НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»
кафедра: «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Дисциплина «Гидрогеология»

Образовательная программа 6В07201 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Лекция «Гидрогеологические исследования и изыскания»

1 часть

Разработчики:
Пономарева Е.В., PhD, ассоциированный профессор (доцент) кафедры ГРМПИ
Пономарева М.В., профессор кафедры ГРМПИ

ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Основные виды гидрогеологических исследований
2. Задачи гидрогеологических исследований

К основным видам гидрогеологических исследований при поисках и разведке подземных вод относятся:

– гидрогеологическая съемка,
– поиски, предварительная и детальная разведка;
– гидрогеологические наблюдения при разведочном бурении;
– бурении гидрогеологических скважин;
– стационарные наблюдения за режимом подземных и поверхностных вод;
– опытно-фильтрационные исследования;
– гидрохимическое изучение подземных вод.

Каждой стадии разведки соответствует свои объем и характер гидрогеологических исследований и наблюдений.

Гидрогеологическая съемка заключается в проведении сети маршрутов, при которых на топографическую (или геологическую) карту наносятся источники, колодцы, буровые скважины, болота, поверхностные водоемы и водотоки и дается их описание с определением дебита и качества воды источников и колодцев.

В процессе проведения съемки нередко ведется бурение скважин на недостаточно изученный водоносный пласт и проводятся откачки для изучения его водопроницаемости. В слабо изученных районах съемка сопровождается геофизическими работами и наблюдениями за режимом подземных вод.

Задачей гидрогеологической съемки является – *выяснение количества водоносных горизонтов, условий их залегания и распространения, а также химического состава поверхностных и подземных вод*.

При бурении разведочных скважин ведутся *гидрогеологические наблюдения за уровнем воды в скважинах и поглощением промывочной жидкости*. Последние позволяют определить поглощающую способность горных пород.

Основная цель *поисковых работ* – выявить в районе исследований участки (или площади), перспективные по гидрогеологическим условиям для размещения водозаборов.

На *стадии поисков* представление о гидрогеологических условиях месторождения можно получить главным образом путем изучения имеющихся в фондах отчетов и опубликованных работ по геологии, гидрогеологии, геоморфологии, гидрографии, климату района. Проводится маршрутная или площадная съемка, собираются данные по буровым скважинам и по обводненности расположенных вблизи эксплуатируемых объектов.

Предварительная разведка производится для приближенной оценки эксплуатационных запасов и качества подземных вод в пределах участков, выявленных по результатам поисковых работ.

На данном этапе работ выполняют основной объем гидрогеологических изысканий для обоснования проектов водоснабжения. В процессе предварительной разведки устанавливаются степень обводненности отдельных участков (котлованов, карьеров), количество водоносных горизонтов, глубина залегания, мощность, величина напора и подробнее изучается основной горизонт подземных вод.

Изучаются литологические особенности, физико-механические, водные свойства и водообильность пород. Устанавливается связь основного водоносного горизонта с соседними горизонтами и водами поверхностных водотоков и водоемов.

Детальная разведка производится для оценки эксплуатационных запасов подземных вод по высоким категориям (*А, В*), в пределах участков (участка), отобранных по данным предварительной разведки. В результате детальных изысканий получают полные данные о количестве и качестве подземных вод.

Бурение гидрогеологических скважин ведется для определения уровней воды отдельных водоносных горизонтов с изоляцией водоносных горизонтов друг от друга путем тампонажа. Наблюдения за уровнем воды в гидрогеологических скважинах имеют важное значение, так как они используются для установления мощности водоносного слоя, величины гидростатического напора и построения гидрогеологических карт.

Водообильность встреченных скважиной водоносных горизонтов опробуется кратковременными откачками, по результатам которых вычисляются *коэффициенты фильтрации водосодержащих пород и удельный дебит скважины*, то есть *дебит при понижении уровня воды в скважине на 1 м*.

Стационарные наблюдения за режимом подземных и поверхностных вод проводятся для установления связи подземных вод с поверхностными водами рек и водоемов, зависимости положения уровня подземных вод от метеорологических факторов (главным образом осадков) и взаимосвязи между водоносными горизонтами.

На участках со сложными гидрогеологическими условиями эти наблюдения должны вестись в течение нескольких лет, во всяком случае не менее года.

Организуются они при детальной разведке и нередко продолжаются в период эксплуатации.

По сезонам года изучается изменение химического состава подземных вод. Скважины стационарной сети наблюдений оборудуются фильтрами с прочно закрывающимися крышками во избежание засорения.

Опытно-фильтрационные исследования.

Основными данными, характеризующими водообильность водоносных горизонтов, являются *удельный дебит скважины* и *коэффициент фильтрации*, определяемые обычно при откачках, реже наливами.

