — 200 м. Северо-восточная граница распространения, также как и юрских отложений (по Е. П. Брунс), прослеживается у предгорий Карагтау. В пределах Мынбулакского прогиба, в котловине Баскара, скважиной вскрыты аналогичные отложения с прослойками углей мощностью 0,5 — 1 см.

Альбские накопления обнажаются на поверхностях Карагтау, Кульджуктау, Кынгыртау, у подножия Султан-Уиз-Дага, вскрываются

¹ По обуглившимся отпечаткам хвощей и папоротников Т. А. Сикстель отнесла эти отложения к юрскому возрасту.

**Сводный геологический разрез мезозойских и кайнозойских отложений
Центральных Кызылкумов**

Стратиграфические подразделения			Породы и их мощности	Геодинамическая характеристика разреза
системы	отделы и подотделы	ярусы		
Четвертичная — Q	Соврем. отл. Q _{IV}		Пески, суглинки, глины, галечники, до 20 — 35 м	Преобладание процессов эрозии и аккумуляции в условиях континентального режима
	Верхн. Q _{III}		Пески, суглинки, супеси с прослоями и линзами мелкой гальки, гравия, до 50 м	
	Средн. Q _{II} Нижн. Q _I		Галечники Конгломераты, песчаники, 5—130 м	
Неогеновая — N	Плиоцен — N ₂		Пески, песчаники, глины, конгломераты из глиняной гальки, от 30 до 100 м	Образование гипсовых кор выветривания
	Миоцен — N ₁			
Палеогеновая — Pg	Олигоцен — Pg ₃	Массагетский — Pg ₂ N ₁ Сумсарский Pg ₃ sm	Глины буро-красные алевролитовые, 30—90 м	Лагунно-континентальные фации
			Глины, песчаники, алевролиты, 25 — 70 м	Отступление моря
	Эоцен — Pg ₂	верхний	Глины зеленые с прослоями песков и песчаников, от 70 до 270 м	Эпиконтинентальное море
		средний	Мергели зеленые, белые и серые, 10—65 м	
		нижний	Глины с прослоями мергелей, песчаников и песков, 2—70 м	
	Палеоцен Pg ₁	—	Известняки, гипсы, доломиты, от 7 до 120 м	
Меловая — Cr	Верхний — Cr ₂	Датский Cr ₂ d		Отступление моря
	Сенонский Cr ₂ ³	Маастрихтский	Глины	

Стратиграфические подразделения			Породы и их мощность	Геодинамическая характеристика разреза
системы	отделы и подотделы	ярусы		
Меловая — Cr	Верхний — Cr ₂ ³	Сенонский Cr ₂	Кампанский	Открытое мелководное море с островами суши, сложенными палеозойскими образованиями
			Сантонский	
			Коньякский	
		Туронский Cr ₂ ²	Верхний	
			Нижний	
		Сеноманский Cr ₂ ¹		
Меловая — Cr ₁	Нижний — Cr ₁	Неоком — Апт	Альбский — Cr _{1a1}	Пенепленизация, образование каолиновой коры выветривания
			Аптский — Cr _{1dp}	
			Готеривбаррем — Cr _{1hb}	
			Низы титона — валанжина — Cr ₁ —t—v	
			Титонский — I _{3t}	
			Киммериджский — I _{3km}	
Юрская — I	Мальм — I ₃		Оксфордский — I _{3ok}	
			Доггер — I ₂	
			Келловейский — I _{2cl}	
			Глины, песчаники, конгломераты с прослоями углей и ожелезненные, до 70 м	

Стратиграфические подразделения			Породы и их мощность	Геодинамическая характеристика разреза
системы	отделы и подотделы	ярусы		
Юрская — I	Доггер — I ₂	Батский — I ₂ bt	Глины, песчаники, конгломераты с прослоями углей и железные, до 70 м	Пенеппенизация, образование каолиновой коры выветривания
		Байосский — I ₂ by		
		Ааленский — I ₂ aa		
	Лейас — I ₁	Верхний		
		Средний		
		Нижний		
Триасовая				
			Метаморфические сланцы, песчаники, конгломераты, известняки, мраморы. Граниты, гранодиориты, диориты и другие магматические породы. Ими сложены горные возвышенности, на равнинах они залегают на глубине от 500 до 1000 м и более. Общая мощность пород до 10 км.	

Примечание. Заштрихованные участки обозначают отсутствие отложений.

скважинами севернее Букантау и в других местах, где они залегают с разрывом на палеозойских образованиях; представлены зеленовато-серыми с коричневатым оттенком глинами с подчиненными прослоями мелкозернистых песчаников, гравелитов и ракушняков; в основании разреза залегают базальные песчаники, гравелиты или конгломераты; мощность их колеблется от 40 — 50 м у предгорий до 250 м в глубоких синклиналях.

Верхнемеловые отложения широко распространены, залегают с небольшим разрывом на альбских или непосредственно на палеозойских породах. Выходы их на поверхность наблюдаются в предгорных зонах и бессточных впадинах (Мынбулакской, Аякагитминской, Карагатинской, Тубелекской и др.). В пределах равнинных пространств эти породы погружены на глубины от 100 до 1000 м и залегают под

кайнозойскими отложениями. По остаткам фауны в разрезе верхнемеловых отложений выделены толщи сеноманского и туронского ярусов и сеноманского надъяруса.

Сеноманские породы представлены глинами, алевролитами, песчаниками, конгломератами мощностью 50 — 250 м. Развиты они в синклиналях, где залегают на нижнемеловых отложениях. В основании сеноманской толщи отмечается небольшой прослой песчаника, переходящий вблизи склонов горных возвышенностей в конгломерат или гравелит, лежащий непосредственно на палеозойских образованиях.

Туронские отложения состоят из двух толщ: нижнетуронской, характеризующейся зеленовато-серыми глинами в основании с прослоями алевролитов и песчаников мощностью 30 — 100 м, верхнетуронской, сложенной красноцветными и пестроцветными песчаниками, глинами, песками, алевролитами и прослоями мергелей и ракушняков мощностью 60 — 200 м. В пределах Бухарского района мощность туронских отложений возрастает до 450 м.

Сенонские образования представлены зеленовато-серыми песками, глинами, песчаниками с прослоями глин, алевролитов, реже мергелей, известняками и ракушниками. Мощность их изменяется от 25 до 250 м.

Палеогеновые отложения распространены по всей равнинной части Кызылкумов. Они в основном морского генезиса и отличаются сравнительным постоянством разреза. Общая мощность их 110 — 600 м. Разрез по остаткам микрофауны подразделяется на палеоценовые, эоценовые и олигоценовые породы.

Палеоценовые осадки сложены известняками, известковыми песчаниками, доломитами, местами гипсами (мощность толщи 7 — 120 м). Обычно они лежат несогласно на верхнемеловых отложениях и распространены юго-западнее хребта Кульджуктау, в предгорьях Аристантау и Актау и в районе Карагтау.

Нижнеэоценовые породы, состоящие из зеленых глин с тонкими прослоями мергелей, серых песчаников в основании, или светло-желтых песков мощностью 2 — 70 м, характерны почти для всех разрезов Кызылкумов.

Среднеэоценовые отложения представлены зелеными, белыми и светло-серыми плотными мергелями или мергелистыми глинами мощностью 10 — 65 м, выдерживающимися в размерах палеогена по всей территории Централных Кызылкумов.

Верхнеэоценовые образования сложены из зеленоватых глин с прослоями песков, песчаников и мергелей. Мощность их 70 — 270 м и более.

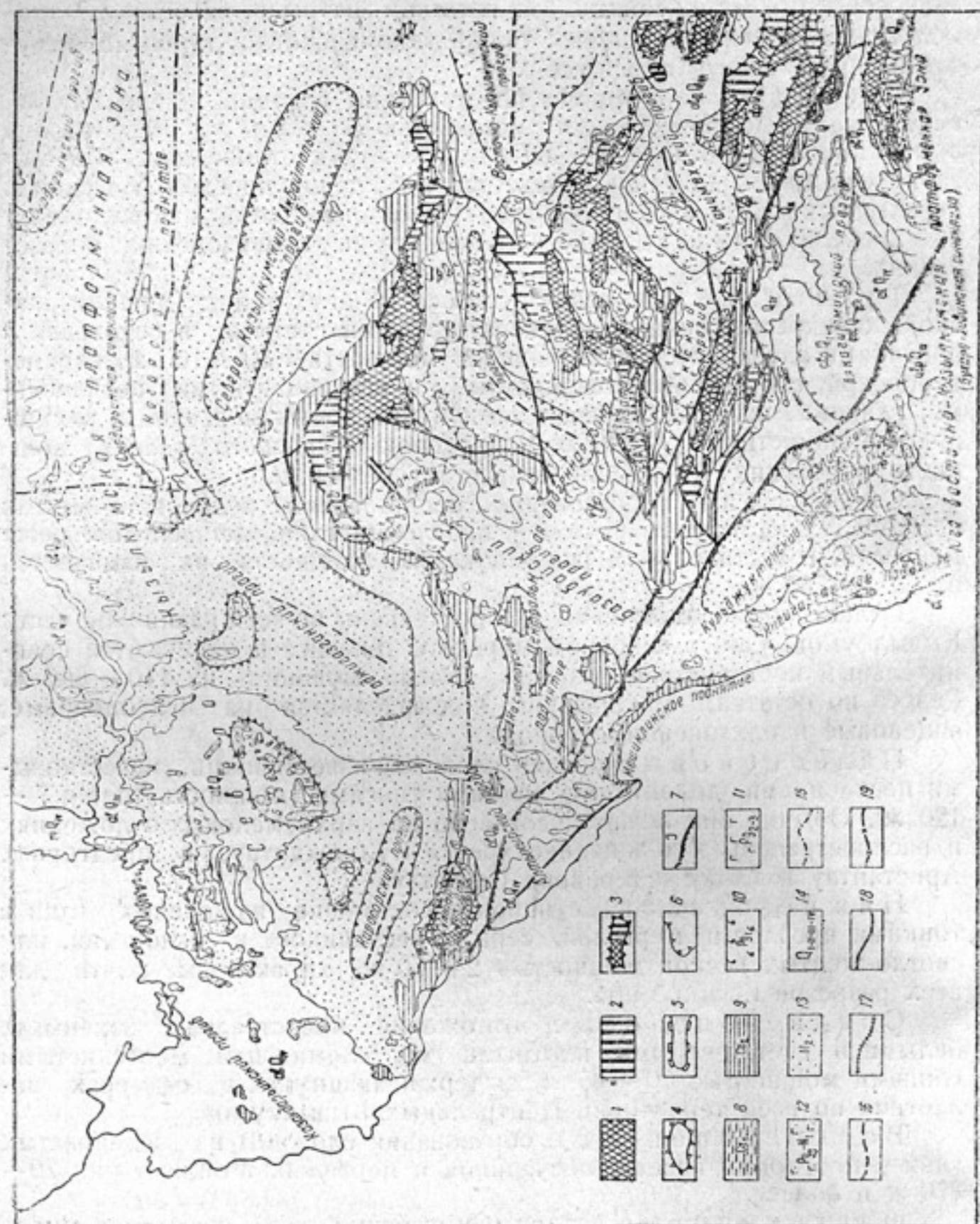
Олигоценовые осадки (Сумсарские слои) характеризуются песчаниками, ракушниками и песками с тонкими прослоями пестроцветных глин общей мощностью 25 — 70 м.

Переход между сумсарскими слоями и зелеными глинами эоцена постепенный, только у сел. Башагитма в основании разреза залегает метровый пласт зеленовато-серой песчанистой глины с частыми включениями гравия и мелкой гальки палеозойских образований.

В Северных Кызылкумах в основании сумсарских слоев отмечены мелкогалечный конгломерат и крупнозернистый песчаник с гипсовым цементом и гипсовым прослоем в 10 см (в основании), что указывает на возможность перерыва между сумсарскими и эоценовыми отложениями.

Рис. 2. Структурно-тектоническая схема Центральных, части Северных и Юго-Западных Кызылкумов (построена по геологической карте ВСЕГЕИ с использованием материалов Ю. А. Лихачева, Г. Х. Дикенштейна и др.).

Структуры: 1—каледонские, образованные нижнепалеозойскими отложениями; 2—варийские, сложенные средне и верхнепалеозойскими, а также более древними породами; 3—бразильские; 4—бразильские, ядра которых представлены отложениями палеозойского возраста, сложенные горные возвышенности; 5—монотональные позитивы; 6—синклинали, сложенные породами мезозойского и кайнозойского возрастов; 7—граница распространения юрских отложений, не выходящих на поверхность. Выходы и покровы; 8—нижне-меловые; 9—верхне-меловые; 10—палеоценовые; 11—эоценовые и олигоценные; 12—олигоценные; 13—плиоценовые; 14—четвертичные (I—нижне-четвертичные; II—средне-четвертичные; III—верхне-четвертичные и IV—современные); 15—аллювиальные; 16—аллювиально-пролювиальные; 17—пролювиальные; 18—морские. Оси главных структур: 15—поднятий; 16—прогибов. Разломы: 17—доальпийские; 18—альпийские; 19—границы оротических и платформенных зон.



Олигоцен-миоценовые накопления представлены буро-красными глинами, скорее всего лагунного генезиса, которые вскрываются в наиболее глубоких частях синклиналей. Мощность их 30—90 м.

Плиоценовые отложения, находящиеся выше буро-красных глин, состоят из серий континентальных терригенных пород, залегающих с резким несогласием на более древних разновозрастных толщах (красновато-бурых, желтовато-серых, серых и желтых песков, песчаников, глин, мергелей, конгломератов из глиняной гальки, находящейся в частом переслаивании и линзообразном залегании). Эта толща занимает обширные пространства северных и юго-западных равнин и срединные части межгорных депрессий в Центральных Кызылкумах. Плиоценовые образования не доходят до подножий горных возвышенностей, а отделены от них полосой, где развиты меловые и палеогеновые породы. Мощность их от 30—50 до 100 м и более, при этом максимальные мощности отмечены в Восточно-Кызылкумском и Кульджуктинском прогибах.

Четвертичные накопления широко распространены и представлены почти всеми генетическими типами, среди которых преобладают эоловые, покрывающие почти две трети площади Кызылкумов. Большое значение имеют также аллювиальные, аллювиально-пролювиальные, пролювиальные отложения, гораздо меньшее — морские элювиальные и делювиальные образования.

Из-за отсутствия палеонтологических находок (за редким исключением) стратиграфическое расчленение отдельных генетических типов четвертичных осадков производится на основе геоморфологического анализа и сопоставления с хорошо изученными четвертичными отложениями Северо-Восточного Узбекистана.

Аллювиальные породы приурочены к долинам Зарафшана и Амударьи. В аллювиальных отложениях Зарафшана выделены (снизу вверх) (Шмидт, 1936) свиты серых конгломератов и песчаников (Q_I) и сильно загипсованных галечников (Q_{II}), залегающих на неровной размытой поверхности плиоценовых образований. Гальки конгломератов и галечников представлены палеозойскими породами (5—120 м). Ими сложена верхняя (высокая) терраса долины, являющаяся древним конусом выноса Зарафшана.

На предгорных равнинах аллювий развит в суходолах. Аллювий суходолов, относимый к верхнечетвертичным отложениям (Q_{III}), представлен песчано-глинистыми породами с включением мелких галек и гравия. Мощность не превышает 50 м. Современная долина Зарафшана вложена в аллювиальную равнину древней дельты. Пойма, первая и вторая надпойменные террасы долины сложены суглинками и супесями, реже песками и глинами, подстилаемыми на глубине 2,5—10 м галечниками, залегающими на конгломерато-песчаниковой свите ниже- и среднечетвертичного возраста. Мощность современных аллювиальных образований (Q_{IV}) в пределах Бухарского оазиса не превышает 24—28 м и уменьшается в западном направлении до 10 м, при этом галечники заменяются песками.

В Каракульском оазисе современные аллювиальные и, возможно, аллювиально-озерные накопления представлены переслаивающимися суглинками, супесями и песками серого цвета общей мощностью до 20—35 м. По долинам Махандарьи и Гуджейли (протоки Зарафшана) современный аллювий состоит из переслаивающихся супесей, песков и глин с редкими прослоями гравия. Залегает он на плиоценовых отложениях, мощность его варьирует от 0,5 до 8,5 м.

Аллювиальные образования Амударьи, слагающие пойму и надпойменные террасы, состоят из темно-серых средне- и мелкозернистых сильно слюдистых песков (15 — 20 м), покрытых чередующимися пылеватыми супесями, песками, суглинками и глинами мощностью 0,5 — 5,0 м.

Верхнечетвертичные аллювиальные отложения Амударьи, Джанадарьи и Акчадарьи развиты к юго-востоку от возвышенности Бельтау и к югу от Султан-Уиз-Дага. Они представлены с поверхности такырными глинами, залегающими на мелкозернистых пылеватых песках.

Аллювиально-пролювиальные отложения широко представлены на участках предгорных равнин. Здесь ими образованы две поверхности аккумуляции, наложенные одна на другую.

В нижней части разреза пролювиальных отложений развит комплекс брекчиевидных конгломератов; верхняя часть разреза сложена щебнем, который со следами размыва залегает на конгломератах. Мощность этих образований достигает 70 — 130 м (северные предгорные равнины Ауминзатау и Тамдытау). На расчлененных участках предгорных равнин и предгорий они сохраняются лишь на останцах и по водоразделах между суходолами. Аллювий последних представлен галечником, щебнем с песком и пелитовыми частицами, образующими террасы вдоль бортов высотой 1 — 1,5 м. Аналогичный состав и у современных русловых отложений. В периферийных частях предгорных равнин наблюдается сплошной чехол молодых по возрасту аллювиально-пролювиальных накоплений, сложенных из супесчано-суглинистых пород. С поверхности эти площади обычно затакырены. По северным склонам Султан-Уиз-Дага, Букантау, Тамдытау, Ауминзатау и Сангрунтау предгорные равнины упираются в подножие склона песчаных равнин, в пределах которых (на вершинах гряд и в межгрядовых понижениях указанного комплекса) пролювиальных и аллювиально-пролювиальных отложений обычно нет. Здесь под золовым песком вскрываются дочетвертичные породы с развитой на них гипсовой корой выветривания.

Элювиальные образования разнообразны по составу и возрасту и имеют небольшую мощность. К ним относятся коры выветривания, развитые на водоразделах, сложенных предплиоценовыми, верхнеплиоценовыми и четвертичными породами.

На поверхности плато, верхние горизонты которого состоят из конгломератов, песчаников или галечников четвертичного возраста, к коре выветривания относится самый верхний разрушенный горизонт мощностью до 1,5 м, представленный обломками указанных пород, пустоты между которыми заполнены белым порошкообразным и кристаллическим гипсом и пелитовым материалом. Иногда в этом слое наблюдаются известковистые стяжения неправильной формы, которые относятся к более поздним образованиям, чем гипсовые.

Гипсовые коры выветривания отмечаются на обнаженных или погребенных под золовыми песками поверхностях, сложенных плиоценовыми, олигоцен-миоценовыми и эоценовыми отложениями.

Современные элювиальные образования на горных возвышенностях представлены остроугольной щебенкой сланцев и известняков, дресвой гранитов и других пород с примесью мелкозернистых частиц. На возвышенностях, сложенных песчаниками или глинами мезозойского и кайнозойского возрастов, современный элювий состоит из обломков песчаников или глин; в последнем случае это щебенка плоской формы, покрытая пустынным загаром.

К современному элювию можно отнести разнообразные почвенные образования. К числу наиболее характерных почв пустыни относятся такры и солончаки. Такры развиваются на всех глинистых породах, подвергающихся периодическому поверхностному увлажнению, и обычно приурочены к участкам с глубоким залеганием подземных вод.

Делювиальные отложения небольшой мощности широко распространены и обычно так тесно сочленяются с аллювиальными или пролювиальными отложениями, что выделить их в самостоятельный генетический тип почти невозможно.

К этому типу отложений могут быть отнесены рыхлые пылевидные и супесчаные образования, составляющие основу для такров. Последние приурочены к понижениям в рельефе и основанием для них служат любые типы отложений преимущественно глинистого состава. Накопление указанного материала на дне понижений обусловлено деятельностью талых и дождевых вод.

Морские образования четвертичного возраста развиты у юго-восточного побережья Аральского моря, где они представлены светлыми, слабоглинистыми песками с остатками раковин (*Cardium edule*). Часто наблюдается переслаивание современных аллювиальных отложений с морскими. Мощность морских песков, по-видимому, не превышает 10 м. Сложенные ими эоловые песчаные бугры имеют высоту 5—8 м.

Прибрежная зона сейчас затоплена и под водой видны сухие русла Коксу, Кокдарьи и Джанадарьи (протоки Амударьи).

Озерно-химические породы развиты по всем бессточным впадинам Кызылкумов. Дно озера обычно покрыто коркой (5—10 см) поваренной соли NaCl (49,2%), под которой находится слой с преобладанием хлоридов магния MgCl_2 (8—10 см); а ниже — слой хлоридов и сульфатов натрия (5—7 см).

Под солевыми накоплениями залегает грязевая масса, пропитанная рассолом. Мощность озерно-химических отложений в среднем 15—30 см; располагаются они на делювиальных супесях. Питаются озера поверхностными селевыми и выклинивающимися подземными водами. Летом они пересыхают, оставляя солегрязевые осадки.

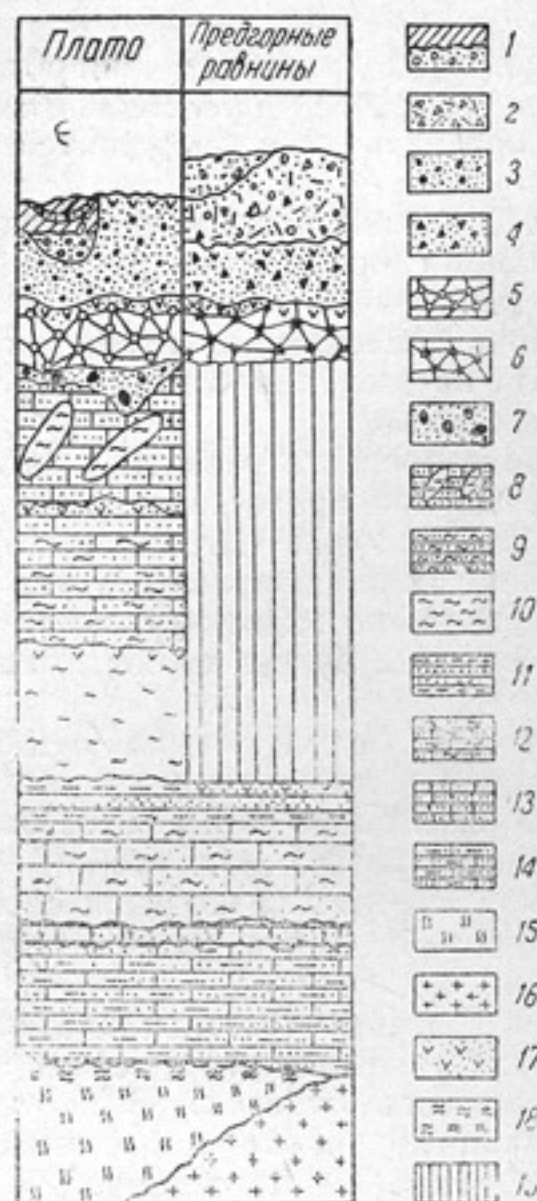
Химические образования соленых озер, солончаков и лиманов в прибрежной полосе Аральского моря содержат гипс (1,7 м) и другие соли (около 0,6 м), ниже переложенные отмершими водорослями, под которыми залегает слой рапы и черного пахнущего ила. В нем иногда встречаются кусты саксаула с хорошо развитой древесиной, покрытые очень плотной коркой соли.

Эоловые отложения покрывают почти все равнины. Мощность эоловых накоплений колеблется в пределах 0—10—25 м. Их состав довольно разнообразен; в зависимости от пород, за счет которых произошло формирование песков, можно выделить несколько комплексов: красновато-желтые пески, происшедшие от развевания в основном красновато-бурой свиты плиоцена; серовато-желтые — от развевания отложений верхней палео-серой свиты плиоцена. Обе разновидности песков образуют крупногрядовые, грядовые и бугристорядовые формы; светло-желтые пески характеризуются сочетанием морских дюн и материковых барханов и бугров; серые пески, слагающие приречные дюны, образованы из аллювия и распространены по долинам рек; серовато-белые бугристые пески — от развевания различных пород, обнажающихся в бортах бессточных впадин.

По условиям залегания различных групп золотых накоплений устанавливается их относительная разновозрастность. Первые две относятся к более раннему этапу формирования; последние три — к современному.

Сопоставление условий соотношения четвертичных и подстилающих плиоценовых терригенных образований показаны на рис. 3. При этом, ниже- и среднечетвертичные накопления сопоставляются соответственно с сохскими и ташкентскими; верхнечетвертичные — с голоднотепскими и современные — с сырдарьинским комплексом, выделенным Н. П. Васильковским и Ю. А. Скворцовым для Приташкентского района.

В современном структурном плане горных возвышенностей Кызылкумов выявляется два структурных яруса: нижний (каледониды) характеризуется мелкими изоклинальными складками (с мелкой плейчатостью и крутыми, до вертикальных, углами падения), сложенными нижнепалеозойскими породами. Размеры складок небольшие, размах крыльев от 8—10 до 30—60 м; длина по простиранию измеряется десятками, реже сотнями метров, направление их различно и меняется на очень близких расстояниях. Система каледонид объединяется в одну центральную зону, являющуюся древним нижнепалеозойским щитом Кызылкумов, имеющим, по мнению многих геологов (Ю. А. Лихачева и др.), связь с одной стороны, с Уралом через Султан-Уз-Даг, с другой — с Тяньшанем через Нуратинскую и Зирабулак-Зиятдинскую систему гор. Этот древний щит с севера (рис. 2), северо-востока, юга, юго-запада и запада окаймлен массивами варийских



Даг, с другой — с Тяньшанем через Нуратинскую и Зирабулак-Зиятдинскую систему гор. Этот древний щит с севера (рис. 2), северо-востока, юга, юго-запада и запада окаймлен массивами варийских

Рис. 3. Схема соотношения различных генетических типов терригенных отложений, образующих аккумулятивные поверхности четвертичного и плиоценового возрастов, для Центральных и Юго-Западных Кызылкумов.

Рыхлообломочные образования. Современные (Q_{IV}) и верхнечетвертичные отложения (Q_{III}): 1 — аллювиальные суглинки, подстилаемые галечниками или песками; 2 — щебень. Среднечетвертичные (Q_{II}): 3 — галечники; 4 — щебневые отложения. Нижнечетвертичные (Q_I): 5 — конгломераты; 6 — осадочные брекчии или брекчиевые конгломераты из обломков палеозойских пород. Плиоценовые: 7 — серые пески с окатышами глин; 8 — желтые песчаники, глины, мергели; 9 — красно-бурые песчаники, глины.

Более древние породы, составляющие цоколь для рыхлообломочных образований. Лагуны: 10 — глины и алевролиты, буровато-красные, олигоцен-миоценового возраста (Pg_1-N_1); 11 — морские пески, песчаники, глины нижнего и среднего олигоцена (Pg_{1sm}); 12 — глины, мергели, зеленовато-серые среднего эоцена (Pg_{2-3}); 13 — известняки, доломиты палеоценовые (Pg_1); 14 — песчаники, пески, переслаивающиеся с глинами и конгломератами верхнемелового возраста (Cr_2). Жесткое палеозойское основание (Pz): 15 — метаморфические сланцы; 16 — граниты. Элювиальные (коры выветривания): 17 — гиле рыхлый, аморфный, перемешанный с песками, с обломками подстилающих пород и желвакообразными известковыми стяжениями, развитый на средне- и нижнечетвертичных, плиоценовых, миоцен-олигоценных и эоценовых поверхностях; 18 — глины каолиновые, ископаемая кора выветривания на сланцах, гранитах и других породах палеозойского возраста; 19 — отложения отсутствуют.

структур, сложенных средне- и верхнепалеозойскими образованиями.

Верхний ярус (варисциды) состоит из крупных складок с выдержанными простираниями: юго-восточными, северо-западными и широтными. С этими складками связано внедрение магматических пород кислого и основного составов.

В результате проявления альпийских складкообразовательных процессов складчатый домезозойский фундамент и покрывающие его меловые и палеогеновые отложения были смяты в брахискладки с большим радиусом кривизны, обнаженные ядра которых составляют горные возвышенности.

К крупным брахиантиклинальным складкам такого типа относятся Султан-Уиз-Даг, Букантау, Тамдытау, Ауминзатау, Кульджуктау, Аристантау, отроги Нуратинской горной системы (Каратау и Актау) и Зирабулак-Зиаэтинские горы. При общем северозападном простирании антиклинальных поднятий отдельные складки, являющиеся ответвлениями от основных, имеют широтное, юго-западное и меридиональное направления. На пологих крыльях крупных структур наблюдаются складки второго и третьего порядков, возможно, постумные, выраженные только в покрове.

Необходимо отметить, что мезозойский и кайнозойский покровы дислоцированы конформально с изогнутыми поверхностями складчатого палеозойского фундамента.

Большинство антиклиналей осложнено тектоническими разрывами продольного, диагонального и реже поперечного направлений. Продольные сбросы чаще всего наблюдаются на крутых крыльях складок и фиксируют срыв покрова мезозойских и кайнозойских отложений с жесткого домезозойского основания.

В области погружения шарниров складок разрывы расщепляются и затухают. На их продолжении обычно располагаются флексуры и узкие тектонические валы. Между этими крупными брахиантиклинальными поднятиями расположены синклиналильные прогибы: Мынбулакский, Тубелекский, Бешкакский, Кызылкакский, Укузкакский, Канимехский и другие, выполненные мезо- и кайнозойскими отложениями, в которых домезозойский складчатый фундамент погружен на глубину 500—1000 м.

К юго западу от Центральной горно-складчатой зоны располагается глубокая тектоническая депрессия, где фундамент находится на глубине 2000—4000 м и залегает под мощной толщей мезозойских и кайнозойских пород. Строение этой депрессии довольно сложное. Здесь выделяются дополнительные прогибы, разделенные поднятиями и выступами. По данным Г. Х. Дикенштейна, намечены две тектонические ступени, которые в покрове отражаются флексурами и увеличением градиента нарастания мощностей. Первая, Бухарская ступень, характеризуется отсутствием пермо-триасовых образований, которые встречаются на второй Чарджоуской ступени. Граница последней на юго-западе совпадает с крупным региональным разломом, проходящим вдоль Амударьи от Питняка — на северо-западе до г. Керки — на юго-востоке. Амплитуда его — 500—1000 м, глубина залегания палеозойского фундамента — 2000—4000 м, юрских отложений — 1200—1400 м, меловых — 1000—1600 м.

В Северной и Северо-Восточной Кызылкумской (или Сырдарьинской) тектонической депрессии, расположенной по другую сторону Центральных Кызылкумов, палеозойские образования погружены на глубину 1,0—1,5 км; в них и более четко в мезозойском и кайнозойском покровах выделяются две синклиналильные складки, разделенные

тектоническим валом, тянущимся почти в меридиональном направлении от Букантау. Одну, расположенную к северо-востоку от Букантау, мы назвали Северо-Кызылкумской (Акбайтальской); другую, приуроченную к юго-восточной окраине Аральского моря, — Юго-Восточно-Приаральской.

Для центральной горно-складчатой зоны и прилегающих тектонических депрессий благодаря наличию многочисленных разломов различного направления характерно складчато-глыбовое строение.

По характеру геологического строения и развития выделяются три зоны (рис. 4): центральная орогенная со складчато-глыбовой структурой доальпийских и альпийских дислокаций, представленная современными горными возвышенностями, разделенными сравнительно неглубокими (0,5 до 1 км) синклинальными прогибами из мезозойских и кайнозойских отложений.

К юго-западу от центральной зоны располагается Юго-Западная-Кызылкумская, к северу и северо-востоку — менее глубокая Северо-Кызылкумская тектонические депрессии, отнесенные к современным платформенным зонам с глубиной залегания складчатого фундамента до 2—4 км — на первой и 1—1,5 км — на второй.

История геологического развития и геоморфологическое строение

В раннепалеозойское время рассматриваемая территория представляла собой единый геосинклинальный бассейн, в котором отлагались морские терригенные, кремнистые, вулканогенные и карбонатные образования.

В период каледонской складчатости возникло обширное геоклиновое поднятие, окруженное прогибами, в которых продолжалось образование вначале терригенных, затем в девоне вулканогенных, а позднее и карбонатных пород. В среднем девоне существовал открытый мелководный бассейн.

К концу каменноугольного периода море, постепенно отступая, было разделено на отдельные лагуны, затем совершенно высохло, и вся территория превратилась в сушу.

В пределах центральной части каледонского поднятия отложения верхнепалеозойского возраста, по-видимому, отсутствуют, и его орографическое положение как горного кряжа сохранилось до середины мезозойской эры с образованием на древнем водоразделе мощной позднепалеозой-нижнемезозойской коры выветривания.

Рис. 5. Геолого-геоморфологические профили, отображающие типовые условия залегания терригенных континентальных отложений плиоценового и четвертичного возрастов.

Континентальные отложения плиоценового и четвертичного возрастов. Аллювиальные верхнечетвертичные и современные (alQ_{III} + alQ_{IV}): 1—галечники с большим количеством песка, гравия или разнозернистые пески, перекрытые слоем суглинка или супеси; 2—суглинки, супеси с включением щебня, песка и гравия. Среднечетвертичные (alQ_{II}): 3—галечники. Аллювиально-пролювиальные нижне- и среднечетвертичные (alPQ₃₋₄): 4—брекчи (осадочные) и щебень; 5—песчаники и конгломераты из обломков палеозойских пород. Плиоценовые (N₂): 6—пески с охатышами глин; 7—песчаники серовато-желтые и буроватые с прослоями глин.

Породы мезозойского и кайнозойского цоколя. Оligоцен-миоценовые (Pg₂-N₁): 8—глины, алевролиты буровато-красные. Оligоценовые (Pg₃): 9—песчаники, пески, тонкопластующиеся с глинами. Эоценовые (Pg₂): 10—глины и мергели. Верхнемеловые (Cr₂): 11—песчаники, пески, глины.

Породы палеозойского фундамента (Pz): 12—метаморфические сланцы. Кора выветривания. Постплиоценовые и среднечетвертичные: 13—гипс белый, аморфный с песком и гравийными обломками подстилающих пород. Современные: 14—глинисто-гипсовый пухляк; 15—солончаки; 16—пески эоловые; 17—стратиграфические песчанки; 18—линии тектонических контактов; 19—буровые скважины; 20—линии профилей, указанных на геоморфологической карте.

В варисский этап (конец карбона и начало перми) в ороген были включены и прилегающие к древнему щиту зоны, сложенные верхнепалеозойскими породами, образующими следующую ступень (ярус) структур.

Пермских, триасовых и юрских отложений в Центральных Кызылкумах нет. В это время здесь происходило выравнивание рельефа и образование мощной коры выветривания, а накопление материала шло в прилегающих с севера и юго-запада депрессиях.

Из сопоставления разрезов пород мелового возраста Центральных Кызылкумов видно, что континентальные красноцветные породы чередуются с морскими сероцветными, характеризующими альбскую, нижнетуронскую и сенонскую трансгрессии.

Палеогеновое море наступало с юга, при этом в палеоценовую эпоху оно захватило только юго-западную часть. В районе Султан-Санджарского поднятия палеогеновые отложения состоят из прибрежных песчано-глинистых слоев с явлением загипсованности, присутствием гравия, мелкой гальки и желваков фосфоритов. Центральные Кызылкумы в это время представляли собой сильно сглаженную равнину, сложенную сенонскими образованиями с отдельными возвышенностями палеозойских пород на юго-востоке.

Раннеэоценовая трансгрессия захватила все Кызылкумы, при этом установился режим открытого теплого моря с нормальной соленостью и фауной фораминифер. В низах нижнеэоценовых слоев для Центральных Кызылкумов отмечается тот же характер отложений с терригенным материалом и галькой фосфорита, что и для низов палеоцена юга.

В среднеэоценовое и верхнеэоценовое время, по-видимому, были затоплены все понижения сенонской равнины, сохранились лишь отдельно возвышающиеся острова палеозоя.

В среднем и позднем эоцене и в олигоцене в низовьях Амударьи сохранялся режим мелководных морских бассейнов; в Центральных Кызылкумах шло образование красноцветных глин, мергелей и песчаников, указывающих на прибрежную фацию мелководного моря.

В миоцене морской режим сменился лагунно-континентальным; осадконакопление (формирование красно-бурых глин) шло в сохранившихся после отступления моря лагунах в условиях слабовсхолмленного рельефа.

На западе, в низовьях Амударьи, по-видимому, существовал еще морской режим. Море здесь было весьма непостоянным, береговая линия его то отступала далеко на запад (в раннем миоцене), то вновь наступала на восток (в средне- и позднемиоценовое время). Наибольшего развития морская трансгрессия достигла в нижне-сарматское время, но территория Кызылкумов ею не была захвачена.

Начиная со среднего сармата и до конца среднего плиоцена море далеко отступило на запад. В позднем плиоцене в низовьях Амударьи был распространен апшерон-акчагыльский опресненный бассейн, который, возможно, проникал в северо-западную часть Кызылкумов (котловина Базаубай). В Центральных Кызылкумах с миоцена устанавливались лагунно-континентальные условия, сменившиеся в плиоцене континентальными. Таким образом, в конце палеогена и начале неогена наметился первый этап формирования современного рельефа.

В конце миоцена наметился второй этап формирования современного рельефа, что выразилось в росте ранее созданных возвышенностей и образовании новых.