Для опробования водоносных горизонтов проводятся *кратковременные откачки* из одиночных скважин в процессе бурения (*пробные откачки*), а для более точного определения водопроницаемости пород – *откачки длительного характера* (*опытные откачки*) из одиночных скважин или куста скважин.

Опытные откачки проводятся в наиболее характерных местах, выбранных в результате предварительного изучения геологического строения района, условий залегания водоносного горизонта, направления потока.

При разведке, опытные откачки целесообразно осуществлять в местах с максимальной и средней обводненностью и на участках с невыдержанным геологическим строением.

Опытный куст состоит из центральной скважины, из которой ведется откачка воды, и из наблюдательных, расположенных по *одному или двум лучам* по направлению и перпендикулярно движению подземного потока.

Чем сложнее гидрогеологические условия и чем более детальную характеристику водопроницаемости пород необходимо получить, тем больше закладывается скважин по большему числу лучей.

Чаще куст состоит из *центральной* и *двух-трех наблюдательных скважин*, заложенных по одному лучу, желательно перпендикулярному движению подземных вод.

Расстояния между центральной и наблюдательными скважинами берутся большими в хорошо водопроницаемых породах и увеличиваются с удалением последних от центральной.

Перед откачкой скважины оборудуются фильтрами. В *центральной скважине* диаметром 150–250 мм устанавливается фильтр диаметром 100–150 мм, в *наблюдательных скважинах* диаметром 75–100 мм – фильтр диаметром 50–75 мм. Тип фильтра скважин опытных кустов выбирается с учетом литологического состава водосодержащих пород и продолжительности работы скважины.

В *галечниках и неустойчивых трещиноватых породах* применяются фильтры в виде перфорированной металлической трубы с круглыми или щелевыми отверстиями диаметром или шириной 10–20 мм со скважностью 20–25%.

Скважность – это отношение площади отверстий к боковой поверхности фильтра в процентах.

При откачке из *водоносных песков* применяются сетчатые фильтры, у которых рабочая часть состоит из перфорированной трубы с круглыми отверстиями диаметром 5–10 мм или щелевыми шириной 10–20 и длиной 100–200 мм, проволочной обмотки и сетки.

Обмотка медной проволокой диаметром 2–3 мм производится для того, чтобы сетка не прилегала к трубе плотно и обеспечивала бы большую пропускную способность фильтра.

Сетка подбирается с расчетом, чтобы 40–60% песчаной породы проходило через ее отверстия. В мелкозернистых глинистых песках для увеличения захватной способности вокруг фильтра устраивается песчано-гравелистая обсыпка толщиной 40–60 мм. Диаметр зерен обсыпки берется больше среднего диаметра водоносного песка в 4–6 раз.

Рабочая часть фильтра должна быть не менее 3–5 м. Пробная откачка ведется при одной-двух ступенях понижения продолжительностью 1–2 смены каждая.

Опытная откачка проводится при двух-трех ступенях понижения продолжительностью 1–3 суток, из них около 8 часов должны наблюдаться постоянные дебит и понижения в центральной и наблюдательных скважинах.

Откачка с большей продолжительностью проводится для оценки дебита скважины, пробуренной в целях водоснабжения (до 15–45 суток) при неясной водообильности опробуемого водоносного горизонта.

Величина понижения берется: минимальная 1 м и более (до *0,15Н*); максимальная 3 м и более (до *0,45Н*), где *Н* – мощность безнапорного водоносного слоя или столб воды напорного водоносного слоя.

Для откачки в зависимости от глубины залегания уровня воды и дебита скважины применяются *центробежные насосы, штангово-поршневые, эрлифты, артезианские турбинные насосы (АТН)*.

Во время откачки через каждые 30–60 минут замеряют дебит откачиваемой воды и уровня воды по всем скважинам для дальнейшего вычисления коэффициента фильтрации.

В определенных случаях проводят опытный налив в одиночную скважину, шурф или в центральную скважину при наличии наблюдательных. Порядок проведения опытного налива тот же, что и для опытных откачек. Замерив уровень воды в скважинах до опыта, производят налив, подавая в скважину количество воды, равное расходу, при котором созданный уровень сохраняется постоянным.

Налив продолжается до тех пор, пока расход и уровень в скважинах будут постоянными в течение нескольких часов и создается установившееся движение воды.

При детальной разведке крупных участков опытными откачками определяют также *коэффициент пьезопроводности* в артезианских водах и коэффициент *уровнепроводности* в грунтовых водах, которые необходимы для расчетов *расхода* и *радиуса влияния водоотлива* или *водопонижающих скважин* при проектировании осушения на разные периоды эксплуатации (через 1 год, 5, 10, 20 лет).

Коэффициенты пьезопроводности и уровнепроводности характеризуют скорость передачи изменения давления в водоносном пласте под влиянием откачки воды.