Возвышенными участками, сформированными в два этапа (пред- и постмиоценовые), были несколько сокращенные площади современных гор с обнаженными меловыми или палеогеновыми отложениями и отдельными небольшими выходами палеозойских пород, являвшихся, вероятно, реликтами островов палеогенового моря. Возвышенности служили областями сноса для плиоценовых образований. Участ-

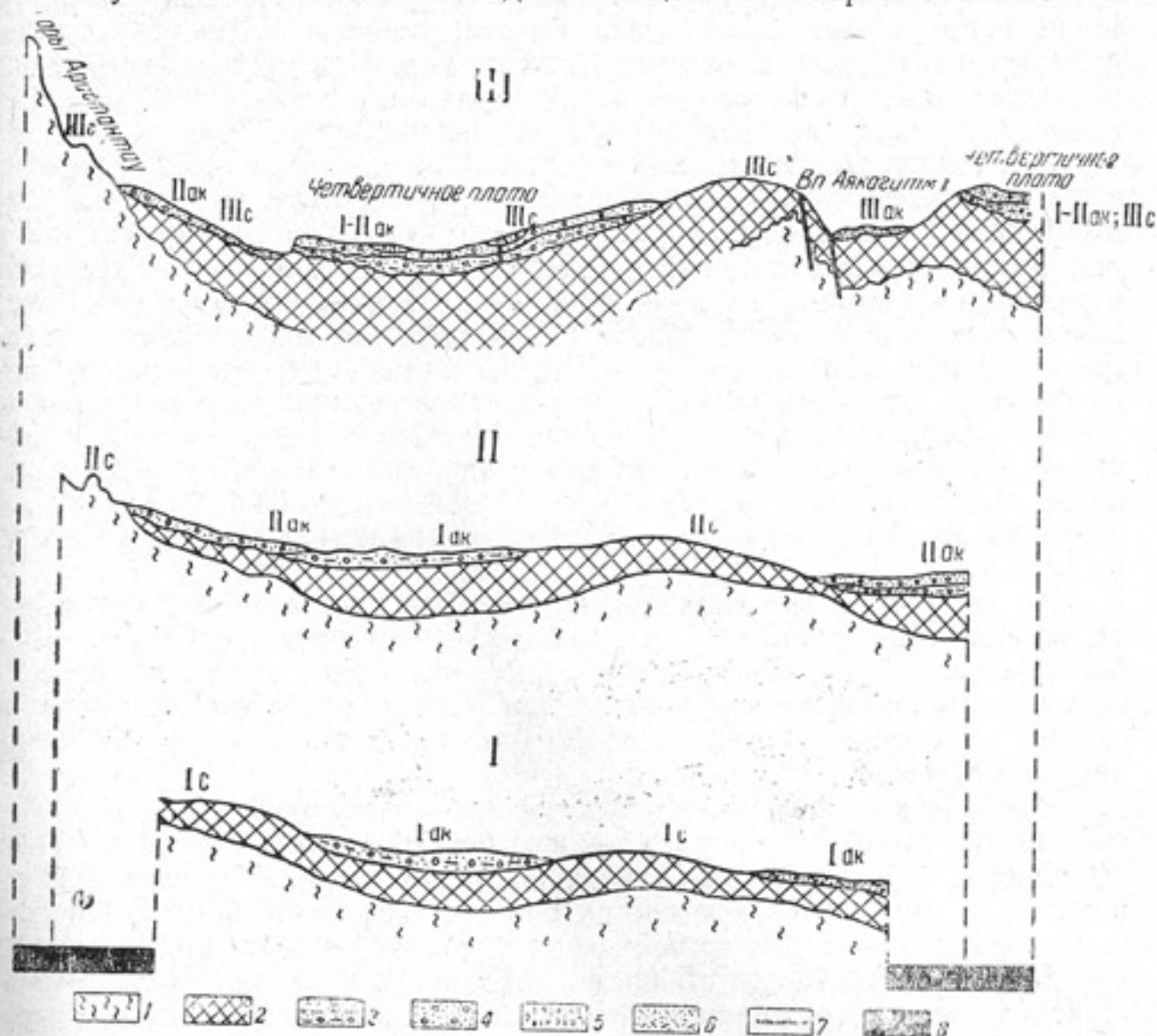


Рис. 6. Геоморфолого-структурные профили.

Этапы развития рельефа: I—постмиоценовый; II—среднечетвертичный; III—современнoчетвертичный. Области сноса: Ie, IIe, IIIe. Области аккумуляции: Iak, IIak, IIIak. Отложения: 1—палеозойские; 2—мезозойские и кайнозойские; 3—плиоценовые; 4—нижне- и средне-четвертичные; 5—верхнечетвертичные; 6—современные; 7—линии тектонических нарушений; 8—проекция площади структур, возникшей в связи с их ростом.

ками с сохранившимися поверхностями древней, постмиоценовой денудации служат возвышенные части плато, сложенные олигоценoвыми и, возможно, эоценовыми породами, на которых шло образование гипсовой коры выветривания, погребенной сейчас под эоловыми песками (сел. Акбайтал и др.).

Плиоценовыми терригенными образованиями заняты почти все равнинные пространства, за исключением указанных областей сноса и современных площадей предгорных равнин (рис. 5). При этом краевые части равнин сложены буровато-красной подсвитой, центральные — палево-серой, а русловые понижения — подсвитой серых песков с окатышами глины. Наличие в составе обломков и галек палеогеновых глин и мергелей указывает на близость областей сноса и аккумуляции.

муляции, т. е. терригенный материал образовался в условиях широкого развития делювиально-пролювиальных процессов. Вначале происходило выравнивание структурного рельефа, созданного в домиоценовые этапы. Формирование серых песков с окатышами глин связано, видимо, с деятельностью Пра-Сырдарьи и Пра-Амударьи.

Сохранившимися поверхностями аккумуляции рассматриваемого этапа, непокрытыми более поздними отложениями, являются отдельные участки плато в Северных Кызылкумах. При этом область сноса последовательно расширялась, а аккумуляции сокращалась и, наконец, заняла лишь центральные части равнины (рис. 6).

В среднечетвертичное время произошло новое поднятие горных возвышенностей, сопровождавшееся освобождением их от покрова меловых и палеогеновых пород. Область аккумуляции примкнула к подножиям склонов гор, где нижнесреднечетвертичные конгломераты и галечники залегают на денудационных поверхностях, состоящих из палеогеновых и меловых пород. Таким образом, плиоценовые области сноса перешли в зону аккумуляции ниже- и среднечетвертичного времени, при этом возникли новые области сноса, представленные современными горными возвышенностями. Аккумулятивные поверхности, созданные в этот этап, образуют так называемое четвертичное плато, которое на центральные части межгорных равнин (здесь могли сохраниться поверхности плиоценовой аккумуляции) распространилось не везде.

В следующий, верхнечетвертичный, этап произошло значительное расчленение поверхностей плиоценовых и четвертичных плато, особенно в полосе, примыкающей к горам, что указывает на захват тектоническими движениями полосы предгорий, предгорных равнин и плато, для которых широкий площадной смыв и аккумуляция сменились линейно-направленными.

В этот этап возникла гидрографическая сеть временных потоков, стекающих со склонов гор, а также появились протоки Сырдарьи (Джанадарья) и Амударьи (Акчадарья) с общей дельтой, расположенной юго-восточнее возвышенности Бельтау. По отсутствию аллювиальной террасы, соответствующей данному этапу, можно предполагать, что долина Зарафшан в это время находилась в районе Бухаро-Каршинских степей, восточнее Знаэтдин-Зирабулакских гор. Начали развиваться предгорья с рельефом куэстовых гряд, на многих вершинах которых сохранились среднечетвертичные конгломераты, галечники и сопряженные с грядами субсеквентные понижения. Наметились также очаги возникновения бессточных впадин.

В самую молодую и довольно интенсивную фазу складкообразования (граница между верхнечетвертичным и современным этапами) не только происходил рост уже существовавших складок в меловых и палеоген-неогеновых отложениях, но и выявились очаги новых поднятий, которыми были затронуты плиоценовые и более молодые образования.

Одна из форм проявления молодой складчатости — бессточные впадины. Большинство геологов (Федорович, 1934; Кушнар, 1937; Грамм, 1955; Пятков, Бухарин, 1962 и др.), не отрицая приуроченности бессточных впадин к антиклинальным структурам (чем объясняется сильная трещиноватость пород), считают, что их рост обусловлен различными экзогенными факторами: размывом, суффозионными процессами и в основном дефляцией. А. Д. Архангельский (1914) и П. И. Чихачев (1931) возникновения впадин связывают со сбросовыми явлениями. По нашему мнению, бессточные впадины возникают в результате

растяжения покрова в своде формирующейся антиклинальной складки жесткого (палеозойского) основания (рис. 7).

При формировании складок основания (по С. С. Шульцу) возникает дифференциальное скольжение покрова к центру тектонической депрессии. В своде антиклинали преобладают растяжения, разрывы, и расколы покрова, а также отмечается его скольжение к синклинальному прогибу.

Между разорванным покровом и сводом антиклинали образуются тектонические понижения, один пологий борт которых соответствует поверхности изгиба свода антиклинали, другой крутой — поверхности отрыва покрова. Этот, почти крутой борт понижения у верхней бровки по резкому прогибу переходит в противоположный пологий склон; крутизна его конформальна с углом наклона крыла складки.

Таким образом, формирующаяся антиклинальная складка опоясывается тектоническими субсеквентными понижениями, с одной стороны ограниченными куэстовым уступом, с другой — склоном сводовой части антиклинали. Послойное дифференциальное скольжение покрова от свода к синклинальному прогибу наблюдается на границе различных по составу пород (обычно глинистых и песчаниковых) и обуславливает образование нескольких поясов куэстовых гряд, расположенных один за другим вокруг вздымающегося свода антиклинали.

Наличие висячих долин по крутому борту впадины, продолжение которых можно видеть на противоположном ее борту, — одно из доказательств указанного выше процесса образования бессточных впадин, в которых после их возникновения происходила аккумуляция. Так, поверхности днищ бессточных впадин (Мынбулакской, Аральской) имеют отметки ниже уровня моря и служат местным базисом накопления отложений временных потоков. Вся гидрографическая сеть, начиная с современного этапа, развивалась в соответствии с внутренним базисом эрозии (бессточными впадинами). По дну и бортам впадин скапливаются бугристые и барханные пески.

Наряду с антиклинальными поднятиями на участках впадин, на сопряженных с ними площадях равнин происходило прогибание, сопровождающееся сжатием пород в мелкие складки второго порядка в виде валообразных неровностей рельефа.

В результате деятельности ветра создаются не продольные, валообразные гряды (складки второго порядка), а поперечные и диагонально направленные песчаные перемишки в вытянутых межгрядо-

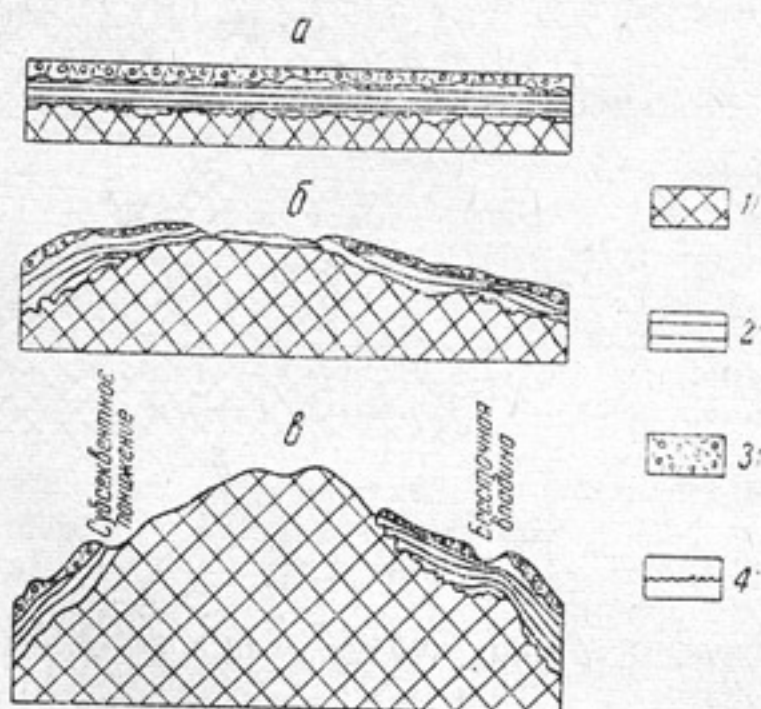


Рис. 7. Этапы образования бессточных впадин и субсеквентных понижений:

1 — жесткое палеозойское основание; 2 — покров мезозойских и кайнозойских отложений; 3 — континентальные, терригенные отложения плейстоценового и четвертичного возрастов (а — первый этап, б — второй, в — третий); 4 — угловое и стратиграфическое несогласие.

вых понижениях, что приводит к образованию замкнутых песчаных котловин. Последние являются не котловинами выдувания, как это предполагалось, а скорее котловинами „навевания“. При этом нельзя отрицать и образования котловин выдувания, так как они появляются в новейший этап развития песчаных форм.

В результате анализа структурных форм современного рельефа четко выявлено увеличение площадей, занятых горными возвышенностями. Орографический рост последних происходил постепенно от

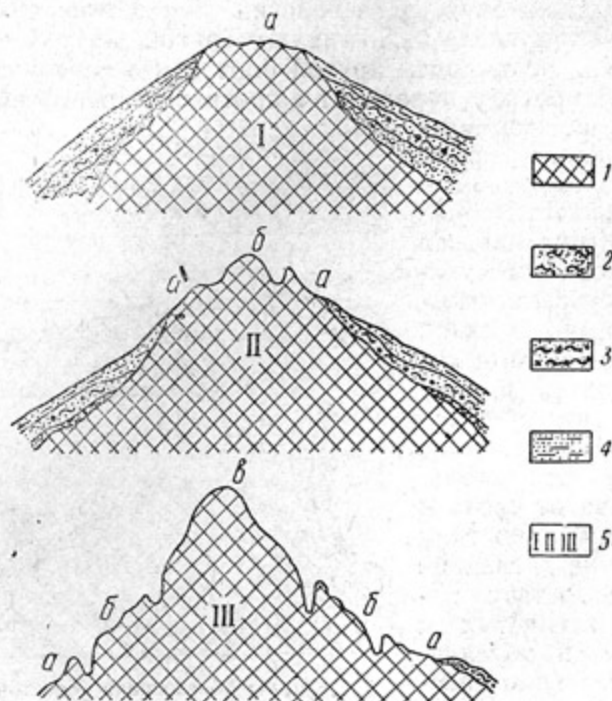


Рис. 8. Схема возникновения цикловой структурно-орографической зональности в горных массивах.

Отложения: 1—палеозойские; 2—юрские; 3—нижнемеловые; 4—верхнемеловые; 5—циклы развития поверхностей денудации: а—первого цикла, б—второго, в—третьего.

центра к периферии так, что центральные части их поднялись и обнажились позже, чем периферийные. При этом ядра антиклиналей сложены раннепалеозойскими, а крылья — позднепалеозойскими породами (рис. 8).

На основе изложенного нами выделены неотектонические подзоны и генетически обусловленные ими типы рельефа (рис. 4).

Необходимо отметить, что такие типы рельефа, как возвышенные предгорные равнины и плато, бессточные впадины, продольные понижения и куэстовые гряды, характерны для орогенных и платформенных зон.

Образование современных форм рельефа тесно связано с неотектоническими процессами не только плекативного характера. Дизъюнктивная дислокация (разломы) часто выражена крутыми уступами (в горах) или чинками, ограничивающими долины временных потоков на равнинах, например, долины Аксая и Баскарасая на Мынбулакской равнине.

Глава III.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

На рассматриваемой территории гидрогеологические условия определяются двумя главными факторами: физико-географическим, влияющим главным образом на интенсивность гидрогеологических процессов, и геологическим, определяющим условия залегания и динамику подземных вод. В соответствии с этим гидрогеологическое районирование территории Кызылкумов базируется на особенностях геологического строения и климатических условиях.

Надо отметить, что для Средней Азии характерна смена климатических условий от высокогорий к низинным равнинам. Согласно климатической зональности артезианских бассейнов (Н. И. Толстихин, 1935) могут быть выделены климатические подзоны¹ высокогорий, среднегорий, низкогорий, предгорий, возвышенных (плато) и низинных равнин с характерным изменением климата от влажного горного до пустынного степного и пустынного (аридного), выражающихся различными величинами коэффициентов увлажнения (для высокогорий — более 1, для среднегорий, низкогорий и предгорий — менее 1, для равнин — менее 0,1).

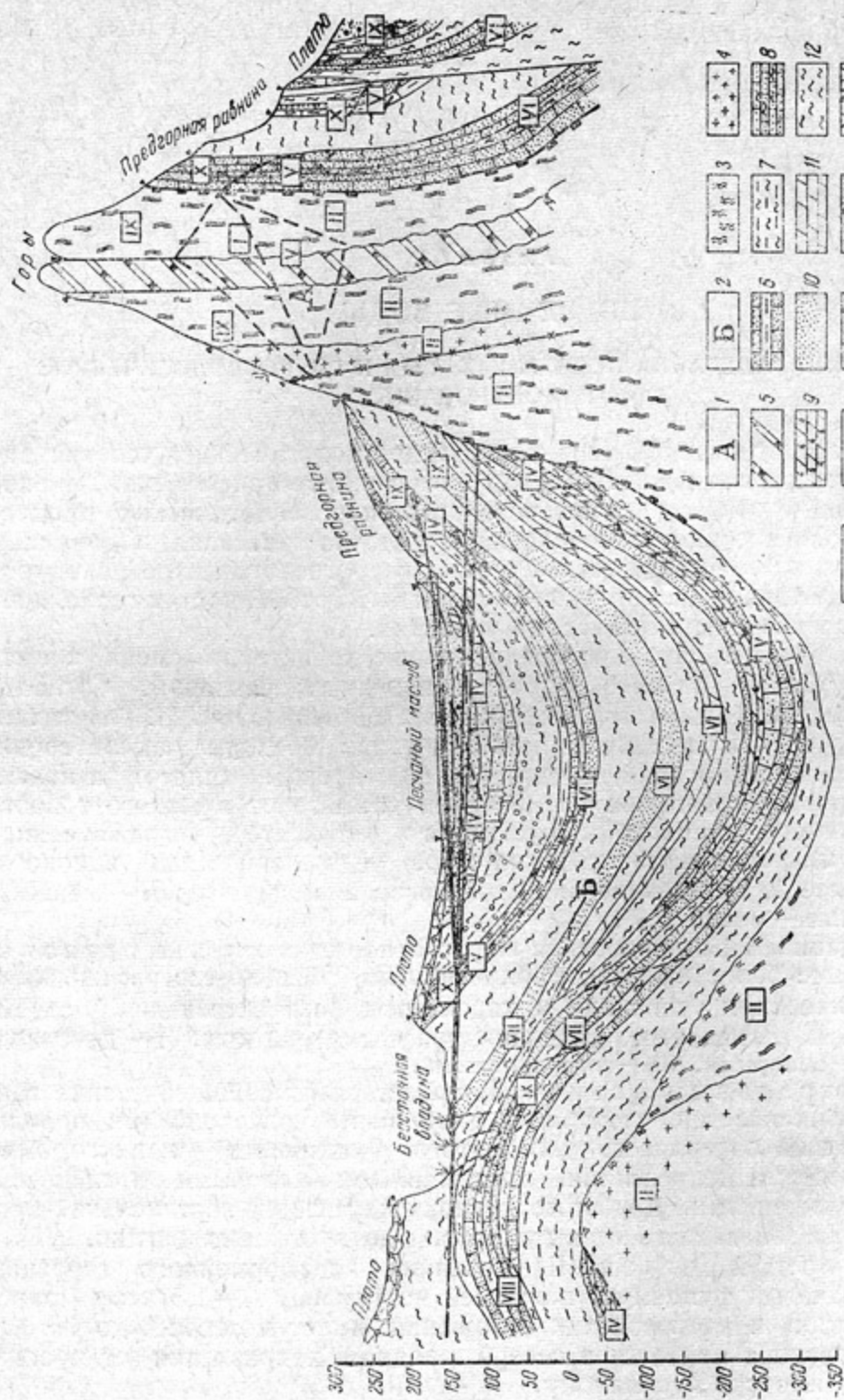
К единицам районирования первого порядка отнесены регионы, обладающие более или менее однотипными физико-географическими и геологическими условиями и характером распространения подземных вод. В Кызылкумах выделены три таких региона: I — центральный, II — северный, III — юго-западный.

Центральный регион (I) представляет собой сочетание горных возвышенностей, сложенных различными палеозойскими породами (выход на поверхность складчатого фундамента) и межгорными тектоническими депрессиями, выполненными меловыми и кайнозойскими отложениями. Для этого региона характерна вертикальная климатическая зональность от высокогорий до пустынных равнин.

Северный регион (II) — равнина платформенного строения, где складчатый фундамент погружен на глубину 1—1,5 км. Покров мезозойских и кайнозойских отложений имеет мощность до 1,5 км. Климат региона меняется в северо-западном направлении от пустынного к приморско-пустынному.

Юго-западный регион (III). В геологическом отношении представляет собой платформу, складчатый фундамент которой по-

¹ Подзоны входят в пятую зону второго пояса по классификации Н. И. Толстихина.



гружен на глубину 1,5—4,0 км. Для этого региона характерны пустынно-оазисные климатические условия.

К подразделениям второго порядка относятся районы, выделяемые по характеру скоплений подземных вод и условиям их залегания.

В центральном регионе (I) выделены гидрогеологические массивы и артезианские бассейны (рис. 9). К гидрогеологическим массивам относятся горные возвышенности (высокогорье, среднегорье и низкогорье) с трещинными, трещинно-карстовыми грунтовыми и напорными водами в метаморфизованных, сильно дислоцированных палеозойских образованиях (Султан-Уиз-Дагский, Букантауский, Тактынтауский, Тамдытауский, Ауминзатауский, Кульджуктинский, Кынгыртауский, Аристанбельтауский, Сангрунтауский, Дарбазатауский, Нуратинский, Актауский, Каратауский, Бахильтауский, Каратагский).

Артезианские бассейны приурочены к межгорным тектоническим депрессиям, выполненным мезозойскими и кайнозойскими отложениями с поровыми и порово-трещинными пластовыми, грунтовыми и напорными подземными водами.

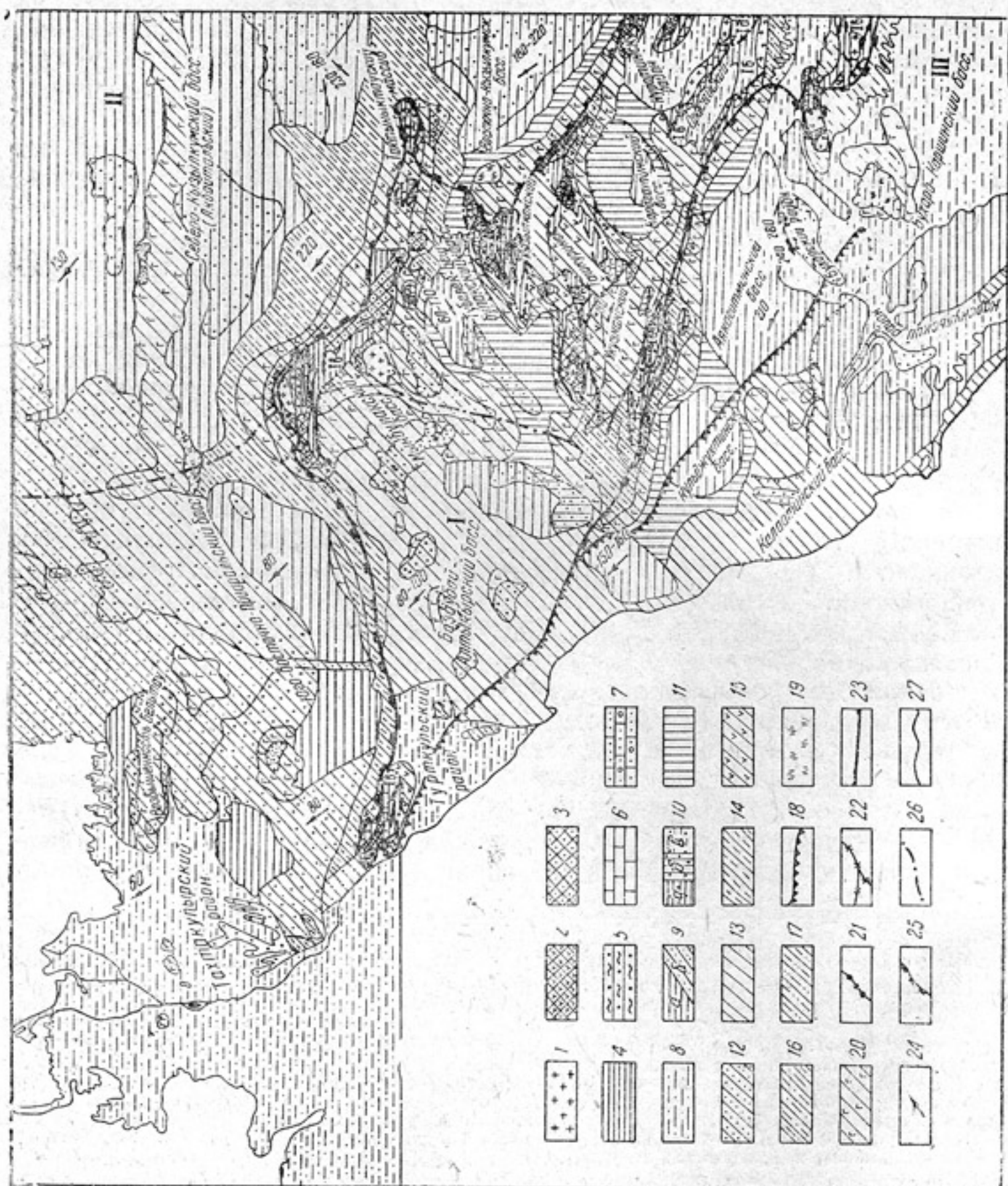
В зависимости от степени гидрогеологической раскрытости структур бассейны подразделяются на замкнутые (со всех сторон окаймленные горными возвышенностями), полузамкнутые и открытые, частично или полностью разграниченные подземными водоразделами.

В центральном регионе распространены преимущественно замкнутые и полузамкнутые бассейны (Мынбулакский, Алтыкырский или Базаубайский, Тубелекский или Бешбулакский, Кызылкакский, Ташкуринский, Укузкакский, Карагатинский (Канимехский) (рис. 9, 10).

В северном и юго-западном регионах (II и III) развиты открытые бассейны грунтовых и напорных вод в мезозойских и кайнозойских отложениях. В северном регионе выделены сложный Юго-Восточно-Приаральский бассейн, включающий два района с широким распространением грунтовых вод (Тахтакупырский и Турткульский) и Северо-Кызылкумский бассейн, условно отделенные друг от друга подземным валом меридионального направления. Эти бассейны являются частью Сырдарьинского артезианского бассейна (Толстихин, 1962) или Сырдарьинской областью подземного стока (Кенесарин, 1962), куда входит и Восточно-Кызылкумский бассейн. В юго-западном регионе также расположены открытые бассейны: Кульджуктинский, Аякагитминский, Калаатинский и Бухаро-Каршинский, разделенные валообразными повышениями. В этом же регионе выделены районы грунтовых

Рис. 9. Условия залегания подземных вод в гидрогеологических массивах и бассейнах:

1—массивы; 2—бассейны; 3—метаморфические сланцы; 4—граниты; 5—известняки и мраморы палеозойского возраста (Pz), составляющие массивы (горы). Водоносные и водоупорные породы бассейнов: 6—нижнетурон-сеноманские (Cr_2t_1 —cm)—глинистые песчаники в частом переслаивании с глинами; 7—нижнетуронские (Cr_2-1)—глины (водоупорные); 8—сенон-верхнетуронские (Cr_2 Sn—t)—песчаники, пески, пластуемые с глинами; 9—палеоценовые (Pg_1)—известняки или доломиты. Эоценовые (Pg_2); 10—пески мелкозернистые, белые; 11—мергели белые, серые; 12—глины зеленовато-серые (водоупорные); 13—олигоцен-сумсарские слои (Pg_3 sm)—песчаники, пески, тонкопластуемые с глинами; 14—олигоцен-миоценовые (Pg_3 — N_1)—глины, алевролиты буро-красные (водоупорные); 15—плиоценовые (N_2)—песчаники, пески; 16—песчаники, глины, пески с окатышами глин; 17—средне- и нижнечетвертичные аллювиальные и аллювиально-пролювиальные (Q_{1-III}), конгломераты и песчаники серые; 18—верхнечетвертичные (Q_{III})—суглинки, супеси, с линзами песка, гравия и гальки; 19—верхнечетвертичные и современные (Q_{III} — Q_{IV})—суглинки, супеси, подстилаемые галечником или песком; 20—золотые пески (Q); 21—погребенная кора выветривания на породах палеозойского возраста, представленная каолиновыми глинами. Гидродинамические зоны (зоны III и VI приведены на рис. 15): I—водоносная; II—неводоносная в различных литолого-структурных блоках (районах) гидрогеологических массивов; IV—межпластового ненапорного или слабонапорного стока; V—напорного стока; VII—артезианских вод VIII—дренажа подземных вод; IX—сдвинутых пород. Тектонические контакты: 26—водоносные; 23—неводоносные. Границы между: 24—массивами и бассейнами; 25—гидродинамическими зонами; 26—различными породами; 27—выходами источников; 28—восходящие струи напорных вод сенон-туронских отложений; 29—пьезометрический уровень.



вод в аллювиальных, четвертичных отложениях: Бухарский или Каракульский.

К подразделениям третьего порядка относятся подрайоны, обособляемые по гидродинамическим условиям. Для гидрогеологических массивов характерны две зоны, контролируемые врезом современной гидрографической сети и затрудненного водообмена, расположенной под первой зоной. В зависимости от характера и интенсивности проявления гидродинамических процессов в пределах зон могут быть намечены более мелкие подразделения (участки, поля и т. п.).

В гидрогеологических бассейнах (межгорных впадинах) к подрайонам можно отнести гидродинамические зоны питания, стока, дренирования и перелива из одних водоносных пород или бассейнов в другие, что связано со скрытыми антиклинальными поднятиями и т. п.

Для водоносных пород, содержащих напорные воды, могут быть выделены зоны слабых и высоких напоров и подрайоны артезианских вод.

Часто отдельные гидродинамические зоны сопряжены с определенными структурными и геоморфологическими условиями. Так, к подножию склонов гор примыкает зона безводных (сдренированных) отложений, к предгорным покатым аллювиально-пролювиальным равнинам — зона ненапорных подземных вод, к участкам плато — зона высоконапорных субартезианских вод, к бессточным впадинам — зона дренирования артезианских вод, фиксируемая восходящими источниками.

Гидродинамические зоны в целом укладываются в известную трехчленную зональность — активного и затрудненного водообмена, а также застойного режима, при этом они рассматриваются по отдельным водоносным толщам; границы их между собой не совпадают, а мигрируют от гор к равнинам, и чем глубже залегает водоносная толща, тем дальше от гор будет располагаться зона слабонапорных, затем напорных и артезианских вод. Эта последовательность хорошо прослеживается для водоносных пород (турон сенонских, затем эоценовых и далее олигоценовых).

Для гидрогеологических бассейнов равнинных пространств выделяются следующие подрайоны:

1) сдренированных мезозойских и кайнозойских отложений и

Рис. 10. Схематическая гидрогеологическая карта Центральных, части Северных и Юго-Западных Кызылкумов.

Регионы I — Центральный, II — Северный, III — Юго-Западный. Гидрогеологические массивы: Ia — высокогорные, Ib — среднегорные, Ic — низкогорные. Трещинные воды в магматических породах:

1 — гранитах, габброидитах; 2 — диабазы, андезитах, базальтах, порфиритах и песчаниках с линзами кремнистых пород и доломитов; в терригенных породах: 3 — сланцах, амфиболитах, кварцитах; 4 — песчаниках, сланцах; 5 — конгломератах, песчаниках, сланцах; в карбонатных породах: 6 — доломитах, известняках, мраморах; 7 — известняках, переслаивающихся с конгломератами и сланцами.

Районы грунтовых вод: 8 — в аллювиальных (по долинам рек), аллювиальных и пролювиальных (на предгорных равнинах) четвертичных отложениях, минерализация вод меняется от 1 до 10 и > 2 г/л; водообильность 1–20 л/сек. Бассейны (замкнутые, полужамкнутые и открытые), в которых находятся: 9 (a) — грунтовые, пестрые по минерализации воды от 1 до 50 г/л в песках, песчаниках плиоценового возраста; б — то же, но спорадического развития, водообильность от 0,1 до 2 л/сек; 10 — линзы пресных вод, залегающих на соленых грунтовых водах (верховодка), минерализация 1–2 г/л в: а — эоловых песках и плиоценовых песчаниках, б — олигоценовых песках, в — аллювиальных песках и галечниках. Водообильность 0,1–1–2 л/сек.; 11 — в основном слабонапорные, преимущественно высокоминерализованные (3–5–10 г/л) воды песчаных палеогенового возраста, водообильность 0,5–5 л/сек; 12 — артезианские; 13 — субартезианские; 14 — ненапорные воды с минерализацией от 1,5 до 5 г/л, в сенон-туронских песках и песчаниках, водообильность от 1 до 50 л/сек, иногда 80 л/сек; 15 — сухая зона в тех же породах. Слабонапорные воды в песках и песчаниках, переслаивающихся с глинами: 16 — нижнетурон-сенонских с минерализацией от 1,5 до 5 г/л; 17 — альб-аптских с минерализацией от 1 до 3 г/л; 18 — контур распространения субартезианских вод с минерализацией более 10 г/л в юрских отложениях; 19 — зона дренирования подземных вод; 20 — выходы на поверхность регионального водоупора — глины палеогенового возраста. Тектонические контакты: 21 — водоносные; 22 — неводоносные; 23 — с невыявленным гидрогеологическим значением; 24 — направление падения гидроизогипс и гидроизопьез абсолютные отметки уровней. Границы между: 25 — регионами; 26 — артезианскими бассейнами; 27 — водосодержащими породами.

подстилающих их палеозойских образований предгорий и куэстовых гряд;

2) водоносных пород с грунтовыми и слабонапорными пластовыми подземными водами предгорных покатых равнин;

3) водоносных пород с грунтовыми водами в первой от поверхности толще и высоконапорными в нижележащих породах плато и песчаных равнин;

4) водоносных пород с высоконапорными (артезианскими) подземными водами глубоколежащих пластов и бассейны грунтовых вод бессточных впадин.

Т а б л и ц а 2

Стратификационные гидрогеологические подразделения

Индекс	Геологический возраст и генезис отложений	Состав пород	Гидрогеологические подразделения
Qal	Четвертичные-аллювиальные	Суглинки, супеси, пески, галечники	Свиты, слои, пласты
Qalp	Аллювиально-пролювиальные	Щебень, галечник с песком и гравием	
Qpl	Пролувиальные	То же	
N ₂	Плиоценовые — аллювиально-пролювиальные	Пески, песчаники	Свиты
Pg _{3sm}	Олигоценые — морские. Сумсарские слои	Песчаники, пески, тонкопереслаивающиеся с глинами	Слои
Pg ₂	Эоценовые — морские	Пески мелкозернистые, мергели	Пласты
Pg ₁	Палеоценовые — морские	Известняки, доломиты	То же
Cr _{2sn—t}	Сенон-туронские — морские и континентальные	Пески, песчаники, залегающие среди глин или с пропластками последних	Толща
Cr _{2t—cm}	Сеноман-нижнетуронские — морские	То же	Пачки
Cr _{1al}	Альбские — морские	• •	Слои
Cr _{1n—ap}	Неоком-аптские — морские и континентальные	• •	То же
J	Юрские — морские и континентальные	• •	Свиты

В пределах указанных выше гидрогеологических районов разного порядка выделяются водоносные породы, по которым ниже описываются подземные воды. Для гидрогеологических массивов это комплексы пород определенного состава и генезиса: магматические (интрузивные и эффузивные), терригенные и карбонатные, связанные с отдельными массивами или структурными блоками; для гидрогеологических бассейнов — водоносные формации, толщи или свиты, пачки, пласты, слои и линзы в определенной стратиграфической последовательности (табл. 2). Такое подразделение для Кызылкумов мы считаем более целесообразным. Обычно употребляемые термины „водоносный комплекс и горизонт“ не приемлемы, так как „горизонт“ — это линия, а комплекс — понятие отвлеченное.

В нашем понимании „водоносная толща или пачка“ — относительно однородные по гидрогеологическим характеристикам отложения раз-

ных стратиграфических подразделений (сенон-туронских, нижнетурон-сеноманских), а „водоносная свита“ — совокупность разновозрастных, но разнородных по составу водоносных „пластов, слоев и линз“, рассмотрение которых раздельно невозможно (например, водоносные плиоценовые отложения).

Подземные воды горных возвышенностей

Горные возвышенности или гидрогеологические массивы Кызылкумов являются современными областями формирования подземных вод в результате инфильтрации атмосферных осадков, поверхностных вод временных водотоков, а также, возможно, процессов конденсации.

Среднегодовая температура воздуха здесь колеблется от 13°C (ст. Тамды) до 14,6°C (ст. Канимех). Среднемесячные температуры воздуха достигают 30°C. Среднегодовое годовое количество атмосферных осадков, характерное для полосы, прилегающей к подножьям склонов гор, колеблется в пределах 100—200 мм.

Возрастание количества осадков происходит одновременно с возрастанием абсолютных отметок гор, однако на одних и тех же высотах наветренных склонов их значительно меньше, чем на подветренных, а внутренние части гор, куда не доходят воздушные течения, приносящие влагу, несмотря на большую высоту, могут быть засушливыми.

Анализ изменений температуры и влажности атмосферного воздуха, заключенного в пустотах горных пород, указывает на возможность образования конденсационных вод. Известно, что суточные колебания температуры сказываются в толще до глубины 0,5—0,7 м, годовые — до 10—15 м; с глубиной максимумы и минимумы температуры запаздывают во времени проявления в приземной атмосфере. Поэтому всегда существует разница в упругости паров воздуха атмосферы и воздуха в трещинах пород, которая с возрастанием амплитуды колебания суточных температур увеличивается. Учитывая, что наиболее неустойчивый режим температуры наблюдается в холодное полугодие, можно полагать, что этот период более благоприятный для образования конденсационных вод.

К сожалению, конкретными данными об интенсивности этого процесса и его режиме мы не располагаем, поэтому не можем судить о его значении в питании подземных вод.

Горные возвышенности Кызылкумов почти лишены растительности и их роль в формировании подземных вод весьма ничтожна. Пути циркуляции подземных вод служат трещины в горных породах.

Как уже отмечалось, горы сложены преимущественно сильно дислоцированными осадочными и метаморфическими породами палеозойского возраста, состоящими из различных сланцев (глинистых, хлоридно-сланцевых, филлитов), гнейсов, кристаллических и метаморфизованных известняков. Широко распространены магматические породы (граниты, гранодиориты, кварцевые порфиры и другие породы этого ряда), менее развиты основные интрузивные, а также эффузивные породы и их туфы.

Характерная особенность этих пород — широко развитая трещиноватость. При этом выделяются трещины коры выветривания и тектонические. Первыми затронуты с поверхности все породы, но проникновение трещин на глубину ограничено мощностью коры выветривания (50—100 до 150 м), которая зависит от геологического строения и физико-географических условий. Тектонические трещины

развиты локально, протяженность их, определяемая зонами разломов, достигает нескольких десятков километров и они прослеживаются ниже коры выветривания. Лучшими коллекторами подземных вод являются зоны интенсивной и локальной трещиноватости, связанной с закарстованными известняками.

Расходы источников, приуроченных к закарстованным зонам разломов в известняках, во много раз больше, чем расходы источников в зонах региональной трещиноватости. Например, для массивов Нуратинских гор, где расходы источников современной коры выветривания колеблются в пределах десятых и сотых долей литров в секунду, дебиты источников из зон разломов составляют от 3—5 до 200 л/сек.

Узкие полосы локальной трещиноватости, связанные с разломами, имеют значительную протяженность, и неоднократно пересекаются долинами рек; в этом случае они поглощают поверхностные и грунтовые воды, заключенные в аллювиальных отложениях долин и могут служить перераспределителями подземного стока, т. е. переводить его из одной долины в другую.

Хорошо развитый дренаж иссушает породы по склонам водораздельных массивов, поэтому вглубь водоразделов и вниз к основанию склонов водоносность пород возрастает. В связи с этим глубина залегания подземных вод от водоразделов к тальвегам долин уменьшается и следует за рельефом поверхности. Выходы источников по склонам водоразделов обусловлены характером и степенью трещиноватости пород и наличием тектонических нарушений.

В местах, где долины временных водотоков, расчленяющих склоны гор, выполаживаются, по дну их развиваются аллювиально-делювиальные отложения, представленные в основном хорошо водопроницаемыми галечниками и щебенисто-песчаными образованиями, в которых за счет дренажа трещинных вод склонов и водоразделов формируются грунтовые воды, движущиеся по долинам. Мощность этих пород незначительна и зависит от величины водосборной площади и мощности аллювиальных отложений.

Для верхней части трещиноватых пород характерен хорошо развитый процесс водообмена. Здесь совпадают области питания распространения и дренажа подземных вод. Этим обуславливается тесная и хорошо выраженная связь между интенсивностью образования подземного стока и источником его питания, т. е. атмосферными осадками.

Все описанные факторы, влияющие на образование подземных вод в горных возвышенностях, действуя не всегда согласованно, создают весьма сложные условия в распределении подземного стока. При неблагоприятных климатических условиях интенсивность образования подземного стока для гидрогеологических массивов невелика. Небольшая расчлененность гор ухудшает условия дренажа подземных вод. Все это определяет незначительные динамические ресурсы подземных вод и повышенную их минерализацию.

Косвенным показателем водообильности того или иного массива при отсутствии на водоразделах постоянных снежников и ледников является модуль родникового стока. Если для отрогов Нуратинских и Зиаэтдин-Зирабулакских гор модуль родникового стока, по статистическим данным, может достигать 1 л/сек, то для остальных горных возвышенностей он колеблется от 0,001 до 0,01 л/сек.

Необходимо отметить, что благодаря почти прямой зависимости режима стока от климатических факторов, расходы источников и положение уровня подземных вод подвержены резким колебаниям.

Амплитуда колебания расходов источников тем больше, чем меньше их водосборная площадь, т. е. чем выше по склону они расположены. Отмечено, что источники, выходящие на склонах, имеют амплитуду, большую среднемноголетней величины.

Расходы источников в зонах разломов относительно постоянны, что обуславливается более значительными водосборными площадями и глубокой циркуляцией подземных вод. В таких зонах возможно образование напорных вод, связанных с глубоко уходящими закарстованными зонами разломов.

Для горных возвышенностей характерно распространение главным образом сульфатных вод, гидрокарбонатные занимают второе место, хлоридные — третье. По катионному составу воды во всех случаях натриевые; из 90 анализов лишь 9% приходится на кальциевые воды и 1% — на магниевые (табл. 3). По общей минерализации пре-

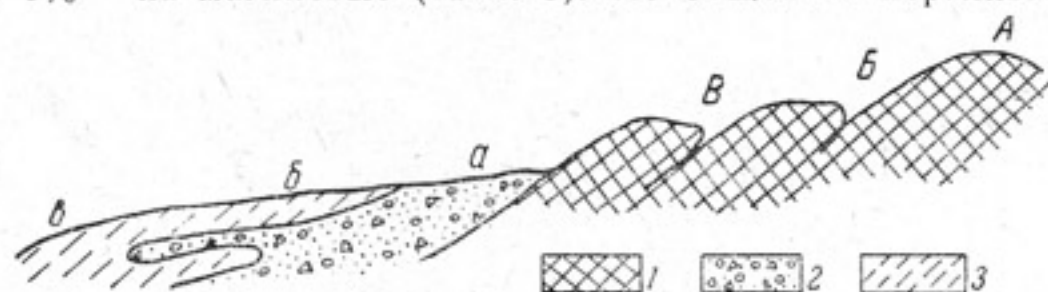


Рис. 11. Гидрохимическая зональность горных массивов и предгорных шлейфов.

Гидрохимические зоны: А — гидрокарбонатных; Б — сульфатных; В — хлоридных подземных вод горных массивов; а, б, в — те же зоны — грунтовых вод предгорных шлейфов; 1 — гидрогеологические массивы, сложенные породами палеозойского возраста. Отложения предгорных шлейфов: 2 — галечник, крупнообломочный щебень; 3 — суглинки, супеси и другие алевритовые породы.

обладают воды с содержанием солей от 1 до 3 г/л, что характерно для гранитов и карбонатных пород. Последним присуща наименьшая минерализация (до 1 г/л). Воды с плотным остатком 5—12 г/л встречаются в виде исключения.

При совпадении зон питания и дренирования нельзя предполагать, что те подземные воды, которые формируются в высокогорьях и поступают непосредственно к низкогорьям, являются причиной повышения их минерализации. Вертикальная гидрохимическая зональность, которая обычно отмечается для гор Средней Азии, обусловлена оротографоклиматическими и палеогидрогеологическими условиями.

Горные сооружения предшествующих циклов развития располагались на более низких гипсометрических уровнях, и условия развития коры выветривания и формирования подземных вод были худшими, чем современные; этим, возможно, и объясняется повышенная минерализация подземных вод отдельных блоков.

В горных возвышенностях Кызылкумов зональность проявляется вообще очень слабо (все они относятся к низкогорьям), по-видимому, только в Нуратинских горах (Бахильтау). Для этой части нами выделены высокие и среднегорные гидрогеологические массивы, отличающиеся большой водообильностью и слабой минерализацией подземных вод по сравнению с низкогорными массивами (рис. 9).

Вертикальная гидрохимическая зональность горных массивов не связана с вертикальной гидрохимической зональностью для грунтовых вод сопряженных с ними предгорных шлейфов (рис. 11). Так, третья зона горных массивов может примыкать к первой зоне предгорных шлейфов.

Солевой состав и минерализация подземных

Солевой состав подземных вод		Горные массивы		
		Султан-Уиз-Даг	Букантау и Кокпотас	Тактыныктау
Гидрокарбонатные	$\frac{\text{HCO}_3-\text{SO}_4}{\text{Ca}}$		$\frac{1}{0,4}$ (известняки)	
	$\frac{\text{HCO}_3--\text{SO}_4}{\text{Na}}$		$\frac{1}{0,7}$ (сланцы); $\frac{6}{0,5-0,9}$ (граниты)	$\frac{1}{1,0}$ (сланцы)
	$\frac{\text{HCO}_3-\text{Cl}}{\text{Na}}$		$\frac{2}{0,6-0,8}$ (граниты)	
	$\frac{\text{SO}_4-\text{HCO}_3}{\text{Ca}}$			
Сульфатные	$\frac{\text{SO}_4-\text{HCO}_3}{\text{Na}}$		$\frac{1}{1,2}$ (извест- няки); $\frac{2}{1,5-1,6}$ (сланцы), $\frac{5}{0,7-1,5}$ (граниты)	$\frac{4}{2,8-1,3}$ (сланцы)
	$\frac{\text{SO}_4-\text{Cl}}{\text{Ca}}$	$\frac{1}{2,8}$ (граниты)		
	$\frac{\text{SO}_4-\text{Cl}}{\text{Mg}}$		$\frac{6}{2,0-3,0}$ (граниты)	
	$\frac{\text{SO}_4-\text{Cl}}{\text{Na}}$	$\frac{1}{4,4}$ $\frac{2}{1,6-2,1}$ (граниты)	$\frac{13}{1,4-1,8}$ (сланцы)	$\frac{2}{1,8-2,7}$ (сланцы)
Хлоридные	$\frac{\text{Cl}-\text{SO}_4}{\text{Ca}}$			
	$\frac{\text{Cl}-\text{SO}_4}{\text{Na}}$	$\frac{1}{5,3}$	$\frac{3}{1,9-12,5}$ (сланцы)	$\frac{1}{1,2}$

Примечание. В числителе — число повторяемости грунтовых вод данного состава, в знаменателе — плотный остаток (г/л).

вод в породах палеозойского возраста

Горные массивы

Тамдытау	Ауминзатау	Аристантау	Сангрунтау	Кульджук-тау	Нуратау	Дарбаза-тау	Кокча-тау
				$\frac{1}{0,4}$ (извест- няки)			
						$\frac{3}{0,2-0,9}$ (извест- няки)	
$\frac{1}{0,7}$ (извест- няки);	$\frac{1}{0,4}$ (сланцы)	$\frac{1}{3,9}$ (сланцы)	$\frac{1}{1,3}$ (извест- няки)		$\frac{3}{1,0-2,2}$ (сланцы)		
			$\frac{1}{3,9}$ (сланцы)	$\frac{1}{1,7}$ (граниты)			
					$\frac{3}{1,4-2,8}$ (сланцы)		
$\frac{3}{0,7-2,4}$ (известняки)		$\frac{2}{2,1-11,4}$ (сланцы)	$\frac{2}{1,7-5,9}$ (сланцы)	$\frac{2}{1,7-2,5}$ (извест- няки)	$\frac{1}{2,3}$ (извест- няки)	$\frac{2}{5,9-6,6}$ (сланцы)	$\frac{2}{3,1-6,2}$ (сланцы)
					$\frac{1}{0,7}$ (сланцы)		

Сланцы	1,3—8,0	0,1—0,31	1939— —1955	—	5,45—12,07	$M_{1,7-3,0}$	$\frac{SO_4 30-60Ca 20-40HCO_3 20}{Na 60-90Ca 20-30 Mg 20}$	6	1,7—2,3	0,84—1,5
	2,0—3,8	0,11	1939— —1947	—	9,70—16,65	$M_{1,5-1,8}$	$\frac{SO_4 50-60HCA 20-40}{Na 60-70 Ca 20-40}$	3	—	—
	1,0—3,48	0,1—0,3	1637— —1958	—	4,32—15,74	$M_{1,4-9,0}$	$\frac{SO_4 40-70Cl 20-50HCO_3 20}{Na 40-70Ca 10-40Mg 10-30}$	23	—	—
	1,67— —8,75	1,1	1950— —1955	16—17	17,78—77,71	$M_{1,9-12,5}$	$\frac{Cl 150-60SO_4 30-40}{Na 60-70Ca 20-30Mg 20}$	3	1,1—1,1	0,6—0,7
Известняки	—	0,8	1950	3,1	—	$M_{1,0}$	$\frac{HCO_3 40SO_4 40}{Na 80 Ca 20}$	1	—	—
	1,4—4,1	—	1917— —1950	18	2,5—6,5	$M_{0,8-1,3}$	$\frac{SO_4 50HCO_3 20-30Cl 20}{Na 30-80Ca 10-30Mg 10}$	3	1,2	2,2
	1,2—4,4	0,01 3,0	1950— —1957	21,1	8,1—11,1	$M_{1,3-2,7}$	$\frac{SO_4 40-60Cl 30-40HCO_3 10-30}{Na 60-70Ca 15-20 Mg 10-20}$	4	2,2—2,0	1,8—1,5
	—	0,2	1955	7,53	—	$M_{1,2}$	$\frac{Cl 40 SO_4 30}{Na 60Ca 20-30}$	1	1,3	0,8
Сланцы	—	0,2 31,0	1941— —1958	25,5	3,8—15,5	$M_{0,7-2,4}$	$\frac{SO_4 40-50Cl 20-30}{Na 50-60Ca 20-30 Mg 20}$	6	2,1—2,0	1,8—1,6
	—	0,02 0,5	1948 1948	7,5—75,7 34,2	—	$M_{1,8-6,6}$	$\frac{SO_4 50-70Cl 30-40HCO_3 10}{Na 40-70Ca 20-30Mg 10-30}$	7	1,5—1,7	1,7—1,5
	—	—	—	—	—	$M_{1,4}$	$\frac{SO_4 60 HCO_3 20 Cl 20}{Na 70 Ca 30 Mg 25}$	1	3,0—2,8	2,8
	—	0,2	—	34,3	—	$M_{3,9}$	$\frac{SO_4 40-50HCO_3 20-30}{Na 50Ca 20-30 Mg 20}$	2	—	—

Гидрогеологические массивы	Волосодержащие породы	Глубина залегания уровня, м	Производительность водопунктов, л/сек	Годы исследований	Температура воды, °C	Общая жесткость, мг/экв	Формула воды (цифры-пределы колебаний)	Повторяемость данной формулы	Характерные коэффициенты		Гидродинамические зоны
									$\frac{Na}{Cl}$	$\frac{SO_4}{Cl}$	
Аристантау	-		0,03	1958	—	18,5—87,1	$M_{2,6-11,4} \frac{SO_4 60-70 Cl 30 HCO_3 10-20}{Na 50-60 Mg 30-40 Ca 10-20}$	2	1,6—1,8	2,0—2,2	
	Известняки	8,48	0,5	1958		10,2	$M_{1,3} \frac{SO_4 59 HCO_3 25 Cl 16}{Na 50 Ca 28 Mg 22}$	1	3,1	3,6	
Сангунтау	Сланцы	2,5 2,6	0,1	1958	17,5	29,0—36,4	$M_{3,6-5,9} \frac{SO_4 50-70 Cl 20-40}{Na 40-60 Mg 20-40 Ca 20-30}$	3	1,5—1,5	2,2—1,6	
	-	18,0 19,6	—	1941		29,0—36,9	$M_{5,9-6,6} \frac{SO_4 60-70 Cl 30-40}{Na 60-70 Ca 20}$	2	2,0—1,6	1,7—1,5	
Дорбазатау	Известняки	6,5	—	1958	9,2		$M_{0,8} \frac{SO_4 60 HCO_3 30 Cl 10-20}{Ca 50 Na 20 Mg 20}$	1	1,3	4,2	
	Граниты, гранодиориты	8,0—11,2	—	1948		36,0—38,6	$M_{1,7-2,5} \frac{SO_4 50-70 Cl 20-30 HCO_3 10-20}{Na 20-70 Mg 10-30 Ca 20-50}$	4	0,9—2,4	2,7—2,5	
Кокчатау	Метаморфические сланцы	21,6	0,9	1950	30,4		$M_{4,0} \frac{SO_4 50 Cl 50}{Na 50 Ca 30}$	1	1,2	1,4	
	Сланцы	5,4	0,1 1,1	1950— —1958	16,3—36,6		$M_{2,2-6,2} \frac{SO_4 50-70 Cl-20-40 HCO_3 20}{Na 50-60 Ca-20-30 Mg 20}$	2	3,0—1,4	2,7—1,6	
	Известняки		8,5—21,2 70	1945— —1958	17,8	9,9 2,7	$M_{0,2-0,9} \frac{SO_4 60 HCO_3 20 Cl 10-20}{Ca 50 Na 30 Mg 20}$	3	2,4	4,1	
					0,1		$M_{0,2} \frac{HCO_3 70 SO_4 20}{Mg 60 Na 30}$	1			

Активного водообмена

Подземные воды, находящиеся выше уровня современной гидрографической сети, уходят за пределы горных возвышенностей в виде поверхностного излияния (родники) или подземного стока. Ниже располагается зона затрудненного водообмена, где ввиду уменьшения размера трещин с глубиной снижается циркуляция подземных вод, в связи с чем увеличивается их минерализация.

В горных возвышенностях возможно образование трещинных пластовых вод, приуроченных к песчаникам или известнякам, где последние образуют синклинали. При детальном гидрогеологическом картировании могут быть выделены бассейны напорных и артезианских вод. Такой бассейн намечается по восточному окончанию горного массива Тамдытау.

В палеозойских отложениях горных возвышенностей по гидрогеологическим условиям выделяются три комплекса пород: магматические (интрузивные и эффузивные), терригенные и карбонатные.

Водоносные магматические породы

Почти во всех горных возвышенностях распространены граниты и гранодиориты, к которым приурочены единичные источники. Дебиты их в среднем не превышают 1 л/сек и подвержены резким сезонным колебаниям. Большинство источников в засушливые периоды пересыхает (так как уровень трещинных вод опускается ниже ближайшего тальвега долин) и в связи с этим каптируется (превращается в колодцы). Колодцы-родники обычно располагаются у устья суходолов, расчленяющих склоны гор.

Подземные воды гранитов и гранодиоритов пресные, с плотным остатком 0,5—1 г/л, реже солоноватые и соленые (5—10 г/л). По солевому составу преимущественно сульфатные, иногда хлоридные; гидрокарбонатные встречаются редко. По катионному составу воды во всех случаях натриевые. Температура их в источниках колеблется в пределах 15—17°C (табл. 4).

Блоки, состоящие из эффузивов (андезиты, базальты, порфириты с линзами кремнистых пород и доломитов среднепалеозойского возраста), характеризуются источниками с расходом до 1 л/сек. Минерализация вод достигает 3 г/л. Широко развиты водоносные эффузивные породы в массиве Тамдытау.

Водоносные карбонатные породы

В рассматриваемую группу входят верхне- и среднепалеозойские известняки, мраморы и другие карбонатные породы, развитые в массивах Букантау, Тамдытау и Сангрунтау. Толщи карбонатных пород обладают большой мощностью и образуют наиболее высокие гребни: Ирлир в массиве Букантау; Актау, Шущиктау, Мурунтау в Тамдытау; Бахильтау в Нуратинском хребте. Они собраны в крутые складки, осложненные тектоническими разломами, поэтому сильно трещиноваты и почти всюду подвержены процессам карстообразования.

Известняки, образующие крутые оголенные склоны или скалоподобные обрывы, неблагоприятны для инфильтрации атмосферных осадков и обычно не содержат подземных вод. Водоносность известняков проявляется по отдельным трещинам карстового типа, сопряженным с зонами разломов. Источники, выходящие из известняков, приурочены к подножию горных гряд и характеризуются относительным постоянством дебита, чем мощнее родник, тем более постоянен его расход и температура воды.

Дебиты источников равны 0,5—5,2 л/сек (Аяккудук в Сангрунтау); 31,0 л/сек (в Тамдытау); 21,0—200 л/сек (Газган и Нурата в Актау). Температура подземных вод колеблется от 20 до 30°C.

Минерализация вод, как правило, не превышает 1 г/л, но встречаются воды с минерализацией 1,8—2,7 г/л и как исключение — 4,4 г/л; по солевому составу они преимущественно сульфатные и гидрокарбонатные натриевые (табл. 4).

Водоносные терригенные породы

К описываемой группе относятся сланцы, песчаники, сланцевые и песчано-конгломератовые толщи с прослоями кварцитов и известняков. По характеру трещиноватости они близки к изверженным породам, однако степень трещиноватости здесь, очевидно, меньше, поэтому они менее водообильны, чем массивы изверженных пород. Источников, связанных с указанными толщами, мало, но по дну долин располагаются колодцы, глубина которых варьирует в пределах 2—6 м, производительность — 0,1—0,5 л/сек, редко — 1 л/сек. Минерализация подземных вод повышенная и колеблется от 1,5 до 5—12,5 г/л: по составу они преимущественно сульфатные натриевые, реже хлоридные натриевые. В горах Тактыныктау отмечен единичный случай гидрокарбонатных натриевых вод с минерализацией 1 г/л. Температура подземных вод 15—17°.

Подземные воды гидрогеологических бассейнов

Гидрогеологические бассейны являются областями накопления и рассеивания подземных вод, поступающих сюда со стороны местных и отдаленных областей питания, представленных горными возвышенностями. Здесь в основном распространены замкнутые, полузамкнутые и открытые бассейны грунтовых и артезианских вод в отложениях мезозойского и кайнозойского возрастов (рис. 9, 10).

По характеру и типу подземных вод водоносные породы гидрогеологических бассейнов можно объединить в следующие две группы: а) породы четвертичного и плиоценового возраста, представленные рыхлыми и слабосвязными, недислоцированными галечниками, песками, суглинками и супесями, в которых образуются главным образом грунтовые поровые воды; б) палеогенового, мелового, юрского возраста, состоящие из песчаников, песков, алевролитов и конгломератов, залегающих среди глин и содержащих межпластовые поровые и порово-трещинные напорные воды.

Группа пород с грунтовыми водами четвертичных и плиоценовых отложений

Среди четвертичных и плиоценовых отложений водоносными являются все генетические разности пород (аллювиальные, аллювиально-пролювиальные и пролювиальные).

Водоносные четвертичные аллювиальные образования развиты в Тахтакупырском, Турткульском, Бухарском и Каракульском районах, представляющих собой оазисы, сопряженные с долинами Зарафшана и Амударьи (табл. 5).

В Тахтакупырском районе аллювиальные четвертичные осадки распространены по современной и древней дельтам Амударьи. Ими сложена водоносная свита постоянной мощности (до 50 м)¹, состоя-

¹ Здесь и ниже в большинстве случаев приводится разведанная мощность водосодержащих пород, поэтому эти данные могут отличаться от тех, которые приведены в табл. 1.

щая из тонко- и мелкозернистых песков с отдельными маломощными прослоями и линзами глин или суглинков. Питание ее осуществляется в основном инфильтрацией вод Амударьи и оросительной сети, а также за счет подземного притока путем дренирования водоносных сумсарских и верхнемеловых пород. Формирующийся свободный сток грунтовых вод направлен радиально на север, северо-восток и северо-запад. В Приаральской прибрежной зоне наблюдается подпор со стороны морского водоема. В таких сложных условиях питания и оттока образуются различные по составу и минерализации грунтовые воды. Обычно вдоль ирригационных каналов и на интенсивно орошаемых участках развиты пресные воды с минерализацией 0,3—1,0, гидрокарбонатные натриевые, и 1—5 г/л, сульфатные, хлоридные натриевые. В зоне подпора морем развиты сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые воды с минерализацией более 50 г/л.

Расходы отдельных водопунктов [колодцев, скважин] колеблются от 0,1 до 10 л/сек.

В Турткульском районе водоносные отложения отмечены в пределах аллювиальной равнины Амударьи. Здесь водосодержащая свита представлена светло-серым разнозернистым песком с прослоями и линзами суглинков, супесей и глин. Разведанная мощность водоносного аллювия достигает 50 м. Минерализация грунтовых вод 0,9—5,6 г/л; преобладающее значение имеют воды сульфатно- и хлоридно-гидрокарбонатные, хлоридно-сульфатные, натриевые и кальциевые.

На участке, прилегающем к хр. Султан-Уиз-Даг, четвертичные породы подстилаются верхнемеловыми, образуя с ними одну водосодержащую толщу; здесь минерализация вод повышается до 5,6 г/л.

В Бухарском районе водоносность четвертичных аллювиальных отложений — суглинков, супесей (до 5 м), подстилающих их галечников (до 50 м), а также нижележащих конгломератов и песчаников (до 100 м) — отмечена по современной долине Зарафшана. В этих отложениях формируется поток грунтовых вод (уровень и глубина 1—3 м) за счет инфильтрации вод Зарафшана и ирригационных каналов.

Дренаж потока грунтовых вод осуществляется на отдельных участках долины, а также по периферии дельты погружением в нижележащую водоносную свиту, представленную плиоценовыми образованиями. В этом случае глубина залегания зеркала грунтовых вод увеличивается до 10—20 м. Состав преимущественно гидрокарбонатно-сульфатный, натриевый, реже кальциевый и магниевый, минерализация изменяется от 0,2 до 6,6 г/л. Хлоридно-сульфатные, сульфатно-гидрокарбонатные и хлоридно-гидрокарбонатные воды встречаются в единичных случаях.

В связи со сменой галечниковых отложений песчаными и, следовательно, ухудшением условий оттока, отдаленностью и меньшей интенсивностью питания поверхностными водами рек и ирригационных каналов минерализация увеличивается от верховьев долины к низовью и периферии.

Минерализация изменяется и в вертикальном разрезе: в верхних горизонтах суглинков-супесей при близком залегании к поверхности зеркала грунтовых вод она выше, чем у грунтовых вод в галечниках, при переходе в нижележащие песчано-конгломератные отложения опять возрастает.

Расходы скважин, вскрывающих воды в галечниках, достигают 5—10 л/сек при понижениях уровня до 5 м.

Данные о грунтовых водах

Гидрогеологические районы	Водосодержащие породы	Коэффициент фильтрации, м/сут	Глубина залегания, м		Производительность водопунктов, л/сек	Годы исследований	Температура воды, °C
			кровли	пьезометрич. или статич. уровня			
Тахтакупырский	Аллювиальные. Песок; частое переслаивание песков с супесями и песчаниками	—	—	1,2—10,0	0,04	—	—
		0,5	—	2,3—24,6	0,36	1948—1957	—
		—	—	9,0—20,0	0,20	1948—1955	—
		—	—	5,4—23,3	0,1—1,0	1952—1953	—
		1,0	—	2,0—34,9	0,3—0,4	1951—1955	—
		—	—	1,0—19,9	0,01—10,0	1948—1955	—
		—	—	0,9—6,9	0,002—0,39	1953—1954	17
Турткульский	Аллювиальные. Песок, супесь с прослойками песков	—	—	1,6—5,2	0,1—1,0	1951	—
		0,5—7,2	10—30	1,6—5,2	1,0—2,0	1951	—
		10,0	—	—	0,7—2,0	1951	—
		10,0	—	1,9—5,2	0,1—0,3	1951	—
Нуратинский	Аллювиально-пролювиальные. Песок разнo-зернистый; суглинок песчанистый с галечником; песчаник с прослоями супеси и гравия	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	1956	17
		—	20—70	9,7—16,0	1,0	1941—1956	17
		—	—	4,3—27,9	0,32	1941—1948	—
—	—	—	—	—	—	—	—

четвертичных отложений

Общая жесткость, мг/экв	Формулы воды (цифры — пределы колебаний)	Повторяемость данной формулы	Характерные коэффициенты			Гидродинамические зоны
			Na	SO ₄	Cl—Na	
			Cl	Cl	Mg	
5,5—24,0	$M_{0,5-2,0} \frac{HCO_3 20-80 SO_4 10-40 Cl 170-30}{Na 30-40}$	5	3,9—1,8	1,3—1,5	—	Свободного стока
3,9—21,0	$M_{0,3-2,0} \frac{HCO_3 20-90 Cl 120-40 SO_4 10-30}{Na 20-80}$	9	1,6—2,0	0,7—0,8	—	
6,8—9,5	$M_{0,3-0,9} \frac{SO_4 20-50 HCO_3 20-30}{Na 40 Ca 30-50 Mg 20-40}$	6	—	—	—	
30,8—146,2	$M_{1,7-17,9} \frac{SO_4 40-70 Cl 120 HCO_3 10-30}{Na 30-80}$	18	7,7—4,1	9,7—3,3	—	
3,6—12,1	$M_{1,0-5,0} \frac{Cl 140-60 HCO_3 20-40}{Na 30-80 Ca 15-60 Mg 20}$	6	0,7—1,5	—	1,0	
3,5—219,0	$M_{5,0-50,0} \frac{Cl 130-80 SO_4 20-50 HCO_3 50}{Na 10-90}$	58	0,3—1,0	0,6—0,5	3,5	Подбора уровнем Аральского моря
188,6—220,0	$M_{50-350} \frac{Cl 170-100 SO_4 20-30}{Na 70-90 Mg 20-40 Ca 10}$	17	1,0—1,0	0,3—0,3	3,0—0,2	
9,0—16,9	$M_{0,9-1,5} \frac{HCO_3 40-50 SO_4 20-30 Cl 120-40}{Ca 40-50 Na 30-40 Mg 20-30}$	3	1,4—1,0	1,2—0,8	—	
9,0—11,0	$M_{1,0-1,5} \frac{HCO_3 40-50 Cl 120-40}{Na 40-60 Ca 20-40}$	3	1,6—1,5	—	—	
8,0—40,3	$M_{1,6} \frac{SO_4 50-HCO_3 20-30}{Na 60 Ca 30}$	2	1,0—3,0	1,0—0,6	—	
9,5—40,3	$M_{1,3-5,6} \frac{SO_4 40-80 Cl 110-40}{Ca 30-50 Na 20-50}$	1	—	—	—	Свободного стока
—	$M_{0,9-1,2} \frac{Cl 140-60 SO_4 40}{Na 40-90 Ca 10-40}$	4	1,4—1,4	3,0—2,0	—	
2,09	$M_{0,5} \frac{HCO_3 60 SO_4 30}{Na 80 Ca 20}$	1	—	—	—	
4,1—5,6	$M_{0,4-1,2} \frac{SO_4 50-60 HCO_3 20-30}{Na 50-70 Ca 10-20 Mg 10-20}$	4	—	—	—	
5,5—60,6	$M_{1,3-4,2} \frac{SO_4 50-80 Cl 120-30 HCO_3 10}{Na 60-80 Ca 10-30 Mg 10-20}$	9	2,2—2,3	2,0—	—	
—	$M_{0,8-1,2} \frac{SO_4 40-50 Cl 130-40}{Ca 50 Na 40}$	2	0,9—1,0	1,2—1,2	—	То же

Гидрогеологические районы	Водосодержащие породы	Коэффициент фильтрации, м/сут	Глубина залегания, м		Производительность водопунктов, л/сек	Годы исследований	Температура воды, °С
			кровли	пьезометрич. или статич. уровня			
Бухарский и Каракульский	Аллювиальные. Супесь, песок, галечник, гравий, редко конгломерат. Супесь, песок, мелкозернистый		—	3,0—4,6	0,5	1950—1957	—
			10—80	2,0	4,0—5,0	1957	—
			—	1,0—9,4	0,4—10,0	1948—1958	—
			—	2,5—3,7	0,06—0,7	1950—1957	—

Примечание. Воды напорные.

В Каракульском районе, где водоносные слои представлены тонкозернистыми песками, условия стока грунтовых вод менее благоприятны. Пресные воды здесь встречаются реже.

Водоносные аллювиально-пролювиальные отложения, слагающие межгорную Нуратинскую мульду, представлены с поверхности суглинками, песками и галечниками, подстилаемыми свитой серых песчаников и конгломератов. Мощность их колеблется от 3,0 до 50 м. Формирование потока грунтовых вод происходит в результате инфильтрации вод поверхностных водотоков, подземного стока с гор и частично за счет инфильтрации атмосферных осадков. По периферии мульды грунтовые воды погружаются в более глубокие водоносные толщи. По составу они хлоридно-сульфатные, реже гидрокарбонатно-сульфатные натриевые, преимущественно пресные с минерализацией от 0,4 до 1,5 г/л. К периферии и в верхних горизонтах потока степень минерализации возрастает до 3,3—4,2 г/л.

Производительность колодцев, вскрывающих водоносную свиту на глубину 1—1,5 м, составляет 0,3—1,0 л/сек, а расходы кяризов, заложенных в галечники, — 10—60 л/сек.

В ур. Орасай грунтовые воды в аллювиально-пролювиальных отложениях вскрываются небольшой группой колодцев, расположенных по продольной оси котловины на глубинах от 30—40 м близ гор до 10—18 м вдали от них. В этом же направлении аллювиально-пролювиальные породы выклиниваются и грунтовые воды вскрываются в подстилающих песчаниках мелового возраста.

Водоносные пролювиальные образования отмечены по предгорным равнинам северного и юго-восточного склонов Тандытау. Водосодержащая толща представлена грубообломочными галечниково-щебниевыми образованиями. Минерализация вод незначительна (0,7—1,0 г/л); по составу воды гидрокарбонатные, сульфатно-хлоридные, магниевые-кальциевые или кальциево-натриевые.

Небольшие по площади и мощности потоки грунтовых вод в пролювиальных отложениях наблюдаются к северу от Ауминзатау и Букантау. В непосредственной близости к палеозойскому массиву их

Общая жесткость, мг/экв	Формулы воды (цифры—пределы колебаний)	Повторяемость данной формулы	Характерные коэффициенты			Гидродинамические зоны
			Na	SO ₄	Cl—Na	
			Cl	Cl	Mg	
1,05—14,5	$M_{1,1} \frac{HCO_3 50 SO_4 50}{Na 40 Ca 30 Mg 10 - 20}$	1	—	—	—	
5,1	$M_{0,2-0,4} \frac{HCO_3 50 - 70 Cl 20 - 30 SO_4 20}{Ca 50 - 60 Na 20 - 30 Mg 10 - 20}$	2	1,3—1,0	1,2	—	• •
7,2—53,6	$M_{0,6-4,1} \frac{SO_4 40 - 90 HCO_3 10 - 50 Cl 10 - 20}{Na 20 - 70 Mg 20 - 60 Ca 10 - 20}$	26	2,7—4,7	4,6—5,5	—	
6,7—93,0	$M_{5,0-6,6} \frac{SO_4 50 - 80 Cl 20 - 40}{Ca 40 - 80 Mg 30 - 60 Na 30}$	4	2,3	3,7—2,1	0,1	

минерализация не превышает 1 г/л; по составу воды гидрокарбонатно-сульфатные или хлоридно-сульфатные натриевые. Условия формирования их такие же, как в Нуратинской мульде.

Водоносные плиоценовые отложения широко развиты на описываемой территории и почти всюду залегают под покровом эоловых песков. Они представлены песками, рыхлыми песчаниками и песчанистыми глинами; в основном водопроницаемы. Чрезвычайное непостоянство литологического состава пород в вертикальном и горизонтальном направлениях обуславливает наличие серии водоносных пластов, слоев и линз, гидравлически связанных между собой или изолированных друг от друга, различных по водообильности и качеству поровых и трещинно-поровых грунтовых вод, в целом образующих сложную водоносную свиту, лежащую в одних случаях на водоупорных олигоцен-миоценовых, в других — на эоценовых образованиях.

Питание и пополнение запасов вод описанных отложений происходит при инфильтрации атмосферных осадков. Покрываемые водопроницаемыми эоловыми песками, породы впитывают большую часть атмосферных осадков, выпадающих в виде дождя и снега. Немаловажное значение имеет искусственное питание путем магазинирования в колодцах дождевых вод (наливные колодцы). В долинах рек происходит подпитывание из водоносного аллювия. Глубина залегания зеркала грунтовых вод колеблется от 1—3 до 30—60 м и более (табл. 6).

По качеству воды различные — от пресных до солоноватых, соленых и даже горько-соленых; плотный остаток меняется от десятых долей до 50 г/л. Распространены преимущественно солоноватые и соленые, значительно меньше — пресные, что объясняется сильной загипсованностью пород, плохими условиями питания и дренажа.

Расходы колодцев не превышают 0,1—1,0 л/сек. Большая мощность водоносных пород (иногда более 50 м) и их широкое развитие позволяют предполагать значительные объемные запасы подземных грунтовых вод.

В Юго-Восточно-Приаральском и Северо-Кызылкумском артезианских бассейнах водоупорные олигоцен-миоценовые глины отсут-

Артезиан- ские бассейны	Водосодержа- щие породы	Мощ- ность, м	Глубина залегания, м		Производи- тельность подопунктов, л/сек	Годы исследований	Темпера- тура воды, °C
			кровли	пьезометриче- ского или ста- тического уровня			
Юго-Вос- точно- Приа- раль- ский	Песок, песчаник	до 30	5—10	2,2—34,5	0,16	1947—1951	—
				28,1	—	1954	—
				19,5—31,0	0,1	1952—1954	—
				12,0—38,9	0,06—0,4	1951—1957	—
				0,6—34,2	0,01—0,1	1951	—
				10,9—8,8	0,01—0,4	1952—1957	16—21
Северо- Кызыл- кумский	То же	до 50	30—60	97,6—25,8	0,0003—0,5	1948—1957	16—19
				200—88,9	0,03—0,9	1948—1957	15—22
				131,2—12,7	0,1—1,3	1941—1957	20—21
				6,4—131,2	0,004—0,1	1952—1957	20
Базау- байский	Песок, су- песь, сугли- нок с про- слойками песка и песчаника			17,6—33,0	0,05—0,1	1951—1958	—
				3,0—38,5	0,05—0,6	1958	—
				19,4—27,6	0,2	1938—1950	—
Тубелек- ский (Бешбу- лак- ский)	Переслаива- ние песка, супеси, глины и песчаника	до 30	20—30	23,7	0,13	1950	—
				17,6—29,3	0,06—1,15	1938—1950	—
				15,6—41,4	0,1—0,4	1941—1958	—
				27,3	0,2	1950	—

Общая жесткость мг/экв	Формулы воды (цифры — пределы колебаний)	Повторяемость данной формулы	Характерные коэффициенты		Гидродинамические зоны
			Na	SO ₄	
			Cl	Cl	
3,5	$M_{0,6-0,7} \frac{HCO_3 50-60 SO_4 30-40}{Na 60-70 Mg 20}$	2	—	—	От свободного стока до застойного режима
5,7	$M_{0,3-1,7} \frac{HCO_3 50-60 Cl 10-30 Mg 10}{Na 60-90 Ca 10-20}$	9	7,7—3,0	—	
9,9—12,0	$M_{1,4-6,6} \frac{SO_4 40-50 Cl 20-50}{Na 30-80 Ca 30-40 Mg 10-20}$	1	1,5—1,6	1,8—1,9	
3,9—7,4	$M_{1,3-2,9} \frac{Cl 50-60 HCO_3 20-40 SO_4 10-20}{Na 70-80 Ca 10-20 Mg 10-20}$	5	1,3—1,4	0,3	
3,0—218,5	$M_{1,1-53,9} \frac{Cl 40-80 SO_4 10-50 HCO_3 10-20}{Na 50-80}$	39	1,4—1,0	0,4—0,5	
0,1—23,0	$M_{0,4-0,9} \frac{HCO_3 40-70 SO_4 20-40 Cl 10-30}{Na 40-90 Ca 10-30 Mg 10-30}$	24	3,0—2,6	1,0—1,3	Свободного стока
1,9—10,0	$M_{0,4-1,5} \frac{HCO_3 40-80 Cl 10-40 SO_4 10-30}{Na 30-90 Ca 10-90 Mg 30-60}$	13	2,1—2,4	0,9—0,9	
0,7—53,0	$M_{0,5-3,1} \frac{SO_4 40-70 HCO_3 20-40 Cl 10-20}{Na 30-80 Ca 10-70 Mg 10-30}$	11	2,6—3,0	3,8—2,4	
20,0—80,0	$M_{0,7-3,9} \frac{SO_4 50-90 Cl 10-40 HCO_3 10-30}{Na 30-90 Cl 20-70 Mg 10-30}$	29	2,0—2,3	2,0—2,2	
0,3—13,0	$M_{0,7-10,0} \frac{Cl 40-70 HCO_3 20-40 SO_4 20-30}{Na 70-90 Ca 10-60 Mg 10-50}$	9	1,6—1,3	0,5—0,4	Затрудненного стока
20—192,0	$M_{3,0-70,0} \frac{Cl 50-90 SO_4 20-50 HCO_3 10-20}{Na 20-90 Mg 10-30 Ca 10-20}$	46	0,5—1,0	0,4—0,5	
2,0—53,0	$M_{1,0-3,0} \frac{Cl 50-60 HCO_3 20-40 SO_4 20-30}{Na 80-90 Mg 10 Ca 10}$	7	2,0—1,4	0,4—0,5	
1,0—50,0	$M_{1,7-32,9} \frac{Cl 50-80 SO_4 20-50 HCO_3 15}{Na 70-90 (Ca, Mg) 10-20}$	22	1,3—1,2	0,4—0,6	
1,4—2,0	$M_{0,3-0,5} \frac{HCO_3 40-60 SO_4 30-40}{Na 50-80 Ca 10-30}$	4	—	—	От свободного стока до застойного режима
3,1	$M_{0,7} \frac{SO_4 50 HCO_3 20}{Na 70 Ca 20}$	1	—	—	
4,0—20,0	$M_{0,9-2,3} \frac{SO_4 50-70 Cl 10-50}{Na 20-80 Ca 20-40 Mg 15}$	8	1,0—1,7	3,0—1,7	
6,8—38,0	$M_{3,3-4,9} \frac{SO_4 50-70 Cl 30-50}{Na 50-90 Ca 10-30}$	6	2,0—1,9	2,0—1,5	Свободного стока
8,4	$M_{1,1} \frac{Cl 70 SO_4 30}{Na 50 Mg 30}$	1	0,7	0,5	

Артезианские бассейны	Водосодержащие породы	Мощность, м	Глубина залегания, м		Производительность водопунктов, л/сек	Годы исследований	Температура воды, °С
			кровли	пьезометрического или статического уровня			
Восточно-Кызылкумский	Песок с прослойками песчаника; песок, песчаник; песчаник с прослойками песка	до 50	10—30	19,2—37,0	0,08—0,3	1941—1951	—
				15,0—33,4	0,2—0,3	1941—1950	—
				29,1—39,5	0,1—0,09	1950—1957	—
				17,9—52,3	0,05—0,2	1938—1950	—
				20,2—29,3	0,09—0,1	1950	—
				15,8—48,1	0,03—0,2	1941—1955	—
Канимехский (Карагадинский)	Песчаник	до 40	30—60	38—55	—	1940	18—20
				30,7	0,006	1941	20
Кульдзуктинский	Песок, песчаник, конгломерат, мергель, супесь	до 30	10—30	6,2	0,01	1949	—
				9,2—55,8	0,02—0,4	1948—1956	—
				10,5—38,8	0,2—0,5	1948—1958	—
Аякагитминский	Песчаник	до 30	10—30	75,0	—	—	15
				23,5—170,0	—	1959	—
					—	1960	—

ствуют и плиоценовые отложения вместе с подстилающими сумсарскими образуют единую водоносную толщу. В Юго-Восточно-Приаральском артезианском бассейне эта толща водоносна только в глубокой части синклинального прогиба, которая прижата к южной окраине бассейна. С юго-востока, юга и юго-запада она не водоносна, сдренирована, а по северной окраине выклинивается благодаря вздыманию водупорного ложа.

Предполагаемая мощность водоносной толщи не превышает 30 м. Глубина залегания зеркала грунтовых вод — от 8,7 до 40,4 м; минерализация в большинстве случаев находится в пределах 3—15 г/л;

Общая жесткость, мг/экв	Формулы воды (цифры—пределы колебаний)	Повторяемость данной формулы	Характерные коэффициенты		Гидродинамические зоны
			Na	SO ₄	
			Cl	Cl	
1,3—32,4	$M_{0,5-1,3} \frac{HCO_3 40-50 SO_4 30-40 Cl 30}{Na 30-90 Ca 30-40 Mg 10-40}$	9	1,1	0,9	От свободного до затрудненного стока
3,5—16,5	$M_{0,3-3,8} \frac{HCO_3 40-80 Cl 20-40}{Na 30-90 Ca 30-50 Mg 10-50}$	11	1,6—2,3	—	
5,5—13,8	$M_{0,5-1,1} \frac{SO_4 40-70 HCO_3 20-30 Cl 10-30}{Ca 30-60 Mg 20-30 Na 10-50}$	3	0,6—1,5	3,1—2,0	
0,5—38,5	$M_{0,4-4,5} \frac{SO_4 30-60 Cl 20-40 HCO_3 30}{Na 30-90 Ca 30-60 Mg 10-30}$	9	1,9—2,3	2,5—1,6	
5,3—17,0	$M_{0,5-1,0} \frac{Cl 40-60 HCO_3 20-40}{Ca 30-40 Na 30-40 Mg 30-40}$	3	0,8—0,6	—	
11,4—165,2	$M_{0,7-3,7} \frac{Cl 40-70 SO_4 30-40}{Ca 25-40 Na 30-70 Mg 20-40}$	6	0,7—0,9	0,6—0,6	
48,8—117,8	$M_{5,9} \frac{SO_4 50 Cl 50}{Ca 40 Na 40}$	1	0,8	1,2	Затрудненного стока
83,9	$M_{4,8} \frac{Cl 70 SO_4 30 HCO_3 \text{ до } 10}{Na 70 Mg 20 Ca 15}$	1	1,0	0,5	
6,1	$M_{0,5-1,6} \frac{SO_4 40-60 HCO_3 20-40}{Na 80 Ca 20}$	1	—	—	
12,3—16,9	$M_{2,04-16,8} \frac{SO_4 40-80 Cl 10-50}{Na 30-70 Mg 20-50 Ca 20-40}$	34	2,4—1,4	4,0—1,7	От свободного до затрудненного стока
13,1—219,6	$M_{1,2-32,3} \frac{Cl 40-90 SO_4 30-50 HCO_3 90-10}{Na 40-70 Mg 20-60 Ca 10-30}$	9	0,9—0,7	0,7—0,5	
5,1—7,1	$M_{0,4-1,1} \frac{SO_4 40-60 HCO_3 30-40 Cl 10-15}{Na 30-60 Ca 20-50}$	2	3,2—4,0	4,6—4,0	
15,5	$M_{2,1} \frac{Cl 70 SO_4 30 HCO_3 10}{Na 60 Ca 20 Mg 20}$	1	1,0	0,3	
9,6—75,0	$M_{1,6-13,5} \frac{SO_4 50-70 Cl 10-40 HCO_3 5}{Na 30-70 Ca 20-50 Mg 10-40}$	4	3,6—1,6	5,7—1,6	

по солевому составу воды сульфатно-хлоридные натриевые, на втором месте после натрия стоит кальций, а затем магний; отмечаются воды с минерализацией 0,7—3 г/л (преимущественно сульфатно-гидрокарбонатные и хлоридно-гидрокарбонатные). Столб воды в колодцах с пресной водой не более 0,5 м, расходы едва достигают 0,1 л/сек. Эта водоносная толща более широко развита в пределах Северо-Кызылкумского артезианского бассейна, где много линз пресных грунтовых вод.

В юго-восточной части, по-видимому, пресные воды имеют сплошное зеркало. По составу они преимущественно сульфатно-гидро-

карбонатные или хлоридно-гидрокарбонатные натриевые, на втором месте в ряду катионов стоит кальций, реже магний. Зона высокоминерализованных вод (до 70 г/л сульфатно-хлоридного состава) наблюдается здесь в северо-западной части бассейна в связи с подпором, образующимся выходящим почти на поверхность водоупором (глин палеогенового возраста).

В Базаубайском бассейне водоносные плиоценовые породы распространены ограниченно. Воды здесь сильно минерализованы (3—33 г/л). Возрастание минерализации отмечено с юго-востока на северо-запад, где, очевидно, наблюдаются относительно застойные условия режима грунтовых вод.

Линзы пресных вод находятся в юго-восточной части площади. Минерализация их 1—3 г/л, воды гидрокарбонатно-хлоридные и сульфатно-хлоридные натриевые. Производительность колодцев колеблется от 0,05 до 0,6 л/сек.

В Тубелекском бассейне, несомненно, существует сплошное зеркало грунтовых вод (минерализованных от 3 до 33 г/л) хлоридно-сульфатных и натриевых. Существуют также линзы пресных вод с минерализацией 0,4—0,9 г/л, по составу сульфатно- или хлоридно-гидрокарбонатных, залегающих на соленых водах. Выделяется полоса переходных вод по минерализации (1—2 г/л) и составу гидрокарбонатно-сульфатных и хлоридно-гидрокарбонатных. Характерно, что колодцы с пресными водами расположены в центральных частях бассейнов и приурочены к такырным площадкам, которые являются водосборами для наливных колодцев.

Зеркало грунтовых вод, по данным замеров в колодцах, залегает на глубине 15—30 м, столб воды едва превышает 1—1,5 м, дебиты 0,2 л/сек.

В Восточно-Кызылкумском артезианском бассейне плиоценовая водоносная свита занимает центральную часть его и содержит воды с минерализацией от 0,5 до 1,5 г/л, в краевых частях бассейна — 3,7—5,0 г/л. Воды в основном хлоридно- и сульфатно-гидрокарбонатные натриевые. Нередко в них преобладает кальций или магний. Мощность пресных вод, разведанная двумя скважинами, достигает 60—65 м (?). Столбы воды в колодцах не более 0,5—1,0 м, расходы колеблются от 0,1 до 0,5 л/сек.

От горных массивов район распространения линз пресных вод отделен полосой, где нижележащие слои и пласты водоносны, а плиоценовые породы безводны (сдренированы).

Плиоценовые отложения в пределах Карагатинского (Канимехского) бассейна водоносны на ограниченной площади, приуроченной к наиболее глубокой части мульды. Мощность водоносной толщи 30—50 м. Минерализация вод меняется от 4,9 до 5,9 г/л. По составу они хлоридно-сульфатные или сульфатно-хлоридные натриевые. Удельные расходы скважин не превышают 0,006 л/сек.

Плиоценовые образования в Аякагитминском и Кульджуктинском артезианских бассейнах также водоносны; в пределах первого встречается выклинивающийся к периферии слабосточный бассейн грунтовых вод. Его формирование тесно связано с формированием грунтовых вод Бухарского и Кермениянского оазисов, откуда поступает подземный сток из четвертичных отложений. Мощность водоносной плиоценовой свиты до 30 м. Минерализация изменяется от 1,6 до 5—12,5 г/л. Воды в основном хлоридно-сульфатные натриевые. Расходы отдельных колодцев 0,1—0,5 л/сек. Зеркало грунтовых вод здесь залегает на глубине 6,2—70,0 м, увеличивающейся к перифе-

рин бассейна. Выходы их на поверхность в виде нисходящих родников и мочажин отмечены только по оврагам южного борта Аякагитминской впадины в районе кол. Юзбала. На западе и юго-западе сток регулируется, вероятно, погружением в нижележащие олигоценовые образования.

Грунтовые воды плиоценовых отложений распространены на значительных площадях и широко применяются для водоснабжения пастбищ. На территории песчаных массивов они вскрываются многочисленными колодцами.

Группа пород с напорными водами

В палеогеновых отложениях к водоносным относятся сумсарские, эоценовые и палеоценовые пески, песчаники и известняки, водоупорами между которыми служит пачка глин и мергелей.

Водоносные олигоценовые, сумсарские слои, представленные пестроцветными песками, песчаниками и песчанистыми глинами, отличаются невыдержанностью слоев и частой перемежаемостью в вертикальном разрезе. На поверхность выходят в виде узких полос, оконтуривающих синклинальные прогибы.

Различная водопроницаемость пород и присутствие прослоев глин обуславливают наличие в олигоценовых отложениях нескольких водоносных слоев, по-видимому, гидравлически связанных друг с другом.

Залегая между двумя мощными водоупорами — эоценовыми внизу и олигоцен-миоценовыми глинами вверху — сумсарские слои мощностью от 10 до 55 м содержат напорные воды.

Глубина залегания водоносных слоев колеблется от 3—5 до 60—170 и 220 м, возрастая по направлению к центральным частям синклиналей и уменьшаясь к их крыльям. Также изменяется и величина напора вод, возрастая до 150 м и более.

Современные области питания водоносных слоев — это небольшие по площади выходы их на поверхность. Источниками питания служат атмосферные осадки, а также инфильтрационные воды временных поверхностных водотоков. Пополнение запасов вод олигоценовых образований из-за небольших площадей и незначительных источников питания очень невелико и происходит преимущественно в осенне-зимний и весенний периоды, во время наибольшего выпадения атмосферных осадков.

Воды с минерализацией 1—5 г/л приурочены к краевым частям синклинальных структур; по направлению к центральным частям и в зонах выклинивания подземных вод минерализация их возрастает до 5—10 г/л и более (табл. 7). По солевому комплексу воды сульфатно-хлоридные, сульфатно- или хлоридно-гидрокарбонатные, реже хлоридные, во всех случаях натриевые с повышенным содержанием кальция или магния.

В пределах Мынбулакского бассейна водосодержащие слои представлены мелкозернистыми, слабо сцементированными песчаниками, часто перемежающимися с тонкими прослоями глин, мощность которых достигает 5—10 м, а водоупорной кровли (глины олигоцен-миоценового возраста) — от 20—35 до 100 м. Они распространены главным образом в центральной части синклинали к востоку от Мынбулакской впадины. Глубина залегания водоносных слоев здесь достигает 160—180 м. Зонами питания можно считать юго-восточное и северо-восточное крылья Мынбулакской синклинали. Северное и северо-западное крылья этой складки мы рассматриваем как зону

Данные о подземных водах олиго

Артезианские бассейны	Водосодержащие породы	Мощность, м	Глубина залегания, м		Производительность водопункта, л/сек	Годы исследований	Температура воды, °С
			кровли	пьезометрического или статического уровня			
Базаубайский	Песчаники, пески тонкопластующиеся с глинами			4,0—12,9	0,2	1948—1951	—
			0—100,0	12,5—14,6	—	1950—1951	—
				8,8	0,06	1952	—
Мынбулакский	Мелкозернистые слабосцементированные песчаники			2,1—3,6	—	1950—1956	17
Тубелекский	Песок, песчаник, гравелит			16,8	—	1950	16
				47,1	—	1950	
				28,5—36,0	—	1950	
				17,6—36,6	—	1950	
Кызылкакский	Переслаивание песка, глины и песчаника	30—55	30—140		0,007	1951	—
				34,0—57,5	0,2	1941	
Восточно-Кызылкумский	Песок глинистый, песчаник	10—30	2,85—29,0	24,8—44,3	0,05	1950	—
Укузкакский	Мелкозернистый песчаник			12,1	—	1958	17
Канимехский	Песчаник			11,5—85,3	0,01—0,25	1941—1958	20—25
				8,15	—	1951	—
				4,3—29,3	0,12	1951	—
Кульджуктинский	То же			5,5—6,4	0,02	1951	—
				3,5	—	1951	—
				2,75—26,0	0,06—0,5	1949—1951	16,20

ценовых сумсарских слоев

Общая жесткость, мг/экв	Формулы воды (цифры-пределы колебаний)	Повторяемость данной формулы	Характерные коэффициенты		Гидродинамические зоны
			Na Cl	SO ₄ Cl	
2,6—15,9	$M_{0,4-0,9} \frac{HCO_3 40-70 SO_4 10-40 Cl 10}{Na 20-40 Ca 20-80 Mg 10-20}$	4	2,0	1,0	Активно-го водообмена
6,3—15,9	$M_{0,5-0,6} \frac{HCO_3 30-80 Cl 10-20 SO_4 10}{Na 20-40 Ca 20-40}$	3	2,0—2,0	0,5—0,6	
9,9	$M_{1,1-2,4} \frac{Cl 40-60 SO_4 20-30}{Na 70-85 Ca 10-20}$	2	1,4—1,5	0,6—0,5	
38,3—86,7	$M_{9,8-23,5} \frac{Cl 70-80 SO_4 20-40}{Na 80 Mg 15 Ca 12}$	2	1,2—1,0	0,4—0,4	
5,22	$M_{0,6} \frac{HCO_3 40 Cl 40}{Mg 40 Ca 40}$	1	—	—	Активно-го водообмена
2,7	$M_{1,1} \frac{SO_4 40 HCO_3 40}{Na 80 Ca 10}$	1	—	—	
3,41	$M_{0,7-3,0} \frac{SO_4 70-80 Cl 10-80}{Na 20-60 Ca 10-30}$	2	1,5—2,0	1,0—8,0	
26,6—35,8	$M_{4,7-6,8} \frac{SO_4 70-80 Cl 20-30}{Na 50-60 Ca 10-30}$	3	2,4—3,4	2,7—4,7	
6,9—19,3	$M_{2,1} \frac{Cl 50 SO_4 40}{Na 80 Ca 10}$	1	1,6	0,9	Напорного стока
—	$M_{4,3} \frac{Cl 60 SO_4 40}{Na 70 Ca 20}$	1	1,1	0,6	
12,8—38,5	$M_{1,7-5,3} \frac{SO_4 50-60 Cl 30-40}{Na 40-60 Ca 25-30}$	7	1,1—1,6	1,6—1,6	Дренажные
32,1	$M_{5,74} \frac{SO_4 50 Cl 40 HCO_3 \text{ до } 10}{Na 70 Ca 30 Mg 10}$	1	1,4	1,1	
6,0—101,7	$M_{1,97-8,8} \frac{Cl 50-60 SO_4 40-50 HCO_3 \text{ до } 10}{Na 60-80 Ca 10-20 Mg \text{ до } 10}$	3	1,23—1,4	0,7—0,7	
3,52	$M_{0,6} \frac{HCO_3^- 0 SO_4 30}{Na 60 Mg 30}$	1	—	—	
1,8—26,7	$M_{0,6-3,1} \frac{HCO_3 50-60 SO_4 30 Cl 20-30}{Na 50-80 Mg 20-50 Ca 10-50}$	4	2,5—2,4	1,4	От активного водообмена до затрудненного стока
6,5—23,3	$M_{1,0-5,2} \frac{SO_4 40-70 Cl 20-30}{Na 50-70 Mg 20 Ca 15-30}$	3	2,6—2,2	2,3—2,3	
10,7	$M_{1,7-3,0} \frac{Cl 40-50 HCO_3 20-30}{Na 60 Mg 20-30}$	3	1,3—1,2	—	
6,3—62,3	$M_{2,4-15,0} \frac{Cl 40-65 SO_4 20-40 HCO_3 \text{ до } 10}{Na 50-90 Mg 10-30 Ca 10-20}$	13	1,1—1,4	0,6—0,6	

разгрузки подземных вод, выклинивание которых происходит по дну Кулантайской впадины, где имеется один колодец (Кулантай), вскрывающий подземные воды на глубине 5,4 м, столб воды в колодце колеблется от 0,5 до 1 м. Скважиной, расположенной на юго-восточном крыле, водоносные слои вскрыты на глубине 34,0 м.

Воды сумсарских слоев для рассматриваемого бассейна соленые (10—25 г/л), хлоридные натриевые. По формуле химического состава они близки к седиментационным водам, соотношение $\frac{rNa}{rCl}$ составляет 1,04 и указывает на слабое изменение этих вод в связи с современными условиями питания и дренирования. Коэффициент фильтрации пород, определенный по данным опытных откачек, не превышает 3 м/сут.

В Базаубайском артезианском бассейне водосодержащие сумсарские слои вскрываются десятью колодцами в юго-восточной части, где они обнажаются на поверхность и не перекрыты водоупором (глинами олигоцен-миоценового возраста). С поверхности эти отложения покрыты золовыми песками (часто незакрепленными), которые по-видимому, создают благоприятные условия для питания водоносных слоев, вследствие чего понижается степень минерализации подземных вод (0,4—2,4 г/л).

По солевому составу воды сульфатно- или хлоридно-гидрокарбонатные; содержание гидрокарбонатного иона достигает 78%. В катионном составе преобладает ион натрия, а затем — кальция. Воды с минерализацией более 1 г/л (при том же катионном составе) — сульфатно-хлоридные. Глубина залегания подземных вод 4,0—15,0 м. Расходы колодцем не превышают 0,1—0,5 л/сек.

Почти в аналогичных условиях вскрываются водоносные слои в пределах Тубелекского бассейна, где минерализация изменяется от 0,6 до 6,8 г/л. По составу воды хлоридно-сульфатные или сульфатно-хлоридные натриевые, и только одним кол. Джимыза вскрыты хлоридно-гидрокарбонатные воды.

В Кызылкакском бассейне водоносные сумсарские образования вскрыты всего в двух точках: скважиной на глубине 140 м и колодцем на глубине 34—35 м. Мощность водоносных слоев, вскрытых скважиной, достигает 57,5 м. Дебиты водопунктов не превышают 0,007—0,2 л/сек. Минерализация 2,2—4,3 г/л; воды сульфатно-хлоридные.

В пределах Восточно-Кызылкумского артезианского бассейна водоносные сумсарские слои залегают первыми от поверхности в окраинной полосе песчаной равнины, прилегающей к предгорным равнинам Сангрунтау. Подземные воды вскрываются здесь на глубинах 25—44,0 м; мощность водоносных слоев колеблется от 10,0 до 30,0 м. Дебиты колодцев не превышают 0,1 л/сек. Общая минерализация вод 1,7—5,3 г/л; по составу они хлоридно-сульфатные натриевые или кальциевые.

В Укузкакском бассейне водоносность сумсарских отложений фиксируется группой колодцев Мунчукур, расположенных в зоне выклинивания (дренирования) этих слоев. Водоносные слои вскрываются колодцами на глубине 12,1 м. Минерализация хлоридно-сульфатных натриевых вод достигает 5,7 г/л.

В пределах Карагатинского (Канимехского) бассейна мощность водоносных сумсарских слоев, вскрываемых колодцами и скважинами, колеблется от 11,7 до 47,4 м. В центральной части мульды породы содержат напорные воды (величина напора 6,6—113,0 м). Удельные

дебиты субартезианских скважин варьируют от 0,01 до 0,25 л/сек. Величина минерализации 1,9—8,8 г/л, преобладают сульфатно-хлоридные воды; к северо-востоку, к зоне выклинивания слоев, минерализация повышается. Воды сумсарских слоев, вскрываемые на глубине 100 м, теплые (20,5—25°). Значение геотермической ступени—20,0—23,0 м (табл. 8).

Довольно широко распространены водоносные сумсарские слои в Кульджуктинском, Калаатинском и Аякагитминском бассейнах. Для западных частей Калаатинского и Кульджуктинского бассейнов глубина залегания водоносных слоев, вскрытых колодцами, —3,5—29,4 м. Производительность водопунктов не превышает 0,5 л/сек. Здесь, по-видимому, наблюдаются те же условия, что и в Базаубайском бассейне — пресные воды вскрываются с минерализацией 0,6—1,1 г/л. Часто они сульфатно-гидрокарбонатные, кальциево-натриевые. Воды с большей минерализацией (1—16,0 г/л) — сульфатно-хлоридные, гидрокарбонатно-хлоридные, по катионному составу магниево-натриевые.

Таблица 8

Геотермические данные

Скважина опробования	Глубина замера температуры	Дата замера	Температура на глубине, С°	Геотермичес- кая ступень, М/1°С	Геотермичес- кий градиент, °С/100 м
В южной части бассейна	91,9—105,3	10.IV 1941	20,5	23,0	4,2
В юго-восточной	125,2—231,2	1941	23,2	20,0	5,0
В центральной	168,5—216,8	11.IV 1942	25		

В разрезе верхнеэоценовых отложений почти повсеместно выделяется водоносный пласт мелкозернистого, кварцево-слюдистого, тонко- и мелкозернистого песка или слабосцементированного песчаника мощностью 10—20,0 м, залегающих среди толщи верхнеэоценовых глин (табл. 9).

Водоносный пласт разведан только в пределах Канмехского (Карагатинского) бассейна, где он вскрывается скважинами на глубинах 157,0—170,0 м и обладает значительным (до 170 м) напором. Некоторые скважины дают самоизливающиеся воды с расходом 10—15 л/сек. Удельные дебиты их колеблются от 0,02 до 0,5 л/сек.

Минерализация вод описываемого пласта — от 3—4 до 8 г/л. Здесь выделяется зона опресненных вод с минерализацией 1,9—2,6 г/л, протягивающаяся к западу от кол. Машикудук. Воды по составу сульфатно-хлоридные, реже хлоридно-сульфатные натриевые; второе место после ионов натрия занимают почти в одинаковой повторяемости то кальций, то магний (10—20 экв %).

В Кульджуктинском бассейне минерализация вод описываемого пласта более высокая. Здесь содержание плотного остатка изменяется от 7,3 до 36,9 г/л. По солевому составу воды также сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые с повышенным содержанием кальция и магния.

Температура подземных вод 18—33°. Геотермическая ступень с глубиной уменьшается от 24 до 14—15 м (табл. 10).

Этот водоносный пласт распространен и по другим артезианским бассейнам, где он недостаточно разведан (некоторые сведения о нем приведены в табл. 9).

Водоносные палеоценовые отложения, представленные известняками и известняковыми песчаниками, имеют самостоятельное значение только в пределах южной группы артезианских бассейнов; здесь они вскрываются неглубокими колодцами (10—15 м) или скважинами на глубине 200—300 м и более; расходы скважин при самоизливе не превышают 2 л/сек. По качеству воды соленые и горько-соленые с минерализацией 5—18 г/л, по составу сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые.

Данные о подземных водах

Артезианские бассейны	Водосодержащие породы	Коэффициент фильтрации, м/сут.	Глубина залегания, м		Напор, м	Производительность водопункта, л/сек		Годы исследований	Температура воды, °С
			кровли	пьезометрического или статического уровня		самоизлив, Q	откачки, q		
Северо-Восточно-Кызылкумский	Песчаник	—	74,5	62,2	7,2	—	—	1957	18
Тубелекский	"	—	20—30	20,6	0—10	—	—	—	18
Укузкакский	"	—	15—20	157	0—5	—	0,2	—	
Ташкуринский	"	—	5—25	5,0—23,0	0—2	—	0,1	—	18
Канимехский	Песок мелкозернистый, глаукотитовый	0,51	157—170	3,5—63,7	170,0	10—15	0,0—0,5	1939—1958	27—30
Кульджуктинский	Песчаник	—		1,0—58,0	—	—	0,01	1941—1958	18—25

Водоносные сенон-туронские, нижнетуронские, альбские, сеноманские и неоком-аптские слои выделяются в отложениях мелового возраста, представленных песками, песчаниками и глинами с отдельными прослоями известняков-ракушников и конгломератов. Водоупорами между слоями служат толща и пачки глин мощностью от 50 до 150 м альбско-сеноманского и нижнетуронского возрастов.

Водоносная толща сенон-туронских отложений широко распространена (рис. 9, 10). В ней наиболее полно выражены те гидродинамические зоны, о которых сказано выше. В зоне предгорий и предгорных равнин, оконтуривающих подножья горных возвышенностей, сенон-туронские образования обычно обнажаются на поверх-

ности, но, как правило, безводны (сдренированы). Вдоль южного склона Ауминзатау в нескольких точках были заданы разведочные скважины, вскрывшие безводную толщу верхнемеловых отложений и подстилающих их палеозойских пород. То же наблюдалось и на предгорьях и предгорных равнинах, примыкающих к Букантау.

Вслед за предгорными равнинами выделяется полоса, где в сенон-туронских отложениях формируются межпластовые, ненапорные воды, сменяющиеся зонами развития слабонапорных, а затем и высоконапорных вод.

Указанные гидродинамические условия для рассматриваемой водоносной толщи определяются ее современным структурным планом.

Таблица 9

эоценовых отложений

Общая жесткость, мг/л	Формулы воды (цифры — пределы колебаний)	Повторяемость данной формулы	Характерные коэффициенты		Гидродинамические зоны
			Na	SO ₄	
			Cl	Cl	
8,7	$M_{2,8} \frac{SO_4 60 Cl 40}{Na 80 Ca 10 - 20}$	1	2,0	1,5	—
280—45,7	$M_{2,5-12,6} \frac{Cl 60 - 70 SO_4 30 - 40 HCO_3 \text{ до } 10}{Na 80 Ca 10 - 20 Mg 10}$	2	1,4—1,2	0,5—0,6	—
25,3	$M_{4,5} \frac{SO_4 60 Cl 40 HCO_3 \text{ до } 10}{Na 70 Mg 20 Ca 10 - 20}$	1	1,2	0,7	—
17,3—17,7	$M_{4,39} \frac{Cl 50 - 60 SO_4 30 - 40 HCO_3 1 - 5}{Na 70 - 80 Mg 10 - 20 Ca 10}$	2	1,1	0,7	—
4,5—59,8	$M_{9,7} \frac{Cl 50 - 80 SO_4 10 - 40 HCO_3 5 - 10}{Na 50 - 90 Mg 10 - 20}$	11	0,8—0,5	0,2—0,5	От активного водообмена до затруднённого стока
22,8—83,7	$M_{7,3-36,9} \frac{Cl 60 - 70 SO_4 20 - 50}{Na 50 - 80 Mg 5 - 40 Ca 6 - 20}$	8	1,0—1,0	0,4—0,5	

Первая зона соответствует периклинальному погружению пластов пород от подножий палеозойских массивов в сторону равнин и высокому гипсометрическому положению пластов, вследствие чего они здесь безводны. Зона высоконапорных вод приурочена к наибольшему изгибу пластов пород, а зоны дренажа — ко впадинам.

В окраинных частях артезианских бассейнов (рис. 12) глубина залегания водоносной толщи колеблется от 100 до 200 м, а в центральных достигает 300—500 м и даже 700—1000 м (Аякагитминский и Кульджуктинский бассейны). Мощность водоносной толщи, в состав которой входят небольшие пропластки и пласты — 10, иногда 20 м водоупорных глин — 50—300 м.

Величины напоров подземных вод этой толщи изменяются от 100 до 800 м (табл. 11). По бессточным впадинам вскрываются высоконапорные артезианские воды с расходами скважин до 80 л/сек, пьезометрические уровни устанавливаются на 40—70 м выше поверхности земли (Мынбулакский и Канимехский бассейны). Здесь же обычно наблюдаются выходы восходящих родников: одни из них связаны с тектоническими разломами, другие с трещинами в толще палеогеновых глин. Последние приурочены к так называемым буграм — „чоколакам“, в основании которых выходит источник (Кушнар, 1939). Дебиты таких родников колеблются от десятых долей до 1—3 л/сек.

Водами восходящих родников питаются небольшие бессточные бассейны грунтовых вод в делювиальных отложениях, выполняющих днища впадин. Близкое залегание зеркала грунтовых вод к поверхности в условиях пустынного климата обуславливает интенсивную

Таблица 10

Геотермические данные

Скважина опробования	Глубина замера температуры, м	Дата замера	Температура, °C	Геотермическая ступень, М/1°C	Геотерм. гра- диент, °C/100 м
Карагатинский бассейн					
В краевой части	156—192	12. I 1953 г.	24		
	214,6—231,2	6. IV 1941 г.	27		
В центральной	273—290	11. X 1958 г.	33		
Южная группа бассейнов					
В краевой	176—202	8. IX 1953 г.	18	14,4	7,0
В центральной	314,2	30. V 1952 г.	25		

потерю их на испарение, вследствие чего минерализация грунтовых вод увеличивается до рассолов, а в слое почвы образуются солончаки. Минерализация подземных вод этой толщи по отдельным бассейнам изменчива и зависит от гидродинамических условий.

В пределах Юго-Востоchno Приаральского артезианского бассейна полосе, прилегающей к хр. Султан-Уиз-Даг и отрогам гор Букантау, свойственны в основном сульфатно-хлоридные натриевые воды с минерализацией 3—5 г/л.

Значительно меньшей минерализацией (от 1 до 3 г/л) характеризуются воды центральной части бассейна, вскрытые артезианскими скважинами. Интересно отметить, что по гипсометрическим уровням намечается сток подземных вод с юго-востока и юга на север и северо-запад, а степень минерализации вод повышается в обратном направлении. При этом наименьшая минерализация (1,6 г/л) отмечается в полосе, прилегающей к Аральскому морю, далее к югу, у Султан-Уиз-Дага она возрастает до 3 г/л и более. По составу воды хлоридные натриевые с повышенным (10—20 экв.%) содержанием кальция и магния, ближе к горным возвышенностям преобладают сульфатные натриевые воды. Изменение минерализации и состава вод, возможно, объясняется тем, что они формируются в блоках, разделенных разломами, играющими роль экрана (водоупора).

В районе Нукуса, где верхнемеловые отложения выходят на поверхность и, вероятно, питаются инфильтрационными водами каналов и Амударьи, минерализация гидрокарбонатных подземных вод рассматриваемой толщи уменьшается до 0,5 г/л. В Северо-Кызылкумском (Акбайталыском) бассейне, в полосе, прилегающей к горным возвышенностям Джетымтау и Тактыныктау (зона безнапорных вод), минерализация составляет 3—5 г/л. Воды хлоридно-сульфатные или

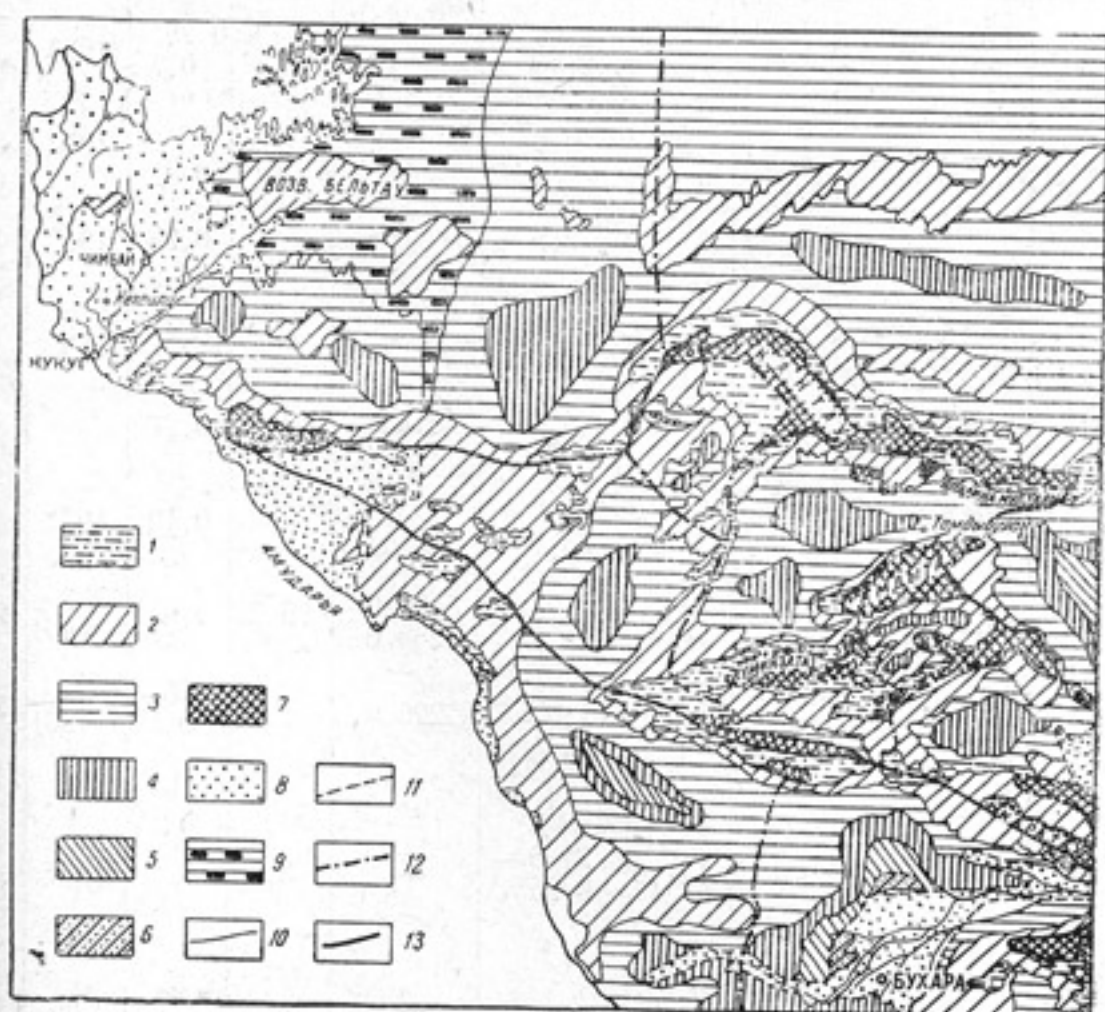


Рис. 12. Схематическая карта глубин залегания водоносной сенон-туронской толщи.

Бассейны артезианских вод с глубиной залегания кровли сенон-туронских отложений (в м): 1—более 0 (выходы на поверхность); 2—от 0 до 200; 3—от 200 до 400; 4—от 400 до 500; 5—от 600 до 800; 6—от 800 до 1000; 7—гидрогеологические массивы (горные районы) с трещинными и трещинно-карстовыми водами в породах палеозойского возраста; 8—районы потоков грунтовых вод в рыхлых аллювиальных, аллювиально-пролювиальных, четвертичных и палеогеновых отложениях; 9—то же, но спорадического распространения. Границы между: 10—разными глубинами; 11—районами грунтовых вод; 12—бассейнами и массивами; 13—регионами.

сульфатно-хлоридные натриевые с повышенным содержанием магния, иногда достигающим 10—17 экв. %. Другие гидродинамические зоны водоносных сенон-туронских отложений в этих бассейнах не вскрыты.

Общая минерализация подземных вод рассматриваемых образований колеблется от 0,9 до 6,8 г/л. Пресные воды с минерализацией до 1 г/л приурочиваются к Таскудукской антиклинали, расположенной на юго-западном погружении гор Букантау. По характеру минерализации воды здесь сульфатно-гидрокарбонатные и хлоридные с заметным содержанием иона гидрокарбонатов; по катионному составу натриевые, затем кальциевые, иногда магниевые. Водопроницаемые пески и песчаники сенон-туронской толщи обнажаются непосред-

Данные о подземных водах

Артезианские бассейны	Водосодержащие породы	Коэф. фильтрации, м/сут	Глубина залегания, м		Напор, м	Производительность водопункта, л/сек		Годы исследований	Температура воды, °С
			кровли	пьезом. или статич. уровня		самоизлив, Q	откачки, q		
Юго-Востоchno-Приаральский	Песчаник, песок	—	—	1,66—2,45	—	—	0,25—0,7	1953	—
	Песчаник	—	—	2,0	—	—	—	1953	—
	•	—	—	3,7	—	—	0,93	1953	—
	Песчаник, песок	—	15,92	—	—	—	0,4	1947—1951	—
	•	—	—	25,2	—	—	0,27	—	17
	Песок, песчаник	—	44—45	18,2—23,1	—	—	0,19	1951	—
	Песок	—	155—272	0,0—+14,1	155,0—286,0	25,7	1,9	1955—1961	27,5
	Песок, песчаник	—	3,6—24,2	1,85—+3,41	225,0	—	0,05—0,59	1951—1961	25,5
	•	—	121,0	24,6—+0,25	—	3,5	—	1957	—
	•	—	65,0	—	—	—	0,006—0,62	1957	19,0
Северо-Востоchno-Кызылкумский	Песчаник, песок	—	55,0	12,74—96,9	—	—	0,021—0,95	1957—1959	18,4
	Песок	—	40,0	—	—	3,6	—	1950	—
	Песчаник	—	—	22,48	—	—	0,8	1957	—
Мынбулакский	•	—	—	29,40—35,28	—	—	0,4—0,09	1957	18,0
	•	—	до 400	8,9—+34,4	до 400	7,0	0,08	1951—1958	38
	—	—	—	38,6	—	—	—	1950	—
	•	—	—	—	—	—	—	—	—

сенон-туронский отложений

Общая жесткость, мг/экв	Формулы воды (цифры — пределы колебаний)	Повторяемость данной формулы	Характерные коэффициенты		Гидродинамические зоны
			Na Cl	SO ₄ Cl	
1,3—1,7	$M_{0,5} \frac{HCO_3 35 - 50SO_4 20 - 30Cl 30}{Na 80Ca 10 - 20Mg \text{ до } 10}$	2	2,5	0,9	Питания водами р. Амур-дари
6,0	$M_{0,8} \frac{SO_4 30Cl 30HCO_3 30}{Na 40Ca 30Mg 30}$	1	1,3	1,0	
3,7	$M_{0,7} \frac{Cl 40HCO_3 30SO_4 30}{Na 60Mg 20Ca 20}$	1	1,5	0,6	
0,8—11,8	$M_{0,5-1,7} \frac{HCO_3 40 - 50SO_4 20 - 40Cl 20 - 30}{Na 60 - 90Ca 10 - 30}$	2	3,5	1,5	Слабонапорного стока
21—20	$M_{3,0} \frac{SO_4 70Cl 30}{Na 50Ca 20}$	1	2,0	2,4	
2,8—4,8	$M_{1,1-8,7} \frac{Cl 40 - 70SO_4 30 - 40HCO_3 20}{Na 70 - 90Ca 10 - 15Mg 10}$	2	1,6	0,7	
2,0—15,1	$M_{1,6-3,4} \frac{Cl 40 - 60SO_4 10 - 40HCO_3 10 - 30}{Na 50 - 90Mg \text{ до } 50Ca \text{ до } 50}$	11	1,5	1,0	Напорного стока
2,6—92,2	$M_{2,3-17,0} \frac{Cl 50 - 80SO_4 10 - 40HCO_3 10 - 30}{Na 30 - 90Ca 10 - 20Mg 10 - 20}$	13	1,1	0,4	Выклинивания вышележащих водоносных горизонтов
13,0—16,4	$M_{3,3-5,0} \frac{SO_4 70 - 80Cl 20HCO_3 - 15}{Na 30 - 60Ca 20 - 30Mg 15 - 30}$	2	3,0	4,5	Выклинивания вышележащих водоносных горизонтов
1,9—32	$M_{0,6} \frac{HCO_3 40 - 50SO_4 30 - 40Cl 20 - 40}{Na 70 - 80Ca 10 - 20Mg 10}$	2	2,3	1,2	Активного водообмена
6,7—15	$M_{0,9-1,7} \frac{SO_4 50 - 90Cl 20 - 30HCO_3 20 - 30}{Na 50 - 70Ca 20 - 30Mg 10 - 30}$	4	2,5	2,8	
24,1—30	$M_{3,2-4,6} \frac{Cl 50 - 70SO_4 30 - 50}{Na 60 - 70Ca 30}$	6	1,1	0,6	
	$M_{2,1-3,1} \frac{SO_4 80Cl 10 - 20}{Ca 50 - 80Na 20 - 40}$				Слабонапорного стока
12,3	$M_{2,5} \frac{Cl 50SO_4 45}{Na 70Ca 20Mg 10}$	1	1,5	1,0	
13,1—36,0	$M_{1,8-5,3} \frac{SO_4 50 - 60Cl 30 - 50HCO_3 10}{Na 50 - 60Ca 25 - 30Mg 10 - 20}$	4	1,4	1,4	
3,2—18,6	$M_{1,5-8,2} \frac{Cl 30 - 75SO_4 20 - 40HCO_3 10 - 15}{Na 50 - 90Ca 10 - 20Mg 10 - 15}$	24	1,3	0,5	Дренажирования
19,6	$M_{2,0} \frac{SO_4 50Cl 40}{(Na + K) 80}$	1	2,0	1,3	Контактов с палеозойскими отложениями

Артезианские бассейны	Водосодержащие породы	Кэф. фильтрации, м/сут	Глубина залегания, м		Напор, м	Производительность водопункта, л/сек		Годы исследований	Температура воды, °C
			кровли	пьезом. или статич. уровня		самоизлив, Q	откачки, q		
Мынбулакский	Песок, песчаник	—	10—400	0,4—+47,0	до 400,0	—	0,68—2,18	1950—1958	37,5
	Песчаник	—	—	11,7—45,3	—	—	0,6—0,04	1950—1958	19
Базаубайский	—	—	—	34,0	—	—	0,1	1948—1962	—
	Песок, песчаник	—	20—310	1,6—31,0 +6,0	до 400,0	—	0,07—0,9	1951—1962	18—32
	Песчаник	—	—	25,3 34,0	—	—	0,2—0,3	1948—1950	—
Тубелекский	—	—	—	17,0—388	—	—	0,2—0,5	1948—1950	17,5
	Песок, песчаник	—	120	1,8—27,4	80—90	—	0,03—0,5	1955—1958	20,8
	—	—	100,0	—	—	90,0	—	1955	30
	Песчаник	3—4	до 300	21,8 +5,0	—	—	1,1	1940—1958	18,6
	Гравий, песок, песчаник	—	60—400	до +30	до 450	62,0	0,55	1940—1961	45,0
Канимехский	Песчаник, песок	—	100—300	—	240	4,75	0,37	1957—1958	20
	Песчаник	—	90—420	+0,5—+33,0	до 420	3,0—90,0	—	1957—1962	—
	Песчаник	—	—	2,3—25,0	—	—	0,3—0,35	1948—1958	18
	Контакт верхнемеловых и палеозойских отложений	—	—	3,52	—	—	0,45	1940	—
Ташкуринский	—	—	144—200	23,0—12,4	120—80	—	0,004—0,01	1955—1957	—
Кызылкакский	Песчаник	—	279,0	3,0—22,5	260	—	0,04—0,3	1941—1957	—

Общая жесткость, мг/экв	Формулы воды (цифры — пределы колебаний)	Повторяемость данной формулы	Характерные коэффициенты		Гидродинамические зоны
			Na Cl	SO ₄ Cl	
1,8—29,6	$M_{1,2-5,8} \frac{Cl_{40}-70SO_4_{20}-40HCO_3_{10}-30}{Na_{70}-80Mg \text{ до } 15Ca_{10}-20}$	19	1,4	0,5	Напорного стока
6,5—26,5	$M_{1,8-3,9} \frac{SO_4_{60}Cl_{25}HCO_3_{15}-20}{Na_{60}-80Mg_{10}-30Ca_{15}}$	2	2,9	2,4	
2,3—38,9	$M_{1,2-2,3} \frac{Cl_{40}-50HCO_3_{40}SO_4_{20}}{Na_{70}-90Mg_{20}Ca_{10}}$	2	1,7	0,3	Дренирования
2,9—51,6	$M_{1,6-20,3} \frac{Cl_{40}-90SO_4_{10}-50HCO_3 \text{ до } 30}{Na_{70}-90Ca \text{ до } 10Mg \text{ до } 10}$	53	1,2	0,3	
8,6—132	$M_{1,3-1,7} \frac{HCO_3_{45}-50SO_4_{30}-50Cl \text{ до } 20}{Na_{35}-80Ca_{10}-3, Mg_{10}}$	2	3,5	2,5	Контактов с палеозойскими отложениями
32,0—33,8	$M_{2,2-3,4} \frac{SO_4_{50}-70Cl \text{ до } 50}{Na_{65}-80Ca_{10}-30}$	3	1,6	0,7	Дренирования
6,6—24,0	$M_{2,7-6,1} \frac{Cl_{40}-70SO_4_{40}HCO_3 \text{ до } 50}{Na_{70}-90Ca_{10}-20Mg \text{ до } 15}$	9	1,4	0,7	
12,01	$M_{1,1} \frac{Cl_{70}HCO_3_{20}}{Ca_{60}Na_{25}}$	1	0,3	—	
2,8—47,0	$M_{1,8-4,7} \frac{Cl_{40}-60SO_4_{30}-50HCO_3 \text{ до } 10}{Na_{60}-90 Ca \text{ до } 20-30Mg_{15}-20}$	6	1,4	0,7	Напорного стока
2,8—22,8	$M_{1,5-5,1} \frac{SO_4_{50}-60Cl_{30}-40HCO_3 \text{ до } 20}{Na_{30}-70Ca_{15}-40Mg_{15}-30}$	14	1,7	1,7	
12,9—34,1	$M_{2,7-3,7} \frac{Cl_{50}-70SO_4_{20}-40HCO_3_{10}}{Na_{20}-80Ca_{10}-70Mg_{15}-40}$	3	0,7	0,5	
6,42—41,0	$M_{0,5-4,3} \frac{SO_4_{40}-80Cl_{16}-50HCO_3 \text{ до } 5}{Na_{30}-70Ca_{20}-50Mg_{10}-30}$	25	0,8	2,0	
10,2—57,0	$M_{2,2-4,5} \frac{SO_4_{50}-65Cl_{30}-70HCO_3 \text{ до } 15}{Na_{30}-70Cl_{20}-74Mg \text{ до } 20}$	4	0,9	1,8	Контактов с палеозойскими отложениями
37,4	$M_{7,8} \frac{Cl_{60}SO_4_{40}-40}{Na_{65}Mg_{20}}$	1	1,1		Дренирования
23,5—29,7	$M_{3,5-4,1} \frac{Cl_{80}-90SO_4_{80}-90HCO_3_{10}}{Na_{50}-60Mg_{30}Ca_{30}-15}$	2	0,5	0,1	Напорного стока
12,0—20,4	$M_{2,7-4,3} \frac{Cl_{50}-55SO_4_{30}-40}{Na_{60}-80Mg_{15}-20}$	3	1,26	0,67	Напорного стока

Артезианские бассейны	Водосодержащие породы	Коэф. фильтрации, м/сут	Глубина залегания, м		Напор, м	Производительность водопункта, л/сек		Годы исследований	Температура воды, $^{\circ}\text{C}$
			кровли	пьезом. или статич. уровня		самоизлив, Q	откачки, q		
Кызылкакский	Песчаник		12,0	12,0	—	—	0,02	1941	—
	Песок, песчаник		43,5	43,5	—	—	0,04	1951	—
Укузакский	Песчаник		80—100	76—88	40—61		0,02—0,5	1951	—
	Песок, песчаник	—	94,5—362,0	1,5—103,0	100—200	—	0,1—0,6	1950—1962	—
Восточно-Кызылкумский	Песчаник	2,5	4,45—302	1,2—+26,4	200	3,3	0,005	1941—1961	17
	Песок, песчаник	3,5	8,20—31,0	8,2—31,4	—	—	0,04—0,2	1941—1951	—
	Песок	—	—	—	—	—	0,4	1950	—
Аякагитминский	—	—	—	—	—	—	0,05	—	19
	Песчаник	—	38,3—950	—	—	12,9	1,5	1958—1961	25—44
	Песок и песчаник	—	173,0—357	3,55	—	—	1,0—0,3	1955—1956	20
	Песчаник	—	11,2—442	39,8—+15	—	—	0,5—1,2	1958—1961	18
Калаатинский	Песчаник, известняк	—	233—468,0	4,5—+9,0	200—500,0	—	0,07—0,3	1962—1963	—
	Песок, песчаник	—	1,0	1,0—24,2	—	—	0,05—1,0	1948—1958	—
Кульджуктинский	—	—	23,2	23,5	—	—	0,21	1951	—
	—	—	1,5—26,9	1,5—26,9	—	—	—	1951	—
	Песчаник	4,2	0,0	0,8—2,0	—	—	0,1—0,2	1950—1958	—
	"	2,2—2,5	62,8—24,9	3,9—62,0	—	—	0,05—0,5	1951—1953	—
	Песок, песчаник	—	126—803,5	1,5—2,1	200—800	—	0,02—0,4	1953—1962	24—54

Общая жесткость, мг/экв	Формулы воды (цифры — пределы колебаний)	Повторяемость данной формулы	Характерные коэффициенты		Гидродинамические зоны
			Na Cl	SO ₄ Cl	
8,17	$M_{3,1} \frac{SO_4-60Cl30}{Na80Mg10}$	1	2,5	1,78	Контакта с палеозойскими отложениями
24,7	$M_{4,3} \frac{SO_450Cl45}{Na60Mg20}$	1	1,39	1,16	Напорного стока
—	$M_{4,2-6,1} \frac{Cl\ 0SO_4\ \text{до } 40}{Na70}$	2	1,4	0,8	Слабонапорного стока
13,1—39,5	$M_{4,2-8,6} \frac{Cl60SO_445HCO_3\ \text{до } 5}{Na80Mg\ \text{до } 30}$	6	1,1	0,7	
5,0—41,8	$M_{2,2-3,1} \frac{Cl60SO_440HCO_3\ \text{до } 5}{Na60-9Ca10-30Mg\ \text{до } 10}$	4	1,1—1,2	0,6	Напорного стока
26,6—100,7	$M_{3,1-4,3} \frac{SO_460-90Cl10-40}{Na30-60Ca25-60Mg-25}$	4	0,6	3,2	Слабонапорного стока
13,16	$M_{4,3} \frac{SO_460Cl40}{Na80Ca15}$	1	2,0	1,4	Слабонапорного стока
8,2	$M_{3,9} \frac{Cl80SO_415HCO_35}{Na\ \text{до } 2Mg8-10Ca\ \text{до } 10}$	1	1,1	0,2	Слабонапорного стока
7,3—16,7	$M_{1,8-3,6} \frac{SO_460-70Cl30-40HCO_3\ \text{до } 10}{Na65-80\ Mg20Ca\ \text{до } 15}$	4	2,2	2,0	
12,6—18,0	$M_{2,6-3,6} \frac{Cl50-60SO_420-50HCO_3\ \text{до } 5}{Na60-70Ca20-55Mg15-20}$	3	1,1	0,6	Дренаживания
11,2—20,6	$M_{1,5-3,3} \frac{SO_450-80Cl20-50HCO_3\ \text{до } 15}{Na60-75Ca\ \text{до } 26,0Mg\ \text{до } 20}$	10	1,0—1,1	1,8	
16,5—48,0	$M_{6,0-14,4} \frac{SO_450-80Cl\ \text{до } 50HCO_3\ \text{до } 5}{Na70-90Ca5-10Mg\ \text{до } 10}$	9	1,1—1,2	2,1	Напорного стока
—	$M_{9,7-14,1} \frac{SO_450-70Cl30-45}{Na60-80Ca10-20Mg10-20}$	6	1,7	1,5	Дренаживания
1,56	$M_{0,4} \frac{HCO_3-50SO_430Cl\ \text{до } 15}{Na70Ca15}$	1	5,1	2,3	Напорного стока
2,9—7,6	$M_{0,9-1,3} \frac{HCO_360-40Cl20-35}{Na70-80Mg10-20}$	2	2,7	—	
12,1—17,4	$M_{5,3-5,9} \frac{SO_460Cl30-40}{Na80-85Ca10Mg15}$	2	2,2	1,6	То же
9,9—26,7	$M_{1,0-5,7} \frac{Cl10-70SO_420-40HCO_310}{Na70-80Mg\ \text{до } 20}$	5	1,3	0,6	
4,4—36,5	$M_{2,8-10,8} \frac{SO_450-70Cl20-50HCO_3\ \text{до } 5}{Na60-90Ca\ \text{до } 23Mg20-30}$	19	1,1—1,2	1,8	.

Артезианские бассейны	Водосодержащие породы	Коэф. фильтрации, м/сут	Глубина залегания, м		Напор, м	Производительность водопункта, л/сек		Годы исследований	Температура воды, °С	
			кровли	пьезом. или статич. уровня		самоизлив, Q	откачки, q			
Бухаро-Каршинский	Район структуры Бузачи	Известняк, песчаник, песок	—	80—324,0	16,0—+4,9	до 300	—	0,2—0,3	1962—1963	—
	Впадина озера Денгизкуль	Известняк и ангидрит с песчаником, глина, переслаивающаяся с песком	—	305—454	—	200—400	7,2	0,3	1961	—
	Караузское поднятие	Песчаник	—	200,0	31,0	200	—	0,03	—	—
		—	—	24	—	—	3,0—4,0	—	—	25,2
	Структура Сарыташ-Джаркак	—	—	150	—	—	—	—	—	—
Структура Сателантепа	Переслаивание тонкозернистого песчаника, алевролитов и глин	—	81,7—800	—	—	—	—	1954—1955	—	

венно на поверхность или прикрыты эоловыми песками. Таким образом, на этом участке имеются условия не только для прямой инфильтрации атмосферных осадков, но, возможно, и для процессов конденсации атмосферной влаги в горных породах.

Подземные воды солоноватые с плотным остатком 1—3 г/л развиты в зоне ненапорных и слабонапорных вод на площадях, опоясывающих склон горных возвышенностей, а соленые с плотным остатком 3—5 г/л — в зоне напорных вод, занимающих основную площадь бассейна. При преобладании хлоридных вод отмечается повышенное содержание сульфатов, а иногда и гидрокарбонатов (участок Таскудукской антиклинали), в катионном составе кальция, иногда магний. Для центральной площади характерен хлоридный состав подземных вод. Выделяется участок с сильно солеными водами (плотный остаток от 5 до 8 г/л), расположенный между двумя линиями разломов: Баскаринским и Аксайским. Наличие этих разломов обуславливает образование зоны застойного режима подземных вод в контролируемом ими блоке. Она совпадает с расположением наиболее глубокой части Мынбулакской синклинали.

Общая жесткость, мг/экв	Формулы воды (цифры—пределы колебаний)	Повторяемость данной формулы	Характерные коэффициенты		Гидродинамические зоны
			$\frac{Na}{Cl}$	$\frac{SO_4}{Cl}$	
4,8—43,0	$M_{1,4-4,6} \frac{SO_4 20-40 Cl 15-22 HCO_3 \text{ до } 10}{Na 20-80 Ca \text{ до } 40 Mg \text{ до } 20}$	5	1,1—1,2	4,1	Напорного стока
40,7—41,9	$M_{2,6-7,3} \frac{SO_4 40-80 Cl 1-60 HCO_3 \text{ до } 10}{Na 90 Mg \text{ до } 50 Ca \text{ до } 50}$	2	1,04	1,8	
39,8—41,0	$M_{5,0-5,5} \frac{SO_4 50-60 Cl 30-40 HCO_3 \text{ до } 5}{Na 50 Ca 20-30 Mg 20-30}$	2	1,3	1,5	
10,2—24,2	$M_{4,2-6,0} \frac{Cl 70-80 SO_4 20-30 HCO_3 \text{ до } 5}{Na 80 Mg 10-20 Ca \text{ до } 5}$	2	1,2	0,3	
—	$M_{4,1-4,1} \frac{SO_4 70 Cl 20-30 HCO_3 \text{ до } 10}{Na 50-60 Ca \text{ до } 15 Mg \text{ до } 20}$	2	2,1	2,9	
13,2—24,2	$M_{10,2-12,6} \frac{Cl 80-90 SO_4 \text{ до } 10 HCO_3 \text{ до } 5}{Na 80-90 Ca \text{ до } 15 Mg \text{ до } 5}$	6	0,9	0,05	

В Базаубайском артезианском бассейне подземные воды вскрываются неглубокими колодцами, располагающимися обычно у подножья куэстовых гряд в пределах субсеквентных понижений, т. е. в зоне слабонапорных вод с минерализацией от 5—7 до 34,1 г/л; воды по составу сульфатно-хлоридные натриевые, по катионам кальциевые и магниевые. Высокая минерализация обусловлена, возможно, подтоком вод из палеогена.

Только вблизи невысоких куэстовых возвышенностей, сложенных с поверхности сенон туронскими песчаниками, минерализация вод изменяется от 1 до 3 г/л, и они становятся сульфатными натриевыми.

В пределах Тубелекского (Бешбулакского) артезианского бассейна сенон-туронская водоносная толща вскрывается колодцами и фиксируется родниками в районе возвышенности Тубелек (зона безнапорных вод) и по бессточным впадинам (зона высоконапорных вод), протягивающимися одна за другой в широтном направлении (Тубелекская, Бешбулакская, Муллалы и др.). Минерализация вод 1,3—12,1 г/л, наличие вод с плотным остатком более 5 г/л обусловлено, по-видимому, влиянием выклинивающихся вод палеогеновых отложе-

Геометрические данные водоносной сенон-туронской толщи

Артезианские бассейны												
Тип выработки	Юго-Восточно-Приаральский						Мынбулакский и Тубелекский					
	условный индекс водоупорности	плотный остаток, г/л	напор, м	температура воды, °С	глубина опробования водоносного пласта, м	геометрический градиент °С/100 м (числитель); геометрическая ступень м/1°С (знаменатель)	условный индекс водоупорности	плотный остаток, г/л	напор, м	температура воды, °С	глубина опробования водоносного пласта, м	геометрический градиент °С/100 м (числитель); геометрическая ступень м/1°С (знаменатель)
Колодцы				16—17 18 19 20	25—30 30—50 45—55 65		Атанай Итемир Джаракудук Базаубай Акмурт Атаджан	— — — — — —	— — — — — —	15 16,2 17 17 17,2 17,5	4 7 5 12 16 22	
	2 (7)	2,5	210	25	207—235	$\frac{5,0}{24,3}$	7(17)	1,6	6	19,0	32—105	$\frac{4,6}{2,5}$
	1(19)	2,3	209	25	209—231	$\frac{5,0}{24,3}$	1(15)	2,8	83	21,0	88—114	$\frac{5,5}{18,1}$
	2 (3)	7,6	249	25	221—242	$\frac{3,4}{28,1}$	2(14)	0,7	107	21,4	106—119	$\frac{4,4}{22,7}$
	5(13)	1,5	286	25	254—261	$\frac{3,0}{32,5}$	1(26)	0,7	106	22,0	105—110	$\frac{5,5}{18,0}$
	1 (6)	1,6	216	26	188—211	$\frac{5,7}{19,4}$	8(42)	2,5	80	23,0	64—69	$\frac{15,0}{6,6}$
	3(11)	—	213	27	194—248	$\frac{5,1}{19,5}$						
	17 (4)	1,4	258	27	232—270	$\frac{4,4}{22,5}$	4(12)	—	85	24,0	85—96	$\frac{10,0}{10}$
	1 (2)	1,64	202	27,5	201—234	$\frac{6,0}{16,1}$	7(11)	4,4	205	32,1	205—242	$\frac{7,5}{13,3}$
	Скважины											

1 (4)	—	—	27,5	252—234	$\frac{6,0}{16,1}$	9(23)	2,4	272	37,0	261—358	$\frac{7,0}{14,2}$
1(12)	2,2	232	30	272—306	$\frac{4,9}{20,3}$	9 (24)	2,6	15	38	399—521	$\frac{4,8}{20,7}$
2(29)	—	—	33,5	331—400	$\frac{4,8}{24,2}$	12(99)	3,8	438	38,5	412—462	$\frac{5,0}{1,19}$
5(2)	0,6	38	23,0	87—182	$\frac{6,0}{16,6}$						
9(9,11)	7,5	158	24,0	156—181	$\frac{5,0}{2,0}$	7(13)	3,2	0,8	20	63—67	$\frac{7,0}{13}$
5,3	5,9	113	25,0	168—216	$\frac{5,0}{21}$						
4 (6,9)	3,1	100	26,0	97—180	$\frac{9,0}{11}$	3(9)	10,8	22	25	141—174	$\frac{6,0}{16,2}$
3(11)	3,9	85	26,0	165—181	$\frac{4,6}{16,6}$	6(7)	9,86	168	31	164—173	$\frac{9,0}{10,0}$
8(18)	2,3	200	30,0	110—120	$\frac{14,6}{6,0}$	3(8)	10(8)	289	32	298—317	$\frac{5,3}{18,6}$
7(17)	2,3	200	30,0	161—170	$\frac{9,2}{10,7}$	5(21)	7,8	278	36	297—353	$\frac{6,3}{15,8}$
2(16)	1,0	100	30,0	99—150	$\frac{6,0}{17,3}$	5(11)	4,6	859	57	874—962	$\frac{4,4}{22,5}$
5(10)	3,0	450	37,5	418—515	$\frac{4,5}{22}$	Скв. в Бухаре	2,8	818	45	830—689	$\frac{3,0}{33,0}$
3(15)	4,0	337	40,0	307—400	$\frac{7,0}{14,3}$						
1(10)	2,4	240	45,0	418—515	$\frac{6,0}{14,1}$						

ний. Часто воды хлоридные натриевые (75%), в анионном составе второе место занимает сульфатный ион (50%); в катионном составе преобладает кальций (24%). Центральная часть и южная окраина артезианского бассейна в гидрогеологическом отношении не изучены.

В пределах замкнутых артезианских бассейнов (Кызылкакского, Ташкуринского, Укузкакского) превалируют сульфатно-хлоридные натриевые воды. Общая минерализация изменяется от 1 до 5 г/л, редко достигая 8,6 г/л; почти все пункты опробования располагаются в краевых частях бассейнов.

В западной части Укузкакского бассейна, в зоне ненапорного и слабонапорного стока, подземные воды верхнемеловых отложений, вскрываемые колодцами (глубиной до 50 м), имеют минерализацию 0,8—8 г/л. В зоне напорного стока на глубине 330 м вскрыты воды с минерализацией 4,2—4,3 г/л. В восточной части бассейна, в ур. Карабугут (зона слабонапорных вод), вскрыты воды с плотным остатком 8,4—9,5 г/л.

В Карагатинском (Канимехском) артезианском бассейне пески и песчаники мелко-, тонко- и среднезернистые. Они составляют основу водоносных толщ мощностью 45—150 м, которая в центральной части мульды, по данным геофизических исследований, увеличивается до 195 м. Выходы этих отложений на поверхность наблюдаются по северным и южным предгорным равнинам, в полосе, прилегающей к подножью склона гор; на западе они местами выходят из-под покрова палеогеновых глин и без видимого перерыва продолжают в соседнем Укузкакском бассейне.

На востоке подземный тектонический вал, протягивающийся от Нурутау к кол. Терекудук, разделяет площадь распространения описываемых отложений на два узких и быстро выклинивающихся на юго-восток и северо-восток мыса. Абсолютная отметка выходов на поверхность сенон-туронских отложений—300—350 м, в центральной части мульды они погружаются на глубину 100—430 м, в результате чего создаются благоприятные условия для высокой напорности подземных вод. Высота напоров колеблется от 17,6 до 490 м. Глубина залегания пьезометрического уровня изменяется от 0 до 50 м и более (на предгорных равнинах), а в центре мульды—от 0 до плюс 30 м над поверхностью.

Для Карагатинского бассейна отмечается своеобразная гидрохимическая зональность подземных вод, заключающаяся в том, что в зоне развития слабонапорных вод, прилегающих к горным возвышенностям, развиты хлоридные натриевые воды с минерализацией 3—5 г/л, а в центральной части бассейна, в зоне высоконапорных вод и современной зоне дренирования (Карагатинская впадина)—хлоридно-сульфатные и сульфатные натриевые с минерализацией до 3 г/л.

В Кульджуктинском бассейне в полосе предгорных равнин наряду со слабо солеными (1—2 г/л) водами присутствуют соленые с минерализацией 3—12,6 г/л; состав вод то сульфатный, то хлоридный натриевый независимо от общей минерализации. То же отмечается и для центральной части бассейна, где распространены преимущественно воды хлоридные натриевые. Для Аякагитминского бассейна воды тех же отложений хлоридные натриевые с минерализацией 1—5 г/л.

При сопоставлении условий минерализации подземных вод в сенон-туронских отложениях по артезианским бассейнам отмечено следующее.

1. В Юго-Востоchno-Приаральском и Карагатинском бассейнах в центральной высоконапорной зоне и зонах дренирования минерализа-

ция наименьшая, но по составу воды в первом — хлоридные натриевые, во втором — сульфатные натриевые.

2. В Мынбулакском — во всех гидродинамических зонах преобладают воды хлоридные натриевые; в центральной части бассейна в отдельном блоке отмечается увеличение минерализации; воды с меньшей минерализацией встречены на участке возвышенности Таскудук, где отложения сенон-турона обнажаются на поверхности.

3. Изменение состава вод, связанное с появлением иона SO_4 , почти всегда наблюдается с приближением к горным возвышенностям; исключением является Карагатинский бассейн; здесь воды хлоридные.

4. Подземные воды сенон-туронских отложений всех бассейнов характеризуются наличием сероводорода (от 1 до 2,8 г/л), что, по-видимому, обусловлено процессами десульфатизации, развитыми в глубинных зонах в восстановительной среде (табл. 11).

Подземные воды рассматриваемой толщи — термальные, температура колеблется от 20 до 59° и более (табл. 12).

Значение геотермической ступени по отдельным артезианским бассейнам изменяется от 6 до 18—20 м. Изотерма 30° проходит примерно на глубине 100—300 м, 36—37° — 350—450 м и 45° — 550—850 м (рис. 13). Глубина залегания постоянной температуры не превышает 25 м, так как глубже намечается закономерное возрастание температур.

Водоносные нижнетурон-сеноманские отложения широко распространены, в Карагатинском, Кызылкакском и, возможно, восточной части Укузкакского бассейнов (табл. 13). По Северо-Кызылкумскому бассейну они вскрыты лишь одной скважиной (севернее гряды Букантау), где мощность их равна 57,0 м. Воды соленые с минерализацией 4,3 г/л, по составу сульфатно-хлоридные натриевые.

В пределах Мынбулакского бассейна водоносные сеноман-нижнетуронские образования залегают между нижнетуронскими глинами, пачкой алевролитов и глин сеноманского возраста и представлены кварцевыми и кварцево-полевошпатовыми песчаниками с тонкими прослоями глин и конгломератов; общая мощность отложений 40—60 м. Площадь распространения их примыкает непосредственно к подножию склонов горных возвышенностей; здесь они часто безводны.

Водоносная пачка, залегающая первой от поверхности, вскрывается скважинами на глубинах 30—270 м и более. Минерализация изменяется от 1,6 до 3,6 г/л, воды сульфатно-хлоридные натриевые.

К северо-западу от Южно-Букантауского разлома в пределах приподнятого тектонического блока с небольшой глубиной залегания палеозойского фундамента выделяется зона относительно застойного режима подземных вод, которые вскрываются здесь колодцами Аккой, Атантай и Чабаркудук. Воды сульфатно-хлоридные натриевые с повышенным содержанием кальция или магния, минерализация 5—9 г/л. Исключением являются воды кол. Аймурза с общей минерализацией не выше 1,1 г/л, в которых заметное участие принимают гидрокарбонатный ион и ион кальция. По-видимому, здесь происходит питание подземных вод за счет инфильтрации дождевых вод, так как колодцы располагаются на такырах. Разгрузка подземных вод этой толщи осуществляется в пределах Джаракудукской впадины. Нижнетурон-сеноманская водоносная толща вскрывается колодцами в западной части Укузкакской мульды, где минерализация вод составляет 1—3 г/л. В пределах остальной части Центральных Кызылкумов подземные воды этих отложений не разведаны.

Данные о подземных водах в нижнетурон-сеноманских,

Артезианские бассейны и структуры	Водосодержащие породы	Коэффициент фильтрации, м/сут	Глубина залегания, м			Производительность водопункта, л/сек	Годы исследований
			кровли	пьезометрического или статического уровня	напор, м		

Подземные воды в нижнетурон-сеноманских

Северо-Кызылкумский	Песчаник	—	75,5	65,0	—	—	1954
Мынбулакский	•	—	30—270	0,8— —32,8	от 30 до 250	2—3 0,5	1954—1958
	•	0,01— —14,6	—	5,2—5,8	—	—	1951—1958
Сеталантепа	—	—	50,0— —61,0	—	—	—	1954

Подземные воды в

Кульджуктинский	Песчаник	4,6	—	1,5	—	—	1950
		2,3	—	0,9—1,1			1950
	Песчаник, конгломерат	0,7	—	0,9—8,9	—	—	1949—1958
	Песчаник		—	—	—	0,1	1955—1958

Подземные воды в

Сеталантепа	Переслаивание тонко- и мелкозернистых песков, песчаников, гравелитов и алевролитов		1100— —1200		—	—	1954—1955
-------------	--	--	----------------	--	---	---	-----------

Водоносные альбские отложения распространены на территории северной и южной группы бассейнов, для первой они вскрыты, но опробованы лишь одной скважиной (сел. Тахтакупы). В пределах Кульджуктинского бассейна водоносные слои фиксируются источниками (табл. 13) и глубокими скважинами. На западной

альбских и юрских отложениях

Температура воды, °C	Общая жесткость, мг/экв	Формулы воды (цифры — пределы колебаний)	Повторяемость данной формулы	Характерные коэффициенты		Гидродинамические зоны
				$\frac{Na}{Cl}$	$\frac{SO_4}{Cl}$	
отложениях						
—		$M_{4,3} \frac{Cl\ 50 SO_4\ 49}{Na\ 80\ Ca\ 10}$	1	1,8	1,8	Безнапорного и слабонапорного стоков
16—18,8	5,0—10,2	$M_{1,6-4,0} \frac{Cl\ 60-70\ SO_4\ 30-40}{Na\ 70-80\ Ca\ 15\ Mg\ 10-15}$	3	1,2— —1,2	0,5—0,5	
	10,05— —11,0	$M_{3,0-3,6} \frac{Cl\ 70-75\ SO_4\ 20\ HCO_3\ 10-20}{Na\ 80-90\ Mg\ 10-15\ Ca\ 10}$	3	1,1— —1,1	0,3—0,3	
—	1,29—3,9	$M_{1,9-2,6} \frac{Cl\ 60-70\ SO_4\ до\ 10\ HCO_3}{Na\ 90-100\ Ма\ до\ 10\ Са\ до\ 10}$	2	1,5— —1,4	1,1—0,1	
альбских отложениях						
	6,7	$M_{0,8} \frac{SO_4\ 50\ HCO_3\ 30}{Na\ 45\ Ca\ 30}$	1	—	—	Дренажирования по разлому
19—25	6,5—27,0	$M_{0,9-1,6} \frac{Cl\ 50-70\ SO_4\ 30-40}{Na\ 60-70\ Ca\ 20-25}$	4	1,6— —1,6	1,4—1,2	
22,6	9,6—25,7	$M_{1,6-4,6} \frac{Cl\ 50-70\ SO_4\ 30-40}{Na\ 60-70\ Ca\ 20-25}$	3	1,0— —1,0	0,5—0,6	
18,0	9,2—10,4	$M_{1,4-1,6} \frac{Cl\ 40-50\ SO_4\ 30-40}{Na\ 40-60\ Ca\ 30-90\ Mg\ 20}$	3	1,0— —1,1	0,8—0,9	
юрских отложениях						
—	188,5— —328,6	$M_{5,18-97,9} \frac{Cl\ 90-100\ SO_4\ до\ 5\ HCO_3\ до\ 5}{Na\ 80\ Mg\ до\ 5\ Ca\ 20}$	6	0,7— —0,8	0,01— 0,02	Застойного режима

окраине хр. Кульджуктау имеются восходящие источники, выклинивающиеся из альбских отложений. Их воды связаны, по-видимому, с глубокими зонами тектонических разломов в палеозойском фундаменте и отличаются сравнительно невысокой минерализацией (0,8—1,6 г/л); только в отдалении от гор на погружениях палеозойского фундамента

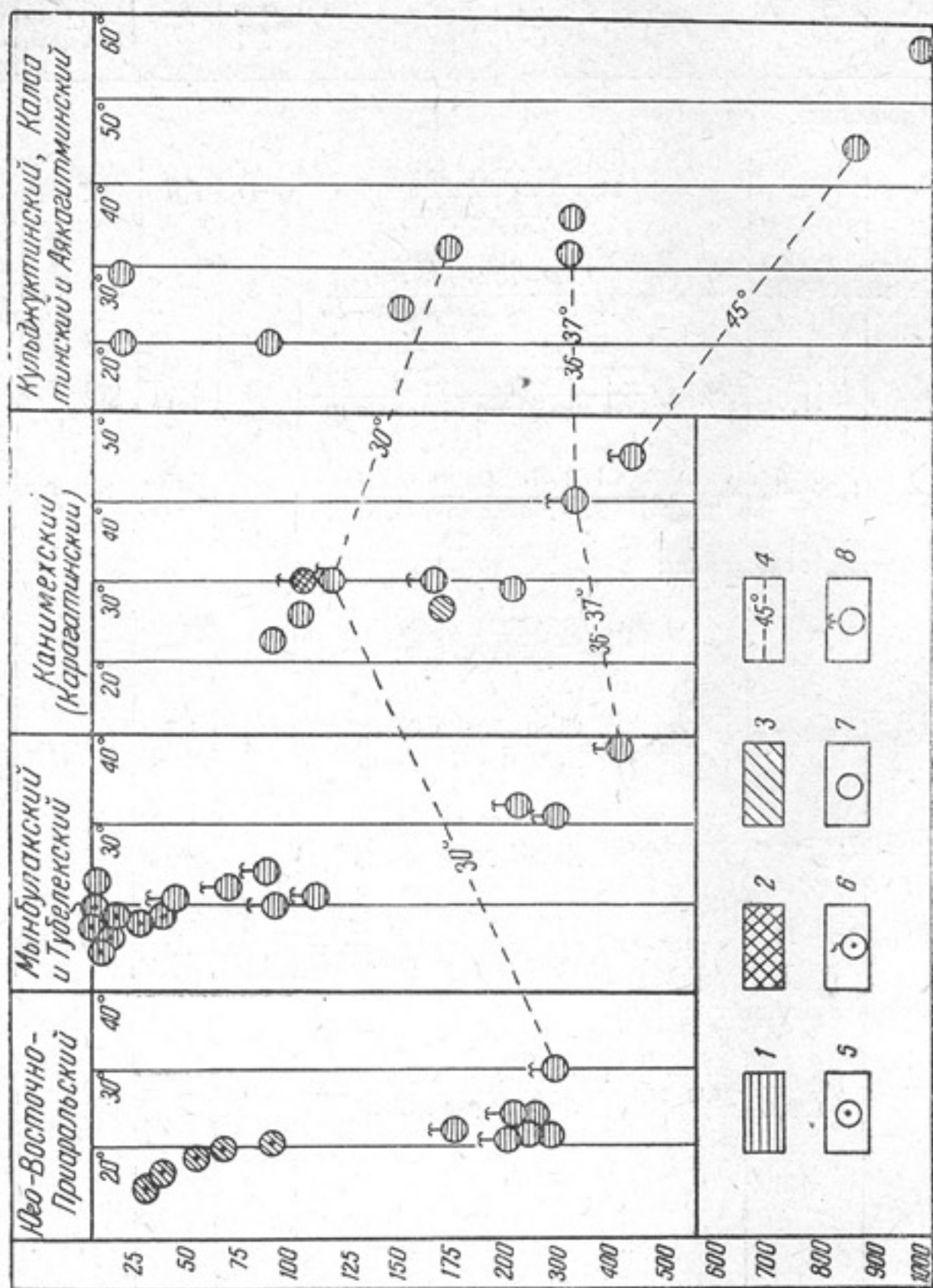


Рис. 13. Геотермические условия подземных вод:

1—сенон-туранских; 2—верхнеэоценовых и 3—палеоценовых отложений; 4—изотермы; 5—колодцы; 6—восходящие источники; 7—субартезианские; 8—артезианские.

минерализация возрастает до 3,8—3,9 г/л. По составу воды сульфатно-хлоридные и хлоридные (последние преобладают), натриевые, иногда кальциевые; в одном случае отмечено преобладание иона магния (родник Калаата).

Для южной группы бассейнов (Калаатинского, Кульджуктинского, Аякагитминского и Бухаро-Каршинского) Л. Е. Михайлов (1962) объединяет водоносные верхне- и среднеальбские слои с сеноманскими в один комплекс, давая им нижеследующую характеристику: минерализация вод изменяется от 1,3 до 30,0 г/л (в пределах рассматриваемой территории), в юго-западном направлении (г. Карши) минерализация увеличивается до 154 г/л. Воды в основном смешанного солевого состава. При этом отмечается обогащение вод гидрокарбонатным ионом, концентрация которого увеличивается с приближением к нефтегазовым залежам. Возникновение его приписывается процессу десульфатизации за счет окисления углеводов. В юго-западном направлении воды становятся хлоридными натриевыми, в них появляются (до первого десятка единиц) Br, I, NH_4 и увеличивается содержание азота. Температура изменяется от 50 до 63°C. Данных о водообильности нет, но отмечено, что она увеличивается в северо-восточном направлении. Напорность вод достигает 1350 м.

Водоносные неокон-аптские образования представлены переслаиванием песчаников, песков и известняков с глинами мощностью до 150 м. Вскрываются они в пределах Бухаро-Каршинского артезианского бассейна на глубине 1200—1300 м. Дебит скважин при самоизливе не превышает 1—2 л/сек; минерализация изменяется от 4 до 200 г/л, увеличиваясь в юго-западном направлении. Воды хлоридные натриевые с повышенным содержанием кальция. Концентрация Br и I имеет значение в наиболее глубоких частях депрессий. Температура вод достигает 70°.

Водоносные юрские отложения развиты в пределах южной группы бассейнов и частично в Юго-Восточно-Приаральском. В гидрогеологическом отношении изучены слабо.

По данным А. Е. Михайлова (1962), для Бухаро-Каршинского бассейна воды юрских образований высоконапорные, термальные (до 70° и более), высокоминерализованные (от 44,2 г/л до рассолов 100—500 г/л) хлоридно-кальциево-натриевого состава, с содержанием Br и I до 10 мг/л. Газовый состав азотно-метановый, вблизи скопления газа и нефти — метановый.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Глубокие подземные воды формируются при наличии внутренних локальных зон притока подземных вод со стороны горных возвышенностей и инфильтрации атмосферных осадков, и в условиях дренирования вод по бессточным впадинам.

Подземный сток со стороны местных горных возвышенностей не столь значителен и поступает лишь в толщу верхнемеловых пород, непосредственно контактирующих с палеозойскими. Основными путями, по которым осуществляется этот процесс, служат зоны таких тектонических разломов и такие участки горных склонов, где соприкасаются водосодержащие палеозойские породы и водоносные отложения мелового возраста (рис. 10). Мынбулакский бассейн питается со стороны горных возвышенностей по Букантаускому и Айтымскому разломам. На участках, прилегающих к ним, воды менее минерализованы, чем на более удаленных. Для Карагатинского бассейна к пи-

тающим зонам разломов относятся Аристантауский, Карагатинский и Бешащинский. Скважины, заданные в пределах влияния разломов, дают высокотермальные воды (до $38,5^{\circ}$), наибольшие дебиты (до 100 л/сек) и несколько пониженную минерализацию подземных вод.

Условия питания отложений мелового возраста непосредственно атмосферными осадками создаются только на локальных площадях, где свободное зеркало подземных вод залегает неглубоко от поверхности и зона аэрации находится в тех же породах. Такой участок локального питания намечается на площади брахиантиклинальной складки Таскудук в Мынбулакском бассейне. Однако небольшое количество атмосферных осадков, выпадающих на площадях, где подземные воды залегают на глубине до 70 м, существенного значения иметь не могут. Напорные воды распространяются несколькими (до 10) километрами ниже (по падению пластов) от границы распространения водоупорной кровли. Дренаж подземных вод осуществляется в пределах бессточных впадин по тектоническим разломам и вертикальным трещинам в водоупорной кровле, а также о локальных зонах выклинивания водоносных пластов.

Углубленные на десятки метров от поверхности, эти бессточные впадины являются окнами дренирования для глубоких подземных вод.

Общее уравнение баланса глубоких подземных вод верхнемеловых отложений для замкнутых бассейнов имеет следующий вид:

$$I_a + I_b + q_1 = I_c + I_p,$$

где I_a — количество инфильтрующейся влаги атмосферных осадков;

I_b — количество инфильтрующейся влаги временных поверхностных водотоков;

q_1 — приток подземных вод со стороны прилегающих горных возвышенностей.

В расходную статью баланса входят:

I_c — дренаж по бессточным впадинам;

I_p — эксплуатационный расход родников, колодцев и действующих артезианских скважин.

Для открытых артезианских бассейнов Северо-Восточных и Юго-Западных Кызылкумов q_1 означает региональный приток из соседних артезианских бассейнов, прилегающих к отдаленным горным возвышенностям. В расходную статью баланса в этом случае включается региональный отток — q_2 .

Однако указанное уравнение лучше применять при отсутствии упругих запасов подземных вод, а они в пределах описанных артезианских бассейнов имеют существенное значение. Расходование упругих запасов до ввода в эксплуатацию артезианских скважин осуществлялось по восходящим источникам. Из-за наличия в центральных частях мульд высокодебитных артезианских скважин с термальными водами при неблагоприятных условиях питания и дренажа возникло предположение о роли разломов, развитых среди равнинных пространств, по которым подземные воды, находящиеся вдали от горных возвышенностей, питаются притоками из палеозойского фундамента (Плотников Н. И., Островский Л. А., Митгарц Б. Б. и др.).

Не отрицая роли тектонических разломов, по которым при благоприятных условиях (о чем указывалось выше) возможен приток подземных вод из палеозойских образований складчатого фундамента в вышележащие отложения, мы не склонны приписывать этому

притоку главную роль в приходной статье баланса подземных вод из следующих соображений.

Разломы нам представляются как плоскость, по которой в непосредственное соприкосновение приходят разновозрастные песчано-глинистые породы: в одних случаях это водонепроницаемый экран, в других — в непосредственное соприкосновение могут приходиться водоносные пласты разных стратиграфических толщ. Так или иначе в зонах разломов происходит изменение гидродинамических условий в водоносных пластах: осуществляется или перелив по пласту из одного блока в другой, или полная изоляция блоков друг от друга. Различиями гидродинамических условий можно объяснить и разную минерализацию, и температуру подземных вод в двух рядом расположенных блоках (рис. 14).

В условиях, когда $h_1 > h_2$ (h — величина напора), происходит перелив по водоносному пласту из нижележащего блока в вышележащий,

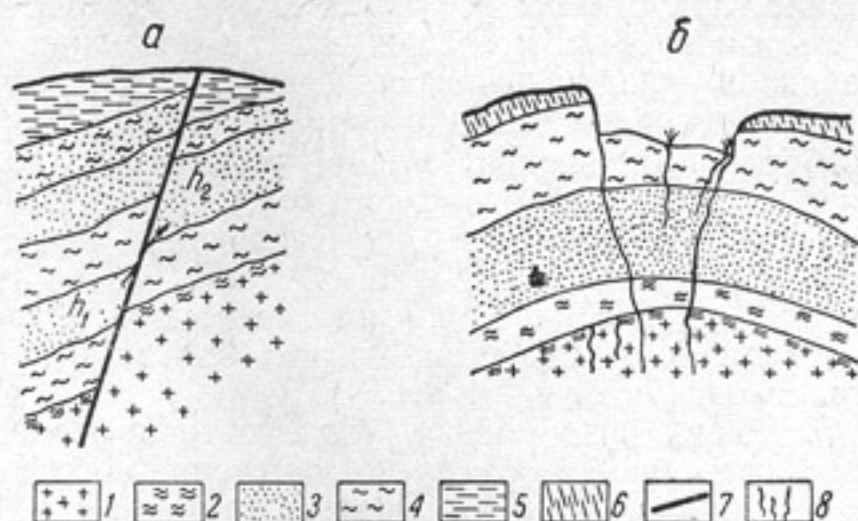


Рис. 14. Роль тектонических контактов (а) и бессточных впадин (б) в формировании подземных вод:

1—граниты; 2—каолиновые глины (кора выветривания); 3—пески и песчаники водоносные; 4—глины водоупорные; 5—суглинки; 6—супеси водопроницаемые; 7—тектонический контакт; 8—трещины раскола в водоупорных глинах (h_1 , h_2 —величины напоров).

в левом блоке этот пласт залегает ближе к поверхности, поэтому для него будут аномальные условия в отношении геотермической ступени.

Различную минерализацию подземных вод в пределах одного бассейна можно объяснить неодинаковой степенью проточности отдельных блоков. Таким образом, тектонические разломы могут служить путями для перераспределения подземных вод, сформированных в том или ином бассейне в процессе возникновения как самого бассейна, так и последующих гидрогеологических и геохимических процессов, происходящих в среде порода — вода.

Не исключен подток вод из палеозойского фундамента, но возникает вопрос об источнике пресных вод в палеозойских образованиях фундамента, залегающего в тектонических депрессиях на глубине 500—1000 м и более. Даже в горных возвышенностях, прилегающих к тому или иному бассейну, подземные воды, питающиеся непосредственно атмосферными осадками, более минерализованы, чем те, которые должны быть на погребенном фундаменте, если его рассматривать в качестве дополнительного источника питания. Так, притоком из палеозойского фундамента со стороны отдаленных областей (Казахское Каратау или Кураминские горы) вряд ли можно объяснить

низкую (0,9—1 г/л) минерализацию подземных вод меловых отложений в Мынбулакском бассейне (Аккудук). Для Юго-Восточно-Приаральского открытого артезианского бассейна подземный сток должен преодолеть длинный путь по каким-то неизведанным трещинам, а затем поступить по разлому только в тот пласт, который подвергается изучению, т. е. в верхнемеловые породы, минуя нижнемеловые и юрские, залегающие непосредственно на палеозойском фундаменте. Предположение же о ювенильном характере этих вод в глубоких тектонических депрессиях при современном уровне наших знаний является парадоксальным, однако его нельзя отвергать. Но для этого необходимы: 1) наличие зияющих трещин в палеозойском фундаменте, по которым поступали бы фуморальные возгоны; 2) непосредственное сопряжение водоносного пласта с этими фуморами; 3) соответствующее изменение состава вод. Наиболее вероятным возникновение таких трещин будет в местах молодых поднятий, которые, как правило, приурочены в Кызылкумах к бессточным впадинам, являющимся местом раскола и растяжения покрова при возникновении антиклинальной складки основания (рис. 14). Если принять положение о возможности восходящих фуморальных вод, то выявляется двойная роль бессточных впадин: с одной стороны они являются дренами для вод глубоких водоносных пластов, с другой — очагами питания этих же пластов водами из подстилающего фундамента. Но даже при этом возникает вопрос, почему столь благоприятные условия не отмечаются ни для одной из нижележащих водосодержащих толщ ни сеноманского, ни альбского возрастов, залегающих непосредственно на палеозойском фундаменте.

В зонах питающих разломов по Юго-Восточно-Приаральскому и Мынбулакскому бассейнам не отмечено изменение состава вод. Никакими непосредственными данными, подтверждающими роль разломов как источников дополнительного объема подземных вод, поступающих в покровные отложения, мы не располагаем. Основными их ресурсами в Кызылкумах, по нашему мнению, надо считать упругие объемные запасы, создаваемые в процессе формирования самого бассейна, которые во много раз превышают динамические.

Для водоносных пластов палеогеновых отложений вследствие того, что они нигде не соприкасаются с водоносными палеозойскими или верхнемеловыми отложениями и непосредственно не примыкают к горным массивам, современные условия питания еще менее благоприятны, чем для верхнемеловой толщи. Кроме того, повышенная засоленность самих палеогеновых отложений обуславливает обычно высокую минерализацию подземных вод, по-видимому, в большей части седиментационных. Местами, однако, создаются условия, способствующие образованию вод с минерализацией до 1—2 г/л. Такие воды наблюдаются в южной части Карагатинского и в западной части Кульджуктинского бассейнов, где в краевых вздернутых крыльях синклинальной мульды водосодержащие пласты выходят на поверхность и, по-видимому, значительно промыты. Бессточные впадины (Акбайтальская, Карагатинская, Мынбулакская и др.) являются зонами скрытого дренажа подземных вод в этих образованиях. Ресурсы подземных вод здесь, вероятно, значительно меньше, чем в верхнемеловой водоносной толще, что объясняется меньшей площадью распространения, мощностью, амплитудой мульды, ограниченными упругими запасами, а также худшими условиями современного питания. Изолированы от нижележащих водоносных пластов, слоев и толщ и

плиоценовых отложений, содержащих грунтовые воды. Здесь основное значение приобретает атмосферная влага (осадки, инфильтрация).

Широко распространены в плиоценовых отложениях участки линз пресных вод, залегающие на водах солоноватых или соленых. Как правило, они расположены в районах развития мощных эоловых образований. Обычно от центральной части линз пресных вод они растекаются в одну или во все стороны. Минерализация грунтовых вод закономерно изменяется от 0,5 до 1 и даже 5 г/л, а по окраинам линзы до 8 г/л и более. Грунтовые воды с меньшей степенью минерализации приходятся на участки с наибольшей глубиной их залегания от поверхности. Генезис линз пресных вод до сих пор неясен.

Работами по сооружению новых колодцев в песках установлено, что начиная с глубины 1,5 м до горизонта грунтовых вод (30—40 м) пески влажные, т. е. напитаны пленочной водой, каждая новая порция влаги может быть гравитационной водой и свободно проникать до уровня грунтовых вод.

Наряду с этим, существуют условия, при которых проникновению вод атмосферных осадков и вод конденсационного происхождения мешают сухие горизонты песков, являющиеся своеобразными водоупорами.

Очень часто колодцы с пресной водой располагаются на такырных площадках среди песчаных гряд, достигающих (например, в Восточно-Кызылкумском бассейне) значительных размеров. Поэтому не исключено, что линзы пресных вод вокруг каждого из них создаются искусственно (наливные колодцы). Существует также предположение, что это погребенные (реликтовые) пресные воды, запасы которых слабо пополняются, но усиленно расходуются.

Линзы пресных вод ни в одном из песчаных массивов Кызылкумов не разведаны, не определена и их мощность. Известно лишь, что слой пресной воды в эксплуатационных колодцах обычно не превышает 1—1,5 м и при исчерпании запасов колодезных вод эксплуатация прекращается вплоть до их восстановления. На участках предгорных равнин с мощным покровом аллювиально-пролювиальных галечниково-конгломератовых отложений формируются бассейны грунтовых вод. Питание их происходит в результате подземного стока с гор и инфильтрации вод поверхностных водотоков. Такие бассейны наблюдаются по северным склонам Тамдытау и Ауминзатау, в пределах Оросайской и Нуратинских межгорных котловин и в юго-восточной части Зарафшанского плато. Последовательная смена гидродинамических зон хорошо выявлена для Оросайской котловины, где у гор в зоне инфильтрации глубина залегания уровня грунтовых вод изменяется от 50 до 100 м. В северо-западном направлении к устью котловины галечниковые образования выклиниваются и заменяются суглинками, супесями и песками. В этом направлении уменьшается водообильность грунтовых вод и ухудшается их качество.

Аналогичные условия наблюдаются в пределах Нуратинской котловины на Зарафшанском плато. У Тамдытау и Ауминзатау выражена лишь одна гидродинамическая зона — глубокого залегания уровня грунтовых вод.

Современные долины Зарафшана, Кашкадарьи и Амударьи заглублены в поверхность структурных равнин на 5—10 м и выполнены рыхлообломочными аллювиальными породами. В пределах поймы и русла инфильтрацией речных вод в аллювиальных отложениях образуются подрусловые потоки, мощность которых зависит от мощности рыхлых аллювиальных образований и интенсивности основного

Солевой состав и минерализация подземных вод

Солевой состав подземных вод		Артезианские				
		Тахтакупырский	Северо-Кызылкумский	Мымбулакский	Базаубайский	Тубелекский
Гидрокарбонатные	$\frac{\text{HCO}_3\text{SO}_4}{\text{Ca}}$	$\frac{1Q}{0,5}; \frac{3Q^*}{0,7-0,9}$			$\frac{2Pg_3 sm}{0,4-0,9}; \frac{3Q}{0,9-1,6}$	
	$\frac{\text{HCO}_3\text{SO}_4}{\text{Mg}}$				$\frac{2Pg_3 sm}{0,6-0,8}$	
	$\frac{\text{HCO}_3\text{SO}_4}{\text{Na}}$	$\frac{1Q}{2,0}; \frac{1N_2}{0,6}; \frac{3Cr_2 sn-t}{0,5-1,7}$	$\frac{1Q}{11,0}; \frac{24N_2}{0,3-0,8}; \frac{1}{0,6}$			$\frac{4Q}{0,4-0,5}$
	$\frac{\text{HCO}_3\text{Cl}}{\text{Ca}}$	$\frac{2Q}{0,4}$	$\frac{1N_2}{1,5}$		$\frac{2Pg_3 sm}{0,6}; \frac{1Q}{1,0}$	
	$\frac{\text{HCO}_3\text{Cl}}{\text{Mg}}$	$\frac{1Q}{0,6}$	$\frac{1N_2}{0,6}$		$\frac{1Pg_3 sm}{0,5}$	$\frac{1Pg_3 sm}{0,6}$
	$\frac{\text{HCO}_3\text{Cl}}{\text{Na}}$	$\frac{7Q}{0,6-1,5}; \frac{5N_2}{0,3-1,7}$	$\frac{11N_2}{0,4-0,8}; \frac{1Cr_2 sn-t}{0,6}$		$\frac{2Q}{1,2-1,5}$	
	$\frac{\text{SO}_4\text{HCO}_3}{\text{Ca}}$	$\frac{5Q}{0,4-0,8}$	$\frac{3Q}{2,3-7,8}$		$\frac{1Q}{1,6}$	
Сульфатные	$\frac{\text{SO}_4\text{HCO}_3}{\text{Mg}}$					
	$\frac{\text{SO}_4\text{HCO}_3}{\text{Na}}$	$\frac{1Q}{0,9}$	$\frac{8N_2}{0,4-1,0}$			$\frac{1Pg_3 sm}{1,1}; \frac{1N_2}{0,7}$
	$\frac{\text{SO}_4\text{Cl}}{\text{Ca}}$		$\frac{8N_2}{2,3-3,9}; \frac{4Cr_2 sn-t}{1,7-3,1}$			$\frac{1Pg_3 sm}{3,0}$
	$\frac{\text{SO}_4\text{Cl}}{\text{Mg}}$	$\frac{2Q}{2,1-7,4}$	$\frac{1Pg_2}{2,8}$			$\frac{1,4Pg_3 sm}{0,9-4,9}$

мезозойских и кайнозойских отложений

бассейны

Кызыл- какский	Укузкак- ский	Ташкурин- ский	Канимехский	Кульджуктинский	Восточно-Кызылкумский
					$\frac{2N_2}{0,5-0,6}$
			$\frac{1Q}{0,5}$	$\frac{1Pg_3 sm}{0,6}; \frac{1Q}{1,1}$	$\frac{7N_2}{0,6-1,3}$
				$\frac{2Q}{0,2-0,4}$	$\frac{7N_2}{0,6-1,3}$
			$\frac{1Q}{8,5}$	$\frac{1Pg_3 sm}{3,1}$ $\frac{3Pg_3 sm}{0,7-1,4}$	$\frac{4N_2}{0,5-3,8}$
			$\frac{2Q}{0,8-1,3}$	$\frac{6Q}{0,4-6,6}$	$\frac{2N_2}{0,5-1,3}$
				$\frac{14Q}{0,6-5,1}$	
			$\frac{4Q}{0,4-1,2}$	$\frac{6Q}{1,2-5,2}; \frac{1Cr_2 al}{0,8}$	$\frac{1N_2}{1,2}$
				$\frac{1Q}{6,6}; \frac{2N_2}{2,1-4,1}$	$\frac{3}{2,8-4,5}; \frac{5N_2}{0,5-1,5};$ $\frac{2Cr_2 sn-t}{1,6-3,4}$
			$\frac{1N_2}{5,9}$	$\frac{1Q}{5,1}; \frac{3N_2}{2,58}$	

Солевой состав подземных вод		Артезианские				
		Тахтакуперский	Северо-Кызылкумский	Мынбулакский	Базаубайский	Тубелекский
Сульфатные	SO ₄ Cl	$\frac{17}{1,5}; \frac{2N_2}{1,1-4,0}; \frac{3Cr_2 sn-t}{0,8-3,8}$	$\frac{21N_2}{0,7-2,7}; \frac{7Cr_2 sn-t}{0,9-5,3}$	$\frac{1Cr_2 sn-t}{20}$	$\frac{4Q}{1,3-5,6}; \frac{4Cr_2 sn-t}{0,37-18}$	$\frac{5Pg_3 sm}{0,7-6,8}; \frac{8Cr_2 sn-t}{2,9-9,3}$
Хлоридные	$\frac{ClHCO_3}{Ca}$	$\frac{1Q}{1,0}$				
	$\frac{ClHCO_3}{Na}$	$\frac{3Q}{1,1-2,1}; \frac{5N_2}{1,3-2,9}$	$\frac{8N_2}{0,7-10,8}$		$\frac{5Q}{1,1-14,8}$	
	$\frac{ClSO_4}{Ca}$	$\frac{3Q}{1,2-4,8}$	$\frac{1N_2}{1,3}$		$\frac{1Q}{0,9}$	
	$\frac{ClSO_4}{Mg}$	$\frac{3Q}{0,4-3,1}$				
	$\frac{ClSO_4}{Na}$	$\frac{20Q}{1,4-5,0}; \frac{38Q}{150-230}; \frac{39Cr_2 sn-t}{0,5-21,6}; \frac{40N_2}{1,1-16,4}$	$\frac{1Q}{2,1}; \frac{32N_2}{1,6-69,8}; \frac{1Cr_2 sn-t}{4,3}; \frac{5Cr_2 sn-t}{2,5-4,6}$	$\frac{2Pg_3}{0,8-23,2}; \frac{44Cr_2 sn-t}{1,0-8,2}; \frac{5Cr_2 sn-t}{1,0-3,6}$	$\frac{4Pg_3 sm}{1,1-2,4}; \frac{1Q}{1,2}; \frac{22N_2}{1,7-3,3}; \frac{2Cr_2 sn-t}{2,0}; \frac{32Cr_2 sn-t}{34,3}$	$\frac{1N_2}{1,1}; \frac{44Cr_2 sn-t}{2,7-20,0}$
	$\frac{Cl SO_4}{Na}$	$\frac{2Q}{34,0-34}$				

* Индекс возраста водосодержащей породы.

источника питания. Подрусловые воды имеют такое же направление стока, как поверхностные, и находятся с ними в тесной гидравлической связи. На надпойменных террасах грунтовые воды получают дополнительное питание за счет инфильтрации вод из ирригационных каналов.

В направлении от оси современной долины к ее окраине постепенно разрезается сеть ирригационных каналов, следовательно, ухудшаются условия питания и качество грунтовых вод, а также изменяются их динамические запасы.

Различные условия питания, стока и дренажа по отдельным водоносным толщам и пластам в мезозойских и кайнозойских отложениях определяли сложную картину распределения по площади и в разрезе подземных вод разной минерализации и состава. Преоблада-

бассейны					
Кызыл- какский	Укузак- ский	Ташкурин- ский	Канимехский	Кульдзуктинский	Восточно-Кызылкумский
$\frac{1Cr_2 sn-t}{3,1}$	$\frac{1Pg_2 sm}{5,7}$, $\frac{1Cr_2 sn-t}{4,6}$		$\frac{3Pg_2}{6,5-7,1}$, $\frac{1Pg_3 sm}{2,8}$, $\frac{8Q}{1,4-4,8}$, $\frac{28Cr_2 sn-t}{0,8}$	$\frac{3Pg_3 sm}{1,0-5,2}$, $\frac{30N_2}{7,0-1,6}$, $\frac{4Cr_2 t-sm}{0,9-1,6}$, $\frac{4Cr_1 al}{0,9-1,5}$, $\frac{75}{4,3-11,0}$	$\frac{3Pg_3 sm}{1,7-5,3}$, $\frac{3Cr_2 sn-t}{0,4-1,1}$, $\frac{5Cr_2 sn-t}{3,6-7,3}$
					$\frac{2N_2}{0,5-0,1}$
				$\frac{3Pg_3 sm}{1,7-3,0}$	$\frac{1N_2}{1,0}$
					$\frac{2N_2}{0,9-1,2}$
$\frac{3Cr_2 sn-t}{3,5-7,8}$	$\frac{6Cr_2 sn-t}{2,3-8,1}$	$\frac{3Cr_2 sn-t}{3,5-7,9}$	$\frac{11Pg_2}{21-78}$, $\frac{3Pg_3 sm}{19-7,4}$	$\frac{6Pg_2}{73-20}$, $\frac{13Pg_3 sm}{2,4-15}$, $\frac{10N_2}{1,2-3,5}$, $\frac{10Cr_2 sn-t}{1,0-14}$, $\frac{9Q}{1,4}$, $\frac{9Cr_2 sn-t}{1,4}$	$\frac{5N_2}{0,7-3,1}$, $\frac{8Cr_2 sn-t}{1,0-5,7}$
				$\frac{3Cr_1 al}{7,4-36,9}$, $\frac{6I}{51,9-9,78}$	

ют воды соленые и горько-соленые, хлоридные и сульфатные, менее развиты солоноватые, еще реже — пресные сульфатного и гидрокарбонатного составов (рис. 15, табл. 14). По катионному составу воды натриевые.

В вертикальном разрезе намечается следующий порядок размещения гидрохимических зон. Гидрокарбонатные, хлоридно-гидрокарбонатные натриевые и реже кальциево-магнєвые воды характерны для водоносных толщ четвертичных аллювиальных и аллювиально-пролювиальных образований, линз пресных вод плиоценовых отложений и частично вод сумсарских слоев там, где они залегают первыми от поверхности. Эти воды сопряжены с гидродинамической зоной активного водообмена.

В зону затрудненного водообмена входят воды палеогеновых и

меловых отложений. Глубокие напорные воды палеогеновых пород (сумсарских и эоценовых) образуют гидрохимическую подзону преимущественно сильно минерализованных вод, в большей части генетически не связанных с выше- и нижележащими водоносными толщами и пластами.

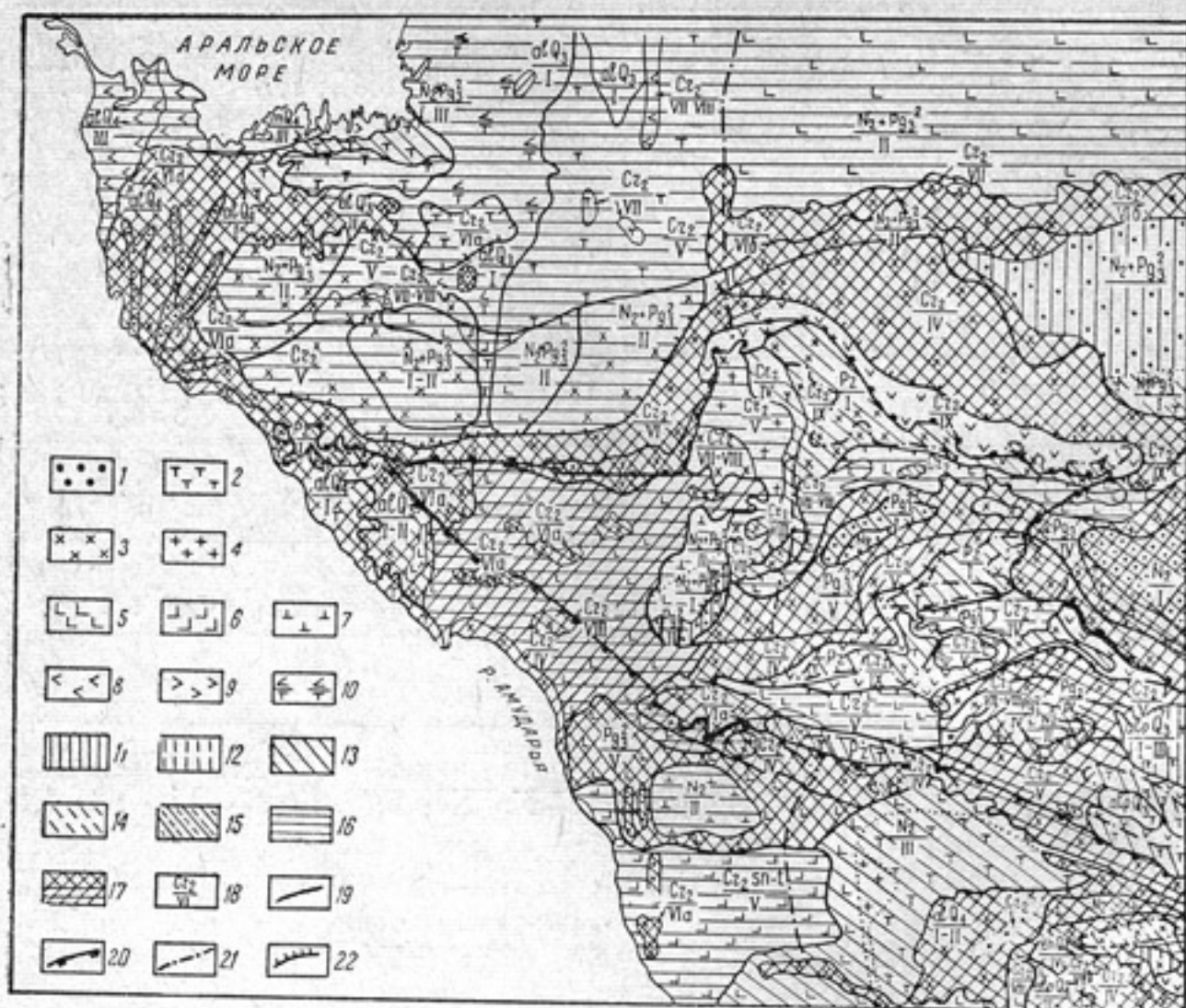


Рис. 15. Схематическая карта минерализации и химического состава подземных вод в первой от поверхности водоносной толще.

Общая минерализация (в г/л): 1—до 1; 2—от 1 до 3; 3—от 1 до 5; 4—от 3 до 5; 5—от 3 до 10; 6—от 10 до 15; 7—от 10 до 30; 8—от 5 до 50; 9—более 50; 10—вверх минерализация верхней, вниз—нижней водоносных толщ. Состав подземных вод по преобладающим анионам и катионам: 11—гидрокарбонатные натриевые; 12—гидрокарбонатные кальциевые, реже магниевые; 13—сульфатные натриевые; 14—сульфатные кальциевые, реже магниевые; 15—сульфатные натриевые и сульфатные кальциевые, реже магниевые; 16—хлоридные натриевые; 17—разного солевого состава. Гидродинамические зоны: I—свободного, II—затрудненного стока подземных вод; III—подпора водами р. Амударьи или Аральского моря; IV—межпластового ненапорного или слабонапорного стока; V—напорного стока, VI—неустойчивого неравномерного напорного стока, обусловленного: а—выходами на поверхность водосодержащих пород и б—водоупорных пород—глин палеогена; VII—артезианских вод сенон-туронских отложений; VIII—дренажа подземных вод; IX—водопроницаемых практически безводных (сдренированных) пород; 18—индексы; в числителе—возраст водосодержащих пород, в знаменателе—гидродинамических зон. Границы между: 19—разновозрастными водосодержащими породами и гидродинамическими зонами, а также водами разного солевого состава и различной минерализации; 20—регионами; 21—бассейнами; 22—региональными водоупорами (глин палеогенового возраста).

Для верхнемеловой и нижнемеловой толщ характерно преобладание вод хлоридно-сульфатных и сульфатно-хлоридных натриевых, образующих вторую гидрохимическую подзону. Для верхнемеловых пород существуют более или менее благоприятные условия питания подземным стоком со стороны горных массивов по локальным зонам разломов. Кроме того, в юго-восточной части территории в полосе, прилегающей к горному массиву Каратау, по-видимому, существуют

условия, способствующие питанию постоянных стекающих с него поверхностных водотоков инфильтрационными водами.

Минерализация подземных вод изменяется преимущественно в пределах 1—3, 1—5 г/л и зависит от структурных условий (степени проточности того или иного бассейна). Лишь в замкнутых непроточных слабонапорных водах наблюдается увеличение минерализации до 10 г/л и более (Укузкакский, Кульджуктинский). Для северной группы бассейнов (Юго-Восточно-Приаральского и Северо-Кызылкумского) характерно возрастание минерализации от 1—3 до 3—5 г/л в направлении с севера на юг (к горным массивам Султан-Уиз-Дага и Букантау), но хлоридные натриевые воды сменяются водами разного солевого состава.

Для центральной части Карагатинского бассейна, где наблюдаются высокие напоры, воды с плотным остатком от 1 до 3 г/л — сульфатные натриевые, в краевых частях — хлоридные натриевые.

Указанные соотношения в распространении вод неодинакового состава и минерализации обусловлены различием пластовых давлений, а также высотой современных областей питания и дренирования. Существуют, очевидно, условия отжима подземных вод от центральной высоконапорной зоны к периферии, где они обладают меньшими напорами и сменяются безнапорными водами.

Встречное движение от области питания к области разгрузки вследствие аридности климата, а также структурных особенностей залегания пластов развито слабо, что доказывается существованием зоны сухих пород, опоясывающей краевые части бассейнов (рис. 9, 10).

Подземные воды нижнемеловых юрских образований, залегающие на глубинах более 800 м, принадлежат к третьей гидродинамической зоне застойного режима. Минерализация хлоридно-натриевых вод более 10 г/л; они в основном седиментационные, так как юрские отложения после погружения под более молодые никогда позже в данном районе не обнажались на поверхность.

ПАЛЕОГИДРОГЕОЛОГИЯ¹

Первый этап после варисского орогенеза в пермский и триасовый периоды характеризовался пенепленизацией и образованием мощной (до 100 м) коры выветривания (в настоящее время погребенной под более молодыми породами), что указывает на довольно продолжительное ее формирование в теплом и влажном климате (рис. 16). Условия образования подземных вод в эти периоды не ясны.

В юрское время существовали тектонические депрессии, в которых накапливались континентальные и морские осадки. Границы распространения пород юрского возраста проходят далеко от современной границы горных возвышенностей, намечая контур прежней суши,

¹ При рассмотрении палеогидрогеологических условий мы используем данные табл. 15 (коэффициенты, определяющие степень участия поверхностных вод, атмосферных осадков в питании подземных вод, что прежде всего выражается в их опреснении, изменении соотношения $\frac{rNa}{rCl}$ и увеличении содержания иона SO_4). То же

характерно и для поверхностных водоемов. Так, соотношение $\frac{rNa}{rCl}$ для реликтовых поверхностных водоемов колеблется от 0,7 до 0,8; океанической воды — 0,85; Каспийского моря — 0,91, Аральского — 0,99, т. е. чем больше степень опреснения, тем выше значение этого коэффициента.

площадь которой была, по-видимому, значительно меньше той, которая занята сейчас Центральными Кызылкумами. Мелкосопочник юрского периода, сложенный палеозойскими отложениями, погребен под более молодыми меловыми и палеогеновыми образованиями и фиксируется лишь в контурах современных тектонических мульд (Канимехской, Укузкакской и др.), часть его вошла в современные горные сооружения, но, по-видимому, без сохранения фрагментов поверхностей юрского периода. Подземные воды юрского времени, сопряженные с континентальными образованиями, трансгрессией альбского моря были погребены под более молодые отложения и позже в пределах рассматриваемой территории не участвовали в процессе водообмена. По составу они относятся к хлоридным натриевым с коэффициентом $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}} = 0,8$, указывающим на сильную метаморфизацию состава вод в условиях отсутствия водообмена (табл. 15).

Режим бассейна мелового периода был чрезвычайно непостоянным; состав и минерализация вод различны за счет рассоления их в прибрежной зоне и у островов, сложенных породами палеозойского возраста, водами речных потоков и атмосферными осадками. Влияние последних возрастало и наибольшего значения достигло к туронскому веку, когда в центральной части региона прибрежно-морские континентальные толщи и острова имели наибольшие площади.

Древняя кора выветривания, представленная каолиновыми глинами, сейчас образует водоупор, разделяющий местами водоносные толщи меловых отложений складчатого домезозойского фундамента.

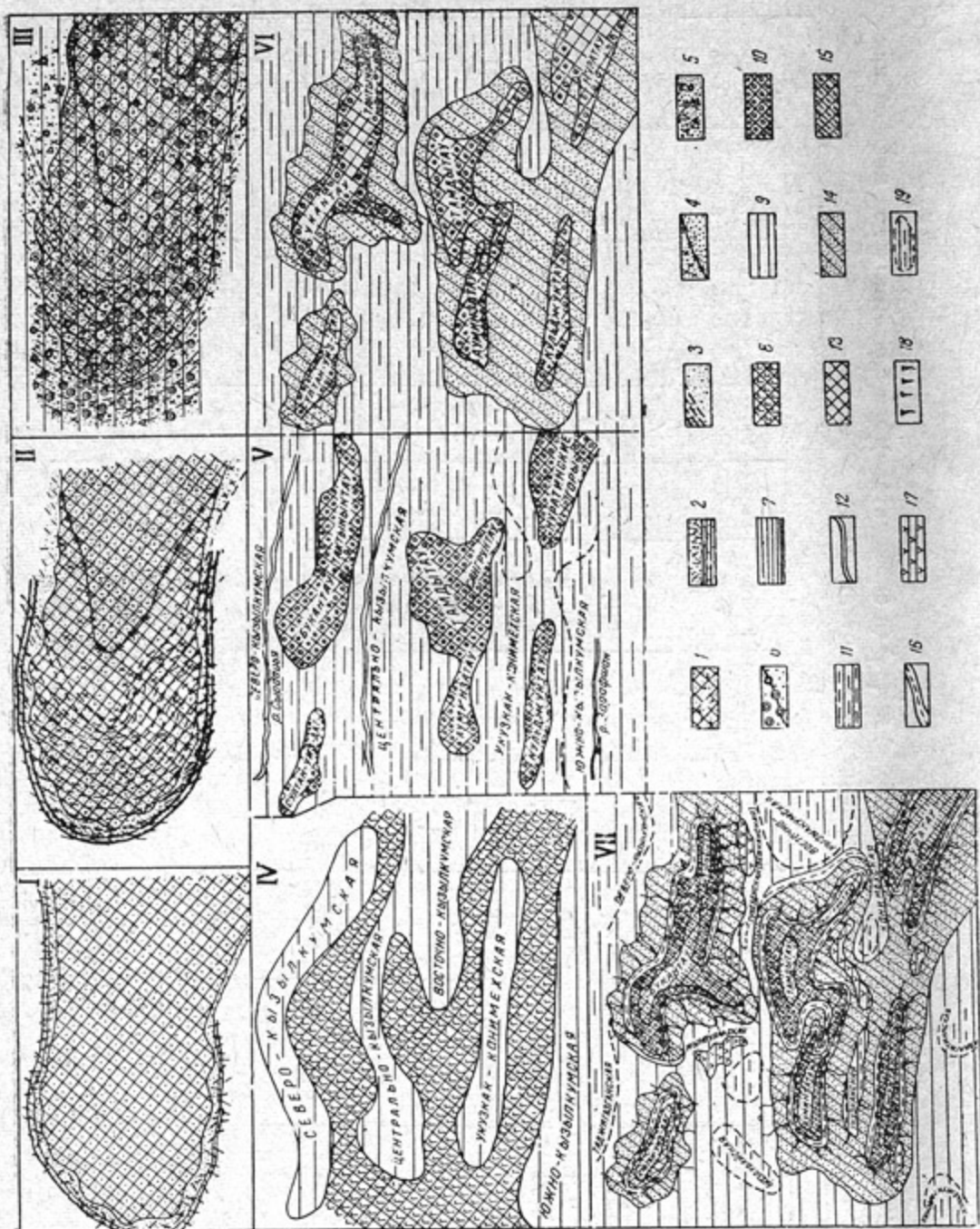
Для отложений мелового возраста характерны подземные воды сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные натриевые. Минерализация изменяется от 1,6 до 11 г/л. Соотношение $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$ колеблется от 0,7 до 1,8 и даже 3,5, свидетельствуя о том, что, кроме седиментационных вод, присутствуют воды, претерпевшие значительные изменения. Интересны осадочные дайки толщиной 10—15 см, вертикально или диагонально прорезающие толщу палеогеновых глин. Сложены они окремненным очень крепким серым песчаником. Впервые они отмечены без описания причин возникновения в осадочной толще в 1940 г. по бортам Карагатинской впадины. Такие „жилы“ из окремненного песчаника, по данным А. В. Пахомовой и Л. Г. Карпова, наблюдаются по бортам впадин в Северных Кызылкумах. Эти дайки с точки зрения палеогидрогеологии можно рассматривать как древние песчаные пробки, образованные восходящими струями подземных вод в момент первого этапа образования бессточных впадин.

В палеогеновых водоносных пластах (палеоценовых, эоценовых и олигоценовых) минерализация подземных вод изменяется в пределах 2—37 г/л. Состав вод сульфатно-хлоридный натриевый. Преобладают седиментационные воды с отношением $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$, близким к единице, а $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}} > 1$ (табл. 15) характерно для окраинных частей артезианских бассейнов и указывает на заметное влияние атмосферных вод.

В миоцен-плиоценовый этап вся территория была превращена в сушу. В предгорных аллювиально-пролювиальных породах этого времени области сноса были сложены преимущественно гипсоносными палеогеновыми образованиями, в которых формировались воды значительной минерализации. Реликтовые воды плиоценовых отложений

Характерные коэффициенты $\frac{rNa}{rCl}$ (в числителе) и $\frac{rSO_4}{rCl}$ (в знаменателе) для подземных вод мезозойских и кайнозойских отложений

Возраст водосодержащих пород	Артезианские бассейны											Район Каганских структур
	Юго-Восточный Приаральский (Тахтакумский)	Северо-Кызылкумский	Базавый-ский	Тубелек-ский	Восточно-Кызылкумский	Канимех-ский	Кызылкакский	Укуз-какский	Кульджунтин-ский	Аякагит-минский	Мынбулак-ский	
Четвертичные	$\frac{2,2}{1,9}$	—	$\frac{1,5}{1,4}$	—	—	$\frac{1,6}{1,4}$	—	—	$\frac{2,0}{3,1}$	—	—	—
Плиоценовые	$\frac{2,3}{0,98}$	$\frac{2,3}{1,54}$	$\frac{1,4}{0,9}$	$\frac{1,4}{1,7}$	$\frac{1,3}{1,6}$	$\frac{0,9}{0,8}$	—	—	$\frac{1,3}{1,7}$	$\frac{2,6}{3,2}$	—	—
Олигоценовые	—	—	$\frac{1,8}{0,6}$	$\frac{1,0}{1,8}$	$\frac{1,0}{1,6}$	$\frac{1,3}{0,7}$	$\frac{1,3}{0,7}$	$\frac{1,4}{1,1}$	$\frac{1,8}{1,3}$	—	$\frac{1,1}{0,4}$	—
Эоценовые	—	$\frac{2,0}{1,5}$	—	$\frac{1,3}{0,5}$	—	$\frac{0,6}{0,3}$	$\frac{1,1}{0,7}$	$\frac{1,2}{0,7}$	$\frac{1,0}{0,5}$	—	—	—
Сенон-верхнетуронские	$\frac{1,1-3,5}{0,6-4,5}$	$\frac{1,1-2,5}{0,6-2,8}$	$\frac{1,2-2,9}{0,3-2,4}$	$\frac{1,4-3,5}{0,7-2,5}$	—	$\frac{0,3-1,7}{0,5-2,0}$	—	—	$\frac{1,1-1,1}{0,6-2,3}$	—	$\frac{1,3-2,0}{0,0-1,3}$	$\frac{0,9-2,1}{0,05-4,1}$
Нижнетурон-сеноманские	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{2,3}{0,8}$	$\frac{1,4}{0,13}$
Альбские	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{1,2}{1,3}$
Юрские	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{0,8}{0,01}$



сильно минерализованы (до 32,2 г/л), по составу хлоридные натриевые.

С ростом горных сооружений четвертичного времени более благоприятными становились условия замещения в водосодержащих толщах седиментационных вод водами атмосферного происхождения.

Подземные воды накоплений четвертичного возраста на рассматриваемой территории распространены относительно ограниченно.

Аллювиально-пролювиальные и пролювиальные осадки предгорных шлейфов водоносны только на участках, где их мощность более 50 м и они залегают на склонах синклинальных депрессий. Формирование седиментационных вод происходило в условиях значительного поверхностного стока с горных возвышенностей, за счет которого и образовывались пресные грунтовые воды. Современное питание этих вод со стороны горных возвышенностей незначительно и ограничено: подземного — вдоль контактов с водосодержащими толщами палеозойских отложений и поверхностного — по суходолам. Для центральных частей межгорных пространств на поверхностях четвертичного плато и на водораздельных предгорных равнинах четвертичный покров сдренирован. В верхнем слое его наблюдается значительное развитие гипсовой коры выветривания, которая является, по-видимому, результатом диагенеза грунтовых вод, содержащихся в этих отложениях в предшествующие эпохи.

Существование обширных бассейнов грунтовых вод с близким залеганием зеркала к поверхности способствовало процессам испарения и образования гипсовых кор выветривания. Что касается подземных вод глубоких горизонтов, то в плиоцен-раннечетвертичное время, когда не существовало ни Аральского моря, ни бессточных впадин, региональные зоны дренирования располагались, очевидно, далеко на западе от рассматриваемой территории.

Рис. 16. Палеогидрогеологические схемы.

I—юрский период: 1—мелкосопочник, представленный породами палеозойского возраста, где шло образование коры выветривания, здесь были развиты трещинные и карстовые воды в верхней зоне пород; 2—тектонические депрессии, в которых происходило накопление континентальных терригенных отложений с образованием в них подземных вод пластового типа.

II—меловой период. Трансгрессии: 3—нижнемелового; 4—сеноман-нижнетуронского и 5—сеноманского эпиконтинентальных морей с образованием у их границ терригенных отложений прибрежно-морской фации, реже морской (в нижнем туроне), в которых шло образование подземных вод пластового типа в условиях активного водообмена.

III—палеогеновый период. Трансгрессии: 6—палеоценовая; 7—эоценовая; когда, по-видимому, была целиком затоплена вся территория, острова сеноманского и палеозойского мелкосопочника, возможно, сохранились лишь в юго-восточной части, где и шло образование подземных вод в условиях, аналогичных меловому мелкосопочнику.

IV—олигоцен-миоценовые эпохи. Регрессия палеогенового моря. Образование первых неровностей суши: 8—поднятий, сложенных олигоценными отложениями, где наблюдались процессы смыва; 9—депрессий, в которых шло накопление лагуно-континентальных отложений—буро-красных глин—и формировались напорные воды в нижележащих палеогеновых и меловых отложениях.

V—плиоценовая эпоха: 10—обособление отдельных горных возвышенностей, сложенных с поверхности палеогеновыми и меловыми отложениями, которые являлись областями площадного смыва; 11—сингенетические депрессии с образованием бассейнов грунтовых вод в плиоценовых отложениях; 12—возможные направления древних речных потоков.

VI—среднечетвертичная эпоха. Значительные поднятия, приведшие к образованию: 13—горных массивов, сложенных породами палеозойского возраста; 14—предгорных шлейфов, сложенных песчано-галечниковыми отложениями с сингенетическими бассейнами грунтовых вод. Распространение бассейнов грунтовых вод в плиоценовых отложениях.

VII—верхнечетвертичная и современная эпохи. Дальнейший рост горных возвышенностей и с образованием: 15—новых, орографически более высоких, областей сноса и соответственно питания подземных вод. Захват тектоническими движениями равнинных пространств, в связи с этим значительное их расчленение, выражающееся в возникновении: 16—субсеквентных понижений; 17—бессточных впадин (зон дренирования подземных вод); 18—долин временных потоков, поперечных к простиранию хребтов.

В результате этих процессов отложения предгорных шлейфов (14) и часть плиоценовых (11) были сдренированы; площади, занятые ими, стали зонами распространения первых от поверхности глубоких межпластовых вод в породах мелового и палеогенового возрастов. В центральных частях межгорных депрессий сохранились; 19—реликтовые бассейны грунтовых вод в плиоценовых отложениях.

В результате можно отметить основные моменты в истории формирования подземных вод, определившие их современные гидрогеологические условия.

1. Формирование центральной орогенной зоны как водораздела между Северо-Кызылкумской и Южно-Кызылкумской платформами, наметившееся в юрский, а затем в послепалеогеновый периоды.

2. Существование в меловой период единого бассейна с солеными водами хлоридного натриевого состава, который позднее поднимающейся центральной орогенной зоной был расчленен на ряд бассейнов второго порядка.

По составу воды всех бассейнов мелового и палеогенового периодов были хлоридными натриевыми. Такой же состав характерен и для седиментационных вод бассейнов центрального региона (Укузкакского, Мынбулакского, Канмехского, Ташкуринского и др.).

3. Возникновение местных областей питания (горные возвышенности) и дренирования (бессточные впадины), усиливших процесс водообмена в подземных водах. В результате наблюдается распространение вод смешанного состава вблизи современных горных возвышенностей, при этом в направлении с запада на восток это влияние было более интенсивным (рис. 16).

4. Формирование в настоящее время подземных вод в четвертичных отложениях локализованы по долинам Зарафшана и Амударьи и на участках предгорных шлейфов, которые ввиду слабого поверхностного стока с современных горных возвышенностей накапливаются очень медленно.

Глава IV

УСЛОВИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Из сопоставления разрезов по артезианским бассейнам видно, что наибольшим количеством водосодержащих толщ характеризуются разрезы северного (II) и юго-западного регионов (III). В пределах центрального (I) — наибольшей водоносностью обладают Мынбулакский и Карагатинский бассейны (рис. 17).

В отношении наличия вод, пригодных для использования в народном хозяйстве, наиболее перспективна толща верхнемеловых, главным образом сенон-туронских пород. Подземные воды этих отложений широко используются для питья, орошения, а также в бальнеологических целях. По качеству они отвечают нормам, предъявляемым Министерством сельского хозяйства питьевым, оросительным и водопойным водам в условиях Кызылкумов.

Для водоснабжения районных и областных центров пустынной зоны согласно справке, выданной в 1960 г. Главной Госсанинспекцией СССР, возможно применение вод с минерализацией не более 1,5 г/л и содержанием иона SO_4 до 500 мг/л и Cl —300 мг/л (табл. 16).

До последнего времени водоснабжение Кызылкумов базировалось на колодезных и родниковых пресных и солоноватых водах с минерализацией 1—3 г/л. Исходя из этого воды сенон-туронских отложений с минерализацией до 1,5 и 2,7 г/л при отсутствии вод лучшего качества могут быть приняты как условно питьевые.

В бактериальном отношении подземные воды совершенно чистые, колититр превышает 333—500, а количество микроорганизмов в 1 м³ воды — 2—10. По физическим свойствам воды прозрачные, бесцветные, но с ощутимым запахом сероводорода, содержание которого колеблется от 0,5 до 8,0 мг/л.

Содержание Pb, As, Cu, Mo, Zn, F, влияющих на качество питьевых вод, варьирует в пределах 0,001—0,02 и не выходит за рамки допустимого.

Температура воды 18—60°, возможно, и более. Термальность вод, содержание сероводорода и других специфических компонентов выдвигает их в разряд бальнеологических. Необходимо отметить, что почти возле каждой скважины с термальной водой строится водолечебница. В 1958 г. был поставлен вопрос о бальнеологическом использовании вод этой толщи в районе Бухары, а в 1961 г. близ дома отдыха „Махаса“ пробурена скважина, давшая термальную воду (45°) с минерализацией 2,8 г/л, содержащую сероводород, йод (0,41 мг/л),

a

Возраст и литология	Мощность, м	Средняя скорость, м/сек	Средняя глубина, м
 P_1	70	0,5-1,0	0,1-0,3
 P_2	50	0,5-1,0	0,1-0,3
 P_3	25	—	—
 P_4	300	—	—
 P_5	520	1,5-5,0	0,0-0,0
 P_6	200	—	—
 P_7	—	—	—

б

Возраст и литология	Мощность, м	Средняя скорость, м/сек	Средняя глубина, м
 P_1	120	0,5-1,0	0,1-0,3
 P_2	50	—	—
 P_3	250	—	—
 P_4	150	3,8-5,5	0,0-0,0
 P_5	120	—	—
 P_6	80	1-5	—
 P_7	70	—	—
 P_8	60	0,5-1,0	0,1-0,3

в

Возраст и литология	Мощность, м	Средняя скорость, м/сек	Средняя глубина, м
 P_1	320	7,4-12,0	0,5
 P_2	120	1,5-5,0	1-5
 P_3	200	—	—
 P_4	180	1,8-2,5	—
 P_5	180	—	—
 P_6	310	5,0-15,0	—

г

Возраст и литология	Мощность, м	Средняя скорость, м/сек	Средняя глубина, м
 P_1	50	0,5-1,0	0,1-0,3
 P_2	50	—	—
 P_3	200	—	—
 P_4	200	1,5-5,0	0,0-0,0
 P_5	180	—	—
 P_6	100	1,5-5,0	1-5
 P_7	700	—	—

д

Возраст и литология	Мощность, м	Средняя скорость, м/сек	Средняя глубина, м
 P_1	140	—	—
 P_2	300	—	—
 P_3	10-20	0,2-5,0	0,1-0,3
 P_4	520-300	1,2-5,5	0,07
 P_5	780	0,5-5,0	0,1-1,0
 P_6	—	—	—
 P_7	—	—	—
 P_8	—	—	—
 P_9	—	—	—
 P_{10}	—	—	—
 P_{11}	—	—	—

е

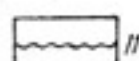
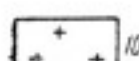
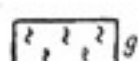
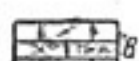
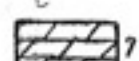
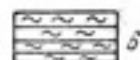
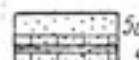
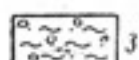
Возраст и литология	Мощность, м	Средняя скорость, м/сек	Средняя глубина, м
 P_1	250	5-30	0,1-1,0
 P_2	680	1,7-5,7	—
 P_3	760	1,0-5,0	1,0-10,0
 P_4	—	—	—
 P_5	—	—	—
 P_6	—	—	—
 P_7	—	—	—
 P_8	—	—	—
 P_9	—	—	—
 P_{10}	—	—	—
 P_{11}	—	—	—

ж

Возраст и литология	Мощность, м	Средняя скорость, м/сек	Средняя глубина, м
 P_1	50	0,5-2,0	1-10
 P_2	10-20	5,0	1,5-1,0
 P_3	130	—	—
 P_4	90	2,0-10	0,1-5,0
 P_5	300	—	—
 P_6	50	—	—
 P_7	30	—	—
 P_8	70	1,1-5,0	1,0-10,0
 P_9	120	—	—
 P_{10}	80	—	—
 P_{11}	>1000	1,3-10,0	0,1-1,0

з

Возраст и литология	Мощность, м	Средняя скорость, м/сек	Средняя глубина, м
 P_1	150	0,5-1,0	0,5-1,0
 P_2	170	—	—
 P_3	240	0,5-5,0	0,1-2,0
 P_4	150	—	—
 P_5	740	1,0-10,0	1,0-5,0
 P_6	50-100	2-5	1-10
 P_7	50-100	1,0-5,0	1,0-10,0
 P_8	320	5,0-10,0	—
 P_9	>600	1,5	1,5



бром (2,02 мг/л) и др. Сейчас на базе этой скважины организована водолечебница.

Пригодность вод для ирригационных целей определяется по значениям коэффициента К, который для Мынбулакского бассейна колеблется в пределах 0,7—3,0. На опытных поливных участках в сел. Басбулак и Аксай эти воды применяются для орошения при наличии хороших дренажных условий.

К настоящему времени естественные ресурсы и эксплуатацион-

Таблица 16

**Нормы питьевых, оросительных и водопойных вод для Кызылкумов
(по данным МСХ УзССР)**

Химический состав	Нормы						
	един. измерения	для питья			для водопоя каракульской овцы и верблюдов		для орошения
		по требованию М-ва сел. хоз-ва УзССР	по Лисичину, для сухих степей	отдел земельных угодий	по Граждан П. Е.	по требованию МСХ УзССР	
Плотный остаток	г/л	Не более 2,5	1—1,5	500	Не более 3	Не более 8	Не более 5
Хлор	мг/л	—	150—200	35	—	—	—
Серная кислота (SO ₄)	•	—	300—500	100	—	—	—
Азотная кислота (N ₂ O ₃)	•	—	—	Сл.	—	—	—
Азотистая кислота (N ₂ O ₅)	•	—	—	15	—	—	—
Аммиак (NH ₃)	•	—	—	Сл.	—	—	—
Железо (Fe)	•	—	—	0,1	—	—	—
Окисляемость (KM и O ₄)	•	—	—	10	—	—	—
Жесткость	Немец. град.	—	30—40	20	Не более 20	—	—
(Na ₂ CO ₃)	г/л	—	—	—	—	—	Не более 1
(NaCl)	•	—	—	—	—	—	Не более 2

ные запасы подземных вод рассматриваемой толщи определены только по двум бассейнам — Мынбулакскому и Карагатинскому, по первому из них динамические запасы составляют 31 тыс. м³/сут, по второму — 71,7; соответственно статические запасы равны 31,10⁹ и 72,10⁹ м³.

Динамические запасы по остальным бассейнам, полученные методом интерпретации, имеют следующие значения, выражаемые в тыс. м³/сут на 1 лог-км фронта потока со средней мощностью водоносного горизонта 150 м:

Рис. 17. Геолого-гидрогеологические разрезы артезианских бассейнов:

1—супеси, суглинки, алевролиты; 2—галечники, щебенка с песком; 3—пески, часто глинистые с окатышами глин; 4—песчаники, конгломераты; 5 (а—пески мелко- и среднезернистые, б—пески, глины, песчаники в частом переслаивании); 6—глины; 7—мергели, часто алевролитовые; 8—песчаники разнозернистые; 9—сланцы; 10—изверженные породы; 11—стратиграфические несогласия. Артезианские бассейны: а—Юго-Восточно-Приаральский; б—Северо-Кызылкумский; в—Базаубай-Алтыкырский; г—Мынбулакский; д—Тубележский; е—Восточно-Кызылкумский; ж—Карагатинский; з—Кульдзуктинский.

* Без учета упругих запасов.

Юго-Восточно-Приаральский	-2,
Северо-Кызылкумский	-2,
Мынбулакский	-0,3,
Базаубайский	-0,5,
Тубелекский	-0,5,
Кызылкакский	-0,1,
Восточно-Кызылкумский	-0,5,
Ташкуринский	-0,1,
Карагатинского	-0,5,
Укузкакский	-0,3,
Аякагитминский	-0,1,
Кульджуктинский	-1,
Калаатинский	-1,
Бухаро-Каршинский	-2.

Всего 10 тыс. $\text{м}^3/\text{сут.}$, а на 1 пог. км толщи и 1 м мощности водоносного горизонта—65 $\text{м}^3/\text{сут.}$

Полученные величины (0,1—1,0) указывают на относительно неблагоприятные условия формирования современного подземного стока в условиях пустынного климата для группы бассейнов центрального региона. Для открытых артезианских бассейнов в Северных и Юго-Западных Кызылкумах, где существенное значение имеет подземный приток из соседних гидрогеологических областей, величина подземного стока более высокая (1—2).

Приведенные данные должны быть проверены режимными наблюдениями в условиях эксплуатации подземных вод. При этом эксплуатационные расходы не должны превосходить динамические запасы. Например, чрезмерная эксплуатация подземных вод по Карагатинскому и Мынбулакскому бассейнам привела к тому, что за 10 лет произошло снижение пьезометрического уровня на 0,5 м (табл.—17—21*).

На опытных водозаборах Карагатинского бассейна, где с 1962 г. отбирались 100—120% динамических ресурсов, снижение уровня достигло 4,2—6,2.

Тенденция к стабилизации расходов не выявляется, следовательно, данные о динамических ресурсах подземных вод близки к действительным. В большинстве пунктов горных массивов, вскрывающих воды палеозойских отложений, также произошло общее снижение уровней от 0,05 до 2,5 м, сопровождающееся увеличением минерализации (табл. 22). Это может быть связано с общим уменьшением количества выпадающих атмосферных осадков и отрицательными значениями интегральной суммы осадков в последние годы (табл. 23). Возможно, снижение является следствием интенсивной эксплуатации подземных вод в прилегающих артезианских бассейнах. Принятые темпы эксплуатации могут привести в ближайшие 20—30 лет не только к исчезновению самоизливающихся вод, но и к истощению водоносной толщи.

Подземные воды в нижнетурон-сеноманских и нижнемеловых осадках залегают более глубоко и не обладают теми качественными и количественными показателями, которые свойственны водам сенон-туронских пород, поэтому они менее перспективны для практического использования.

Линзы пресных грунтовых вод в песчаных массивах могут рассматриваться как существующие и перспективные источники питьевых вод.

Объемные запасы пресных вод, подсчитанные по формуле:

$$Q = v_{\mu},$$

* Таблицы составлены по данным А. С. Анарбаева, М. С. Гринберг, Печорина и др.

Таблица 17

Данные об изменениях отдельных показателей режима подземных вод
в сенон-туронских отложениях Мынбулакского бассейна

Год наблюдений	Гидродинамические зоны			
	питания, напорного движения, дренирования			
	кол. Таскудук	скв. 7 (17)	скв. 7(47)	скв. 5(81)
1954	—	—	$\frac{—}{3,4}$	$\frac{—}{3,7}$
1955	—	$\frac{32,9}{1,8}$ (19,6)	$\frac{0,6}{3,3}$ (16,2)	$\frac{3,3}{3,2}$ (17,0)
1956	$\frac{6,5}{1,1}$ (14,3)	$\frac{32,2}{1,1}$ (17,1)	$\frac{1,7}{3,1}$ (14,4)	$\frac{3,3}{3,06}$ (16,5)
1957	$\frac{6,5}{1,1}$ (15,4)	$\frac{32,8}{1,8}$ (19,1)	—	$\frac{3,9}{3,9}$ (19,8)
1958	$\frac{6,8}{1,2}$ (13,8)	$\frac{32,7}{1,6}$ (19,1)	$\frac{1,1}{4,0}$ (16,7)	$\frac{3,9}{3,5}$ (16,8)
1959	—	$\frac{32,8}{1,6}$ (19,2)	—	—
1962	—	$\frac{32,8}{1,6-1,7}$ (18,7)	$\frac{1,01}{3,7}$ (16,2)	—
Изменения	$\frac{-0,3}{+0,09}$ (—0,5)	$\frac{-0,1}{-0,1}$ (—0,4)	$\frac{+0,4}{+0,6}$ (+0,5)	$\frac{-0,6}{-0,2}$ (—0,2)

Продолжение табл. 17

Год наблюдений	Гидродинамические зоны			
	питания, напорного движения, дренирования			
	скв. 8(95)	скв. 2(97)	скв. 2(98)	источник Мынбулак
1954	—	—	—	$\frac{0,54}{2,90}$ (18,7)
1955	—	—	—	$\frac{0,5}{2,1}$ (18,1)
1956	$\frac{0,8}{2,6}$ (19,0)	$\frac{1,8}{4,27}$ (15,8)	$\frac{1,8}{4,2}$ (15,8)	$\frac{0,4}{2,1}$ (18,4)
1957	$\frac{1,1}{3,1}$ (18,7)	$\frac{2,3}{4,3}$ (16,6)	$\frac{2,3}{4,3}$ (16,6)	$\frac{0,3}{2,8}$ (18,0)
1958	$\frac{1,3}{3,5}$ (17,04)	$\frac{2,3}{4,03}$ (15,7)	$\frac{2,3}{4,03}$ (15,7)	$\frac{0,2}{2,6}$ (18,1)
1959	$\frac{1,2}{3,3}$ (16,9)	—	—	$\frac{0,1}{2,5}$ (17,5)
1962	$\frac{1,3}{3,4}$ (17,0)	—	—	$\frac{0,2}{2,6}$ —
Изменения	$\frac{+0,5}{+0,8}$ (—2,1)	$\frac{-0,5}{-0,06}$ (—0,7)	$\frac{-0,4}{-0,2}$ (—0,03)	$\frac{-0,2}{-0,4}$ (—0,6)

Год наблюдений	Гидродинамические зоны			
	питания, напорного движения, дренирования			
	источник Бессекли	колодец Джура	колодец Итемир	колодец Каракудук
1954	$\frac{0,09}{2,90}$ (14,5)	—	$\frac{6,6}{3,7}$ (13,6)	$\frac{1,1}{4,7}$ —
1955	$\frac{0,1}{2,7}$ (14,8)	$\frac{4,7}{3,8}$ (14,0)	$\frac{6,6}{3,7}$ (13,7)	$\frac{1,1}{4,0}$ (14,7)
1956	$\frac{0,09}{2,6}$ (15,3)	$\frac{4,6}{3,7}$ (14,0)	$\frac{6,5}{3,6}$ (15,4)	$\frac{1,1}{4,3}$ (15,6)
1957	$\frac{0,07}{2,5}$ (14,8)	$\frac{4,9}{4,06}$ (14,6)	$\frac{7,1}{4,1}$ (15,4)	$\frac{1,1}{4,3}$ (16,3)
1958	$\frac{0,08}{2,6}$ (14,4)	$\frac{5,3}{3,8}$ (15,06)	$\frac{6,9}{3,4}$ (13,7)	$\frac{2,3}{4,3}$ (15,2)
1959	—	—	—	—
1962	$\frac{0,08}{2,1}$ (15,6)	—	—	—
Измене- ния:	$\frac{\pm 0,1}{-0,3}$ ($\pm 0,5$)	$\frac{-0,6}{-}$ ($+1,0$)	$\frac{-0,3}{-0,3}$ ($+0,1$)	$\frac{-1,1}{-0,3}$ ($+0,5$)

Продолжение табл. 17

Год наблюдений	Гидродинамические зоны				
	питания, напорного движения, дренирования				
	скв. 5(7)	скв. 7(11)	скв. 1(14)	скв. 9(23)	скв. 6(24)
1954	—	—	$\frac{0,9}{3,6}$ (16,7)	—	—
1955	$\frac{10,4}{2,1}$ (20,3)	$\frac{15,2}{3,4}$ (32,5)	$\frac{0,9}{3,6}$ (16,6)	$\frac{25,5}{3,4}$ (38,5)	$\frac{27,2}{2,7}$ (37,6)
1956	$\frac{9,8}{2,01}$ (19,9)	$\frac{14,8}{4,4}$ (32,0)	$\frac{1,6}{3,1}$ (16,9)	$\frac{25,3}{3,2}$ (37,7)	$\frac{27,3}{2,5}$ (37,1)
1957	$\frac{7,5}{2,1}$ (18,5)	$\frac{12,1}{4,5}$ (32,3)	$\frac{1,5}{3,9}$ (16,6)	$\frac{30,3}{3,3}$ (30,9)	$\frac{14,5}{2,6}$ (38,0)
1958	$\frac{7,6}{2,0}$ (19,9)	$\frac{11,9}{4,5}$ (32,14)	$\frac{1,7}{3,8}$ (16,8)	$\frac{31,4}{3,2}$ (37,0)	$\frac{24,5}{2,6}$ (37,4)
1959	$\frac{7,1}{1,9}$ (19,0)	$\frac{13,9}{4,6}$ (32,2)	—	$\frac{35,2}{3,05}$ (37,4)	$\frac{23,7}{2,4}$ (37,1)
1962	$\frac{7,6}{2,0}$ (18,0)	$\frac{14,3}{-}$ (33,5)	$\frac{1,7}{3,8}$ (17,0)	$\frac{35,31}{-}$ (36,7)	$\frac{24,3}{2,8}$ (37,0)
Измене- ния:	$\frac{-2,8}{\pm 0,2}$ ($\pm 1,9$)	$\frac{-0,9}{+1,1}$ ($\pm 0,5$)	$\frac{-0,8}{+0,2}$ ($\pm 0,1$)	$\frac{+10,0}{-0,4}$ ($+1,1$)	$\frac{-3,0}{-0,3}$ ($-0,5$)

Год наблюдений	Гидродинамические зоны			
	питания, напорного движения, дренирования			
	скв. 3(41)	скв. 8(42)	скв. 6(60)	скв. 3(79)
1954	$\frac{1,8}{3,6}$ (17,5)	—	—	$\frac{0,4}{5,3}$ (20,0)
1955	$\frac{1,3}{3,6}$ (17,4)	$\frac{10,9}{2,5}$ (24,5)	$\frac{18,0}{0,9}$ (20,0)	$\frac{0,3}{5,3}$ (20,0)
1956	$\frac{1,1}{3,4}$ (17,1)	$\frac{10,3}{2,4}$ (24,1)	$\frac{17,8}{0,8}$ (19,9)	$\frac{0,3}{5,1}$ (19,5)
1957	$\frac{1,06}{3,4}$ (17,7)	$\frac{9,4}{2,5}$ (23,9)	$\frac{16,3}{1,04}$ (19,6)	$\frac{0,3}{4,9}$ (17,7)
1958	$\frac{0,8}{3,3}$ (17,16)	$\frac{9,5}{2,4}$ (24,3)	$\frac{11,4}{0,8}$ (19,9)	$\frac{0,3}{4,9}$ (19,9)
1959	$\frac{0,7}{3,4}$ (17,3)	$\frac{10,08}{2,4}$ (24,0)	$\frac{11,4}{0,9}$ (19,7)	$\frac{0,3}{1,9}$ (19,2)
1962	$\frac{0,8}{—}$ (16,8)	$\frac{10,7}{2,5}$ (24,5)	$\frac{11,6}{0,9}$ (18,0)	$\frac{0,3}{—}$ (20,0)
Измене- ния:	$\frac{-0,9}{-0,2}$ (-0,7)	$\frac{\pm 0,2}{-0,08}$ ($\pm 0,5$)	$\frac{-5,5}{\pm 0,1}$ (-1,3)	$\frac{-0,04}{-0,4}$ ($\pm 0,8$)

Примечание. Для таблиц 17, 18, 19, 20, 21, 22: в числителе — уровень подземных вод; в знаменателе — общая минерализация; в скобках — температура, °C.

где Q — запасы гравитационной воды, $м^3$;

μ — коэффициент водоотдачи;

v — объем водовмещающей толщи,

для каждого из выделенных песчаных массивов приведены в табл. 24. Средняя величина мощности 1 м, пористость водовмещающих пород 36 %, удельная водоотдача 0,2, средний расход колодца 0,2 л/сек, продолжительность периода эксплуатации 9 мес.

Из сопоставления (табл. 24) видно, что эксплуатация вод песчаных массивов не так велика и не превышает динамические ресурсы, которые для наиболее крупной линзы Восточно-Кызылкумского бассейна равны 10625 $м^3/сут$ или 0,12 л/сек, исходя из следующих данных, принятых нами условно: средняя мощность пресной линзы 25 м; фронт потока (растекания) 85000 м, уклон 0,001; $K=3 м/сут$.

В пределах оазисной зоны также имеется некоторый запас подземных вод, которые могут быть использованы в качестве условно питьевых и оросительных. Так, в Бухарском оазисе в засушливом 1958 г. Пастбищно-мелиоративно строительным трестом было пробурено около 150 скважин глубиной до 50 м для получения подземных вод на орошение; дебиты по отдельным скважинам колебались от 6 до 10 л/сек. Общий единовременный забор воды достигал 1050 л/сек или 8400 $м^3/сут$.

**Данные об изменениях отдельных показателей режима подземных вод
в сенон-туронских отложениях
Канимехский (Карагатинский) артезианский бассейн**

Год наблю- дений	Гидродинамические зоны				
	питания	напорного движения			дренирования
	колодец Кусайкудук	колодец Кызылкудук	колодец Азиек	скв. 4(6)	родник Чингизлы I
1954	$\frac{2,5}{2,4}$ (14,7)	—	$\frac{1,6}{3,4}$ (16,5)	—	$\frac{3,9}{2,6}$ (18,0)
1955	$\frac{2,3}{1,9}$ (14,7)	$\frac{2,8}{1,2}$ (16,5)	$\frac{1,3}{3,9}$ (16,3)	—	$\frac{0,1}{2,3}$ (18,5)
1956	$\frac{2,5}{1,9}$ (14,6)	$\frac{2,8}{1,4}$ (18,4)	$\frac{2,1}{3,9}$ (17,7)	—	$\frac{0,106}{2,1}$ (18,5)
1957	$\frac{2,8}{1,8}$ (13,9)	$\frac{2,7}{1,4}$ (16,4)	—	$\frac{29,7}{2,6}$ (25,5)	$\frac{0,08}{2,5}$ (18,6)
1958	$\frac{3,1}{1,9}$ (15,14)	$\frac{3,6}{1,4}$ (16,3)	—	$\frac{30,6}{2,5}$ (25,9)	$\frac{0,08}{2,07}$ (18,04)
1959	—	—	$\frac{—}{2,6}$	$\frac{30,9}{—}$ (26,2)	$\frac{0,7}{2,1}$ (17,5)
1962	—	—	—	$\frac{29,7}{2,7}$ —	$\frac{1,8}{2,7}$ (18,2)
Изменения	$\frac{-0,5}{-0,4}$ (+1,07)	$\frac{-1,2}{+0,2}$ (-0,2)	$\frac{-0,5}{-0,7}$ (+1,2)	$\frac{+1,1}{+0,1}$ (+0,2)	$\frac{-2,1}{+0,1}$ (+0,5)

Продолжение табл. 18

Год наблюде- ний	Гидродинамические зоны				
	дренирования				
	родник Чингизлы II	родник Карагата	родник Коскудук	колодец Тахтакуль	колодец Аюказган
1954	—	$\frac{4,7}{1,7}$ (25,4)	$\frac{0,07}{—}$ —	—	—
1955	$\frac{0,1}{—}$ —	$\frac{3,4}{1,2}$ (25,5)	$\frac{0,029}{2,05}$ (15,4)	$\frac{0,6}{7,0}$ (15,3)	$\frac{1,1}{7,6}$ (15,7)
1956	$\frac{0,1}{—}$ —	$\frac{2,7}{1,1}$ (25,3)	$\frac{0,021}{1,3}$ (15,3)	—	$\frac{1,3}{5,7}$ (15,4)
1957	$\frac{0,09}{—}$ —	$\frac{2,2}{1,5}$ (25,2)	$\frac{0,011}{1,9}$ (15,8)	$\frac{1,1}{7,1}$ (14,5)	$\frac{1,2}{7,5}$ (14,6)
1958	$\frac{0,08}{—}$ —	$\frac{1,8}{1,6}$ (25,3)	$\frac{—}{1,8}$ (14,4)	$\frac{0,8}{6,7}$ (14,5)	$\frac{1,2}{7,2}$ (14,2)
1959	—	$\frac{1,7}{1,5}$ (25,0)	$\frac{—}{1,86}$ —	—	$\frac{1,3}{7,4}$ (14,6)
1962	$\frac{0,07}{—}$ —	$\frac{1,2}{1,6-1,7}$ (25,0)	—	—	—
Изменения	$\frac{-0,06}{—}$ —	$\frac{-3,5}{\pm 0,03}$ ($\pm 0,5$)	$\frac{-0,05}{+0,1}$ (-1,0)	$\frac{-0,2}{-0,2}$ (+1,2)	$\frac{+0,1}{-0,1}$ (-1,1)

Год наблюдений	Гидродинамические зоны				
	дренирования				
	скв. 5(2)	скв. 2 „Б“	скв. 8(3)	скв. 7(4)	скв. 5(10)
1954	—	—	—	—	—
1955	—	—	—	—	—
1956	$\frac{70,5}{8,5}$ —	—	$\frac{—}{4,4}$ —	$\frac{—}{3,6}$ (33,0)	$\frac{5,5}{2,7}$ (36,0)
1957	—	—	—	$\frac{3,9}{3,3}$ (33,8)	$\frac{4,4}{2,9}$ (36,4)
1958	$\frac{70,7}{10,1}$ (23,4)	$\frac{57,6}{1,1}$ (19,0)	$\frac{55,9}{3,2}$ (21,5)	$\frac{3,7}{3,7}$ (33,7)	$\frac{3,5}{2,8}$ (37,5)
1959	—	$\frac{57,8}{1,07}$ (19,6)	$\frac{55,4}{3,1}$ (21,4)	$\frac{4,5}{3,3}$ (32,8)	$\frac{3,5}{2,7}$ (37,2)
1962	—	—	$\frac{56,0}{3,5}$ (20,5)	$\frac{5,0}{3,5}$ (32,0)	$\frac{3,6}{2,9}$ (37,8)
Изменения	$\frac{-0,2}{+0,6}$ —	$\frac{+0,16}{—}$ (+0,6)	$\frac{\pm 0,9}{-0,9}$ ($\pm 0,5$)	$\frac{+1,7}{-0,1}$ ($\pm 0,2$)	$\frac{-2,0}{+0,3}$ ($\pm 1,2$)

Продолжение табл. 18

Год наблюдений	Гидродинамические зоны			
	дренирования			
	скв. 3(17)	скв. 3(15)	скв. 3 (19)	скв. 8(2)
1954	—	—	—	—
1955	—	—	$\frac{17,6}{2,02}$ (—)	—
1956	—	$\frac{19,05}{7,02}$ (18,0)	$\frac{17,4}{1,4}$ (23,5)	—
1957	—	—	$\frac{—}{1,9}$ (23,6)	—
1958	$\frac{9,82}{2,4}$ (19,1)	$\frac{28,3}{3,7}$ (39,5)	$\frac{11,1}{1,7}$ (23,4)	$\frac{21,3}{2,8}$ (17,6)
1959	$\frac{9,7}{2,6}$ (21,4)	$\frac{19,09}{3,4}$ (39,6)	$\frac{11,3}{1,8}$ (23,5)	$\frac{21,1}{2,7}$ (17,9)
1962	$\frac{—}{2,9}$ (18,5)	—	$\frac{10,5}{1,8}$ (23,2)	$\frac{23,3}{2,2}$ —
Изменения	$\frac{-3,1}{+0,3}$ ($\pm 1,3$)	$\frac{-8,02}{-3,1}$ —	$\frac{-6,4}{-0,07}$ ($\pm 0,3$)	$\frac{+0,1}{-0,6}$ (+0,2)

Данные об изменениях отдельных показателей режима подземных вод в сенон-туронских отложениях
Тубелекский артезианский бассейн

Год наблюдений	Гидродинамическая зона					
	дренирования					
	источник Желангач	родник Жингелъды	источник Тамлыбулак	св. 1(15)	св. 5(21,а)	св. 5(21)
1954	—	—	$\frac{11,9}{0,4}$ (21,9)	—	—	—
1955	$\frac{0,1}{3,4}$ (17,3)	—	$\frac{11,6}{0,7}$ (22,2)	—	$\frac{1,0}{0,8}$ (20,0)	$\frac{0,7}{0,7}$ (21,0)
1956	$\frac{0,1}{3,13}$ (17,5)	$\frac{1,06}{(6,9)}$ (20,7)	$\frac{11,8}{0,7}$ (22,1)	$\frac{0,033}{2,8}$ (30,4)	$\frac{0,9}{0,7}$ (21,5)	$\frac{0,6}{0,7}$ (21,0)
1957	$\frac{0,1}{3,02}$ (17,2)	$\frac{0,8}{6,4}$ (20,1)	$\frac{2,6}{0,7}$ (22,4)	$\frac{0,04}{2,8}$ (21,3)	$\frac{0,8}{0,6}$ (21,5)	$\frac{0,6}{0,7}$ (21,0)
1958	$\frac{0,1}{3,06}$ (15,1)	$\frac{1,07}{7,0}$ (20,5)	$\frac{2,2}{0,7}$ (23,5)	$\frac{0,04}{2,8}$ (20,7)	$\frac{0,8}{0,7}$ (21,7)	$\frac{0,5}{0,7}$ (21,0)
1959	—	—	$\frac{2,7}{0,6}$ (22,9)	$\frac{0,03}{2,9}$ (20,4)	$\frac{0,7}{0,7}$ (21,9)	$\frac{0,4}{0,7}$ (20,5)
1962	—	—	$\frac{2,6}{0,7}$ (22,3)	$\frac{0,02}{2,8}$ (19,1)	$\frac{0,9}{0,8}$ (21,1)	$\frac{0,6}{-0,7-0,8}$ (21,1)
Изменения	$\frac{-0,04}{0,3}$ (-21,7)	$\frac{+0,01}{+0,1}$ (-0,1)	$\frac{-0,02}{+0,3}$ ($\pm 0,4$)	$\frac{\pm 0,01}{+0,02}$ (-11,3)	$\frac{-0,04}{0,0}$ (+1,1)	$\frac{+0,07}{\pm 0,02}$ (-0,05)

В низовье долины Амударьи производится разведка пресных вод для водоснабжения областных и районных центров. Динамические запасы вод линз составляют: по Турткуль-Чимбайской 8910400 м³/год, Шуманайской 3928332, Хамаабадской 399102, объемные соответственно — 6056720, 1299600, 2640000 м³.

Из описанного видно, какие широкие перспективы существуют для практического использования подземных вод Кызылкумов. Вопрос водообеспечения той или иной части территории должен решаться комплексно и на основе жесткого режима водопользования.

Таблица 20

Данные об изменениях отдельных показателей режима подземных вод
в сенон-туронских отложениях
Аякагитминский бассейн

Год наблю- дений	Гидродинамическая зона				
	дренирования				
	источник Аякагитма	источник Башагитма	колодец Ташкудук	скв. 2(65)	скв. 6(81)
1954	$\frac{2,5}{2,6}$ (17,6)	—	$\frac{3,6}{4,3}$ (—)	$\frac{1,03}{2,8}$ (18,3)	$\frac{8,45}{2,0}$ (18,2)
1955	$\frac{2,5}{2,7}$ (17,6)	$\frac{0,9}{3,9}$ (17,6)	$\frac{2,6}{3,3}$ (16,1)	$\frac{1,04}{2,7}$ (18,5)	$\frac{7,6}{2,9}$ (18,4)
1956	$\frac{2,4}{2,5}$ (17,7)	$\frac{0,2}{4,4}$ (17,4)	$\frac{2,8}{3,4}$ (17,3)	$\frac{1,07}{2,4}$ (18,5)	$\frac{10,3}{2,6}$ (18,5)
1957	$\frac{2,5}{3,08}$ (17,4)	$\frac{—}{3,5}$ (17,4)	$\frac{3,7}{3,4}$ (16,6)	$\frac{0,9}{2,3}$ (18,3)	$\frac{6,6}{3,01}$ (18,6)
1958	$\frac{2,4}{2,9}$ (17,7)	$\frac{—}{4,5}$ (16,8)	$\frac{3,2}{3,5}$ (16,8)	$\frac{1,03}{2,6}$ (18,1)	$\frac{6,8}{3,01}$ (18,4)
1959	$\frac{2,5}{2,6}$ (17,8)	$\frac{—}{4,05}$ (16,3)	—	$\frac{1,07}{2,3}$ (18,1)	$\frac{6,4}{2,7}$ (18,1)
1962	$\frac{2,5}{3,2}$ (17,6)	$\frac{0,2}{4,4}$ (15,8)	—	$\frac{1,08}{2,7}$ (18,1)	$\frac{6,5}{3,07}$ (18,3)
Изме- нения	$\frac{+0,01}{+0,6}$ (0,2)	$\frac{-0,7}{+0,5}$ (+1,3)	$\frac{-0,3}{-0,8}$ (+0,7)	$\frac{+0,05}{-0,1}$ (—0,2)	$\frac{-1,8}{+1,07}$ (0,1)

Оптимально возможный расход водопунктов зависит от расположения их в той или иной гидродинамической зоне эксплуатационного водоносного пласта. Так, для грунтовых вод наиболее оптимальные условия отмечаются в зоне интенсивного питания свободного стока, минимальные — в зоне замедленного стока и застойного режима. Типовым каптажным сооружением для грунтовых вод принимается скважина диаметром 140 — 150 м, заглубленная в водоносный

Данные об изменениях отдельных показателей режима подземных вод
в сенон-туронских отложениях

Кульджуктинский артезианский бассейн

Год наблюдений	Гидродинамическая зона				
	дренирования				
	скв. 3(1)	скв. 2(10)	скв. 7(2)	скв. 4(3)	скв. 6(7)
1954	—	—	—	—	$\frac{0,6}{-}$ (—)
1955	$\frac{0,5}{13,0}$ (—)	—	$\frac{2,7}{7,1}$ (38,0)	$\frac{0,4}{7,7}$ (32,5)	$\frac{0,6}{-}$ (29,4)
1956	—	$\frac{-}{1,2}$ (—)	—	—	—
1957	$\frac{2,3}{12,6}$ (18,2)	$\frac{8,4}{2,7}$ (23,6)	$\frac{2,7}{7,1}$ (37,4)	$\frac{-}{9,2}$ (24,8)	$\frac{0,6}{9,3}$ (28,6)
1958	$\frac{3,1}{12,2}$ (18,3)	$\frac{6,9}{3,02}$ (22,8)	$\frac{2,2}{6,9}$ (37,5)	$\frac{-}{10,5}$ (25,0)	$\frac{0,6}{9,8}$ (28,3)
1959	$\frac{2,9}{11,7}$ (18,7)	$\frac{6,4}{2,7}$ (24,9)	$\frac{2,2}{6,6}$ (37,9)	$\frac{2,9}{9,8}$ (18,7)	$\frac{0,6}{9,3}$ (29,5)
1962	—	$\frac{6,8}{2,9}$ (22,0)	—	—	$\frac{0,6}{10,0}$ (29,6)
Изменения	$\frac{+2,3}{-1,3}$ (+0,5)	$\frac{-1,6}{+1,7}$ (+1,3)	$\frac{-0,4}{-0,3}$ (—0,1)	$\frac{-}{+2,1}$ —	$\frac{-0,02}{+0,6}$ (±0,1)

Продолжение табл. 21

Год наблюдений	Гидродинамическая зона				
	дренирования				
	скв. 3(19)	скв. 2(42)	скв. 2(25)	скв. 1(26)	скв. 5(27)
1954	—	—	—	—	—
1955	—	—	—	—	—
1956	—	—	—	—	—
1957	$\frac{24,3}{29,6}$ (19,0)	$\frac{20,1}{16,1}$ (17,0)	$\frac{3,9}{10,5}$ (34,6)	$\frac{0,6}{9,02}$ (29,3)	$\frac{3,4}{11,5}$ (35,5)
1958	$\frac{22,5}{31,5}$ (18,84)	$\frac{19,3}{18,2}$ (16,7)	$\frac{3,9}{11,2}$ (34,7)	$\frac{0,4}{9,5}$ ((30,05)	$\frac{3,1}{11,3}$ (36,4)
1959	$\frac{20,7}{29,1}$ (18,7)	$\frac{19,6}{19,06}$ (17,07)	$\frac{3,7}{10,5}$ (34,9)	$\frac{-}{9,03}$ —	$\frac{3,07}{10,5}$ (36,8)
1962	$\frac{-}{31,6}$ —	$\frac{19,4}{23,2}$ (—)	$\frac{3,3}{11,6}$ (34,8)	—	$\frac{3,1}{11,6}$ (36,4)
Изменения	$\frac{-4,04}{\pm 1,9}$ (—0,3)	$\frac{-0,7}{+7,1}$ (+0,67)	$\frac{-0,5}{+1,01}$ (+0,3)	$\frac{-0,1}{+0,01}$ —	$\frac{-0,3}{+0,08}$ (+1,1)

Год наблюдений	Гидродинамическая зона			
	дренирования			
	источник Калаата	родник Тузкой	колодец Чоколак	ска. 3(15)
1954	$\frac{2,8}{1,7} -$	$\frac{0,1}{5,3} (-)$	$\frac{0,7}{5,5} (-)$	$\frac{0,5}{1,5} (-)$
1955	$\frac{3,1}{1,7} (23,3)$	$\frac{0,1}{4,1} (18,1)$	$\frac{0,7}{5,5} (14,5)$	$\frac{0,5}{1,6} (-)$
1956	—	—	—	—
1957	$\frac{2,2}{1,4} (23,5)$	$\frac{0,1}{3,9} (18,2)$	$\frac{1,4}{5,5} (15,0)$	$\frac{0,09}{1,20} (17,5)$
1958	$\frac{2,2}{1,6} (22,95)$	$\frac{—}{3,9} (19,6)$	$\frac{1,5}{5,3} (14,4)$	$\frac{0,06}{1,4} (17,3)$
1959	$\frac{2,1}{1,5} (23,1)$	$\frac{0,1}{3,9} (19,3)$	$\frac{0,6}{4,9} (15,2)$	$\frac{0,02}{1,4} (17,10)$
1962	$\frac{1,8}{1,7} -$	$\frac{0,1}{4,1} (18,8)$	$\frac{0,5}{5,4} (16,5)$	$\frac{0,015}{1,4} (-)$
Изменения	$\frac{-1,04}{+0,02} (-0,2)$	$\frac{-0,02}{-1,1} (+0,7-1,2)$	$\frac{+0,1}{-0,1} (+0,7)$	$\frac{-0,5}{-0,01} (-0,4)$

пласт на 5—10 м. Сработка динамического уровня при этом не должна превышать половины вскрытой мощности водоносного пласта.

Для артезианских вод оптимальные условия отмечаются в зоне максимальных напоров, минимальные — в зоне нисходящих безнапорных вод. Типовым каптажным сооружением является скважина глубиной 300—500 м, диаметром 140—160 мм, заглубленная в водоносный пласт на 10—20 м при сработке динамического уровня на 1/3 вскрытой мощности пласта.

Условия эксплуатации пресных вод ирригационного питания в настоящее время находятся в стадии разработки. Для линз пресных вод песчаных массивов, учитывая вековой опыт их эксплуатации, дебиты отдельных водопунктов не должны превышать 0,1 л/сек при заглублении в водоносный пласт на 1—1,5 м.

В связи с разработкой в горных возвышенностях Кызылкумов различных полезных ископаемых остро стоит вопрос водоснабжения отдельных объектов. Ввиду слабой гидрогеологической изученности района мы не располагаем данными о ресурсах подземных вод. Модуль подземного стока, определяемый суммарным дебитом источников в меженьный период, для Кызылкумов составляет 0,001—0,01 л/сек. Сюда не включена та часть стока, которая идет на пополнение запасов подземных вод прилегающих равнинных пространств.

**Данные об изменениях отдельных показателей режима подземных вод
в палеозойских отложениях горных массивов**

Гидрогеологические массивы

Год наблюдений	Букантау и Тамдытау					
	Аякаши	Губабурген	Турбай	Аши	Минбай	Колкудук
1939—1941	—	—	—	—	—	0,8
1954	—	—	—	—	—	—
1955	—	—	—	—	—	—
1956	3,23	—	3,23	3,20	$\frac{1,02}{3,2}$	—
1957	3,47	4,35	3,38	3,76	0,84	—
1958	3,70	4,26	3,28	4,32	$\frac{1,13}{2,8}$	0,7
1962	—	—	—	—	—	0,6
Изменения	-0,47	-0,09	-0,05	1,12	$\frac{-0,11}{0,4}$	-0,2

Год наблюдений	Сангрунтау и Аристантау				
	Бешэши	Аристанкудук	Белькудук	Курьсай	Аяккудук
1939—1941	$\frac{0,9}{9,9}$	—	—	—	$\frac{1,0}{1,75}$
1954	—	—	—	—	2,06
1955	—	—	—	—	2,90
1956	1,08	3,63	—	9,34	1,08
1957	0,97	3,93	6,95	9,25	1,70
1958	$\frac{1,06}{11,4}$	$\frac{4,98}{2,6}$	9,44	9,70	$\frac{2,51}{3,6}$
1962	—	—	—	—	—
Изменения	$\frac{-0,1}{+1,5}$	-1,35	-2,49	-0,36	$\frac{-1,5}{+1,85}$

Год наблюдений	Актау и Кокчатау			
	Юнус	Вараджан	Кокчакудук	Гужумды
1939—1941	$\frac{1,0}{1,9}$	—	—	$\frac{0,4}{—}$
1954	—	—	—	—
1955	—	—	—	—
1956	3,33	—	$\frac{17,0}{1,1}$	$\frac{6,9}{0,7}$
1957	3,07	0,53	$\frac{14,7}{2,2}$	—
1958	$\frac{2,76}{1,7}$	0,30	$\frac{15,4}{2,2}$	$\frac{6,5}{0,8}$
1962	3,10	0,67	—	—
Изменения	$\frac{-2,10}{0,2}$	-0,23	$\frac{-1,6}{1,1}$	$\frac{-0,4}{+0,4}$

Метеорологические данные

Метеорологические станции	Годы наблюдений	Среднегодовое количество атмосферных осадков, мм	Среднегодовые величины атмосферных осадков, мм	Отклонение от среднегодовой величины осадков, мм	Интегральные суммы осадков, мм	Среднегодовая температура, °C	Относительная влажность, %
Колкудук	1954 1955 1956 1957		150,9 62,2 56,1 60,5	+50,9 -37,8 -43,9 -39,5	+ 50,9 + 13,1 - 30,8 - 70,3	12,9 14,5 13,0 13,8	45 (40) 42 (44)
Абс. отм. 333,0 м Базаубай	1954 1955 1956 1957 1958		89,1 32,1 77,4 93,2 64,0	+19,1 -37,9 + 7,4 +23,2 - 6,0	+ 19,1 - 25,1 - 18,4 + 4,8 - 1,8	12,8 15,1 13,3 13,0 14,1	44 43 49 45 47
Машикудук	1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960	70	162,9 124,0 194,4 123,3 119,0 116,6 169,4	+12,9 -26,0 +49,4 -26,8 -31,0 -33,4 +19,4	+ 12,9 - 13,1 + 31,3 + 4,5 + 26,5 - 59,9 - 40,5	13,2 15,5 14,1 13,2 14,6 15,1 —	(55) 40 (50) 49 49 51 52
Аякагитма	1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960	150	72,1 127,8 140,6 144,3 75,7 195,4 125,4 82,0 112,4 88,2	-62,9 - 7,2 +51,6 + 9,3 -59,3 +60,4 + 9,4 -38,2 - 7,8 -46,8	- 62,9 - 70,1 - 64,5 - 55,2 -114,5 - 54,1 - 44,7 - 82,9 - 90,7 -137,5	— — — 13,4 15,8 14,4 (14,7) 14,2 15,3 —	— — — 61 (45) 47 (45) 48 48 51
Абс. отм. 170,0 м В зоне предгорий между Кульджуктау и Каратау		135					

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В гидрогеологическом отношении равнинные части Кызылкумов изучены с достаточной полнотой. Определены гидродинамические условия для всех водосодержащих толщ и произведено гидрогеологическое районирование. Однако некоторые положения об условиях формирования подземных вод остаются спорными. Так, до сего времени не ясна роль глубинных зон разломов, намечающихся внутри артезианских бассейнов в питании подземных вод (участок Таскудукской антиклинали, Айтымского и Букантауского разломов в Мынбулакском бассейне, район Аральского моря для Юго Восточно-Приаральского бассейна, а также участок Аристантауского, Карагатинского и Бешащинского разломов в Карагатинском (Канимехском) бассейне).

Горные возвышенности Кызылкумов в гидрогеологическом отношении слабо изучены. Для определения основных закономерностей пространственного размещения водосодержащих пород и выявления структур с наличием артезианских вод в палеозойских отложениях, а также — степени влияния подземного стока с гор на артезианские бассейны равнин необходимо проведение разведочных работ. Поэтому в ближайшие годы должны быть поставлены региональные исследования горных массивов и разведочные работы по выявлению условий водоносности палеозойского складчатого фундамента в пределах равнинных пространств, что позволит более обоснованно подойти к вопросу формирования подземных вод Кызылкумов.

Одним из вопросов детального гидрогеологического картирования равнинных пространств является выяснение влияния складок второго порядка в мезозойско-кайнозойском покрове на условия залегания грунтовых вод. В этом отношении следует изучать центральные части песчаных массивов с крупногрядовым рельефом, где широко развиты линзы пресных вод, выяснение генезиса и естественных ресурсов которых является одной из первоочередных задач дальнейших исследований.

Аридность климата и отсутствие постоянных поверхностных водотоков предопределяет ограниченность питания подземных вод; основные ресурсы их, по нашему мнению, складываются из емкостных, а в артезианских бассейнах и упругих запасов. Отсюда вытекает необходимость дальнейшего изучения естественных ресурсов подземных вод, с одной стороны, и выявления оптимального режима их эксплуатации — с другой. Эти вопросы могут быть решены постанов-

кой комплексных режимных наблюдений, что потребует организации Центральной Кызылкумской режимной станции.

Изучение солевого и газового состава термальных подземных вод сенон-туронских отложений, имеющих бальнеологическое значение, должно вестись комплексно в широком региональном плане, так как термальные и минеральные воды приурочиваются к определенным гидродинамическим зонам того или иного артезианского бассейна. То же самое необходимо учитывать при выявлении качественных сторон подземных вод, которые могут служить поисковым признаком на нефть, газ и другие полезные ископаемые.

Одним из направлений дальнейших исследований являются поиски наиболее оптимальных конструкций горных выработок, фильтров и водоподъемных сооружений для каждого из видов эксплуатируемых подземных вод, находящихся в различных гидродинамических условиях.

Необходимо также устройство искусственных подземных водохранилищ (за счет излишка самоизливающихся вод из скважин) путем заполнения верхних свободных горизонтов или пластов, обладающих высокими коллекторскими свойствами или отводом этих вод к выходам на поверхность сенон-туронских отложений и заполнением той части водоносной толщи, где она безводна до глубины 70 м.

Кызылкумы в геологическом и гидрогеологическом отношении являются одной из интереснейших провинций, где с большой экономической эффективностью могут быть решены не только перечисленные выше вопросы, но и другие проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

- Аделунг А. С., Кушнар А. С., Чихачев П. К. Юго-Западные Кызылкумы, Геология Узбекской ССР, т. II, Л. М., ОНТИ, 1937.
- Алферов Г. Ю., Бухарин А. П., Пяновская П. А., Пятков К. К., Таль-Вирский Б. Б., Яскович Б. В. Схема геологического районирования до-мезозойских образований Узбекской ССР и прилегающих районов. Ташкент, 1965.
- Архангельский А. Д. Предварительный отчет о геологических исследованиях в низовьях Амударьи, Изв. Геол. Комитета*, 1914, № 6.
- Бабаев А. Г., Пятков К. К., Симоненко А. Н. Схема геологического районирования мезозойских и кайнозойских отложений Узбекской ССР и прилегающих районов, Гос. произв. геол. комитет Узбекской ССР, Ташкент, 1965.
- Баучидзе И. М. Гидрогеологическое районирование территории Грузии, Тр. Грузинского политехнического ин-та им. С. М. Кирова, 1955.
- Белоусов В. В. О геологическом строении и развитии океанических впадин, Изв. АН СССР*, сер. геол., 1955, № 3.
- Бродский А. А. Краткие методические указания по составлению сводной гидрогеологической карты в масштабе 1:500 000 территорий целинных и залежных земель и пастбищ отгонного животноводства, М., Госгеолтехиздат, 1954.
- Бурак М. Т. О результатах работ по выявлению и предварительной разведке артезианских бассейнов в Центральном и Северном Кызылумах, Второе гидрогеологическое совещание, Ташкент, 1954.
- Бурак М. Т. Кызылкумы, В сб. "Гидрогеологические и инженерно-геологические условия Узбекистана", т. II, Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1963.
- Бухарин Л. И. К вопросу о возрасте бессточных котловин в Центральном Кызылумах, Тр. Узб. геол. управл., М., Госгеолтехиздат, 1960.
- Герасимов И. П., Чихачев П. К. Геологический очерк Кызыл-Кумов (отчет о работах 1927 — 1928 гг.), Тр. ГГРУ, вып. 82, 1931.
- Граждан П. Е. О нормах минерализации питьевых вод пустынных районов Туркмении.
- Грамм М. Н., Васютинская А. Б., Манжирова Г. А., Кванина Л. И., Свешников П. М., Толоконников В. В., Фомин В. М. Акчагыльские отложения в низовьях Аму-Дарьи, Изв. АН УзССР*, 1952, № 12.
- Грамм М. Н. О разрезе неогеновых отложений в северо-западной части Мын-Булакской котловины (Кызыл-Кумы), ДАН СССР, т. 103, 1955, № 4.
- Грамм М. Н. Этапы развития Мын-Булакской котловины, Изв. АН УзССР*, т. 2, сер. геол., 1957.
- Грамм М. Н. Об акчагыльских и апшеронских отложениях в низовьях р. Аму-Дарьи, ДАН СССР, т. 120, 1958, № 4.
- Грамм М. Н. О красноцветных олигоценых отложениях Кызыл-Кумов, ДАН СССР, т. 127, 1959, № 3.
- Зайцев И. К. О принципах и методике составления обзорной гидрогеологической карты СССР, Разведка недр*, 1957, № 8.
- Каменский Г. Н. Гидрогеологический тип как основная единица гидрогеологического районирования, Водные богатства на службу социалистическому строительству*, сб. VIII, 1933.
- Каменский Г. Н. Принципы гидрогеологического районирования территории СССР, В сб. "Вопросы изучения подземных вод и инженерно-геологических процессов", М., Изд-во АН СССР, 1935.

- Крылов М. М. О методике гидрогеологического районирования Узбекистана, Изд-во АН УзССР, 1952, № 3.
- Кушнар С. А. О геологии Юго-Западных Кызылкумов, Уч. зап. географ. факульт. МОИП, т. 70, вып. 1, М., 1940.
- Кушнар С. А. Песчаные бугры чоколаки в пустыне Кызыл-Кум, „Разведка недр“, М., ГОНТИ, 1939.
- Кунии В. Н. О качественных нормах водопотребления в условиях пустыни, „Пустыни СССР и их освоение“, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954.
- Кунии В. Н. Подземные воды Кара-Кумов (краткий очерк), Гидрогеология СССР, вып. XIV, кн. 1, 1941.
- Кунии В. Н. Использование местных вод пустыни и Туркменская народная гидро-техника, „Очерки природы Кара-Кумов“, М., Изд-во АН СССР, 1935.
- Ланге О. К. Краткий гидрогеологический обзор Средней Азии, „Материалы по гидрогеологии Узбекистана“, вып. 10, Ташкент, 1933.
- Ланге О. К. Глубокие подземные воды Узбекистана, Материалы по гидрогеологии и инж. геологии Узбекистана, вып. 2, Ташкент, Изд. ком. наук УзССР, 1936.
- Ланге О. К. Подземные воды русской платформы и их районирование, Труды лаб. гидрогеол. проблем., т. III, М., 1947.
- Ланге О. К. О зональном распределении грунтовых вод на территории СССР, Материалы к познанию геологического строения СССР, МОИП, нов. сер. 8 (12), 1947.
- Ланге О. К. и Шмидт М. Л. Гидрогеологический очерк Узбекистана, Геология СССР, т. XXIII, М.—Л., Госгеолгиздат, 1948.
- Лихачев Ю. А., Владимирский В. С., Малова Э. В., Шульц С. С. (мл.), Макарова З. А., Синчугова Г. А. Тектоника палеозойского фундамента Кызылкумов, Труды ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 105, Л., 1963.
- Митгарц Б. Б. Геология и нефтегазоносность западной части Средней Азии, Проблемы нефтегазоносности Средней Азии, вып. 1, Л., 1960.
- Митгарц Б. Б. Гидрохимическая зональность и нефтепоисковое значение подземных вод западной части Средней Азии, Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., проблемы нефтегазоносности Средней Азии, вып. 1, Л., 1960.
- Митгарц Б. Б., Толстихин Н. И. Гидрогеологическое районирование Средней Азии, Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 61, Л., 1961.
- Михайлов Л. Е. Подземные воды Бухаро-Каршинского нефтегазоносного артезианского бассейна, Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., т. 84, Л., 1962.
- Могилевский Я. А. Санитарные требования к качеству подземных вод, Сооружение, оборудование и эксплуатация скважин для сельского водоснабжения, М., Геолтехиздат, 1955.
- Плотников Н. И., Толстихин Н. И. Условия водоносности трещиноватых пород палеозоя на примерах изучения гидрогеологии районов рудных месторождений Средней Азии, Тр. Ин-та геол. АН УзССР, вып. 3, 1949.
- Островский Л. А. Охрана подземных вод Кызылкумов, „Разведка и охрана недр“, 1963, № 10.
- Певерил Мейджс. Распределение на земном шаре аридных и полуаридных климатов, Гидрогеология и гидрология аридной зоны земного шара, М., ИЛ, 1955.
- Пятков К. К., Бухарин А. И. Осадочные дайки в Центральных Кызылкумах, „Советская геология“, 1959, № 3.
- Рахимова Н. С. Каолинитовые породы Центральных и Юго-Западных Кызылкумов, „Узб. геол. журн.“, 1959, № 2.
- Решение совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии, Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1959.
- Рябчинский А. С. О принципах гидрогеологической стратификации, „Советская геология“, 1959, № 3.
- Смолко А. И. О континентальных отложениях неогена Каракумов и Кызылкумов, ДАН СССР, т. 59, № 9, М.—Л., 1948.
- Толстихин Н. И. О климатической зональности артезианских вод, „Вопросы изучения подземных вод и инженерно-геологических процессов“, М., Изд-во АН СССР, 1939.
- Федорович Б. Л. Геоморфология Унгуза, Каракумы, сб., IV, 1934.
- Шмидт М. А. Геологический и гидрогеологический очерк западной части Зеравшанской котловины, Ташкент, Изд. Ком. Наук СССР, 1936.
- Шульц С. С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня, М., Географиздат, 1948.
- Шеголев Д. И., Толстихин Н. И. Подземные воды в трещиноватых породах, М., Госгеолтехиздат, 1939.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава I. Обзор гидрогеологических исследований	6
Глава II. Физико-географические и геологические условия	9
Физико-географические данные и сведения об экономике района	9
Геологические условия	14
Глава III. Подземные воды	33
Условия залегания подземных вод и гидрогеологическое районирование	33
Подземные воды горных возвышенностей	39
Подземные воды гидрогеологических бассейнов	48
Условия формирования подземных вод	83
Палеогидрогеология	93
Глава IV. Условия практического использования подземных вод	99
Заключение	116
Литература	118

М. Т. БУРАК

Подземные воды Кызылкумов

Редактор *Д. Захаровская*
Художник *Е. И. Владимиров*
Технический редактор *З. П. Горьковая*
Корректор *Э. Р. Балаян*

Р04052. Сдано в набор 16/XI-67 г. Подписано к печати 22/VIII-68 г. Формат 70×108¹/₁₆—3,75 бум. л.
10,5 печ. л. (1 вкл.) Уч.-изд. л. 10,0. Изд. № 75. Тираж 650. Цена 1 р.

Типография Издательства „Фан“ УзССР, Ташкент, ул. Черданцева, 21. Заказ 125.
Адрес Издательства: г. Ташкент, ул. Гоголя, 70.