Гидрохимическое изучение подземных вод заключается в отборе проб воды из скважин на химический анализ с последующей оценкой ее качества как питьевой или технической, а также для определения агрессивности воды по отношению к бетону и железу.

При значительной потребности (более 1000 $м^3$/сут) и в сложных гидрогеологических условиях должны выполняться геологоразведочные работы с подсчетом и утверждением эксплуатационных запасов подземных вод в соответствии с требованиями нормативных документов.

Состав и объем работ зависят от сложности гидрогеологических условий различных типов месторождений подземных вод, степени изученности геолого-гидрогеологических условий района, планируемой величины водопотребления и стадии проектирования.

Месторождения подземных вод подразделяют на семь типов:

– в речных долинах;

– в артезианских бассейнах;

– в конусах выноса предгорных шлейфов;

– в массивах трещинно-карстовых вод;

– в песчаных массивах пустынь и полупустынь;

– в водно-ледниковых отложениях;

– в таликовых зонах многолетнемерзлых пород.

Самое большое распространение и практическое значение имеют месторождения подземных вод *речных долин и артезианских бассейнов*.

Гидрогеологические изыскания для обоснования проектов крупных водозаборов проводятся в определенной последовательности по следующим стадиям (этапам):

– поисковые работы,

– предварительная разведка,

– детальная разведка и эксплуатационная разведка.

Поиски и разведка подземных вод для водоснабжения ведутся, в основном, специализированными гидрогеологическими организациями Министерства природных ресурсов РФ и реже отделами изысканий проектных институтов.

Перед началом поисковых работ по опубликованным фондовым материалам изучают геолого-гидрогеологические условия района, материалы аэрофотосъёмок, геологические разрезы буровых скважин, пройденных в районе работ, анализируют опыт эксплуатации действующих водозаборов. Если собранные материалы окажутся недостаточными для суждения о перспективности тех или иных участков, непосредственно в поле проводят поисковые работы.

Поисковые работы. Основная цель поисковых работ – выявить в районе исследований участки (или площади), перспективные по гидрогеологическим условиям для размещения водозаборов.

Поиски сопровождаются гидрогеологической съемкой масштаба 1:50 000–1:200 000, геофизическими исследованиями, бурением поисковых скважин и небольшим объемом опытных работ, главным образом пробными откачками.

Поисками должна быть охвачена площадь с расстояниями 10–20, реже до 100 км и более от объекта водопотребления. В ходе поисковых работ должны быть собраны данные о действующих водозаборах.

На основании поисковых работ составляют *гидрогеологическую карту* с указанием перспективных участков подземных вод, то есть районируют территорию для водоснабжения. Карта сопровождается пояснительной запиской (или отчетом) с краткой характеристикой перспективных водоносных горизонтов и обоснованием дальнейших работ на выбранных участках.

Предварительная разведка производится для приближенной оценки эксплуатационных запасов и качества подземных вод в пределах участков, выявленных по результатам поисковых работ. На данном этапе работ выполняют основной объем гидрогеологических изысканий для обоснования проектов водоснабжения.

В состав предварительной разведки входит полный комплекс гидрогеологических исследований:

– гидрогеологическая съемка масштаба 1:10 000–1:25 000;

– геофизические исследования;

– буровые;

– опытно-фильтрационные;

– лабораторные и камеральные работы;

– стационарные наблюдения за режимом подземных и поверхностных вод.

В первую очередь исследуют перспективные участки, расположенные ближе к объекту водопотребления.

Гидрогеологическая съемка на выбранных участках ведется в крупном масштабе: 1:25 000–1:50 000.

Цель съемок – детальное выяснение геологического строения, геоморфологических условий и гидрогеологических особенностей участков.

В процессе съемки изучают возможные источники загрязнения подземных вод (бассейны бытовых и промышленных стоков, участки складирования отходов, скотоводческие фермы), а также делают прогноз о направлении и скорости движения промышленных и сельскохозяйственных стоков после ввода в действие проектируемого водозабора.

Съемка сопровождается *геофизическими исследованиями* (электроразведка, каротаж) для уточнения мест заложения буровых скважин, глубины залегания, направления и скорости подземных вод.

В районах с простыми геолого-гидрогеологическими условиями съемка не проводится и заменяется рекогносцировочным обследованием участков, сопровождаемым геофизическими и другими видами работ.

Ведущим видом гидрогеологических исследований является бурение скважин. С его помощью изучают геолого-литологический разрез перспективных участков, определяют гидравлический характер, глубину залегания водоносных горизонтов, глубину залегания водоупорных слоев и их мощность.

Скважины бурят на всю мощность водоносного горизонта. При глубине залегания водоупора более 100 м бурят до его кровли 1–2 скважин.

Опытные откачки воды проводят из разведочных скважин, вскрывших подземные воды, для определения их дебита, зависимости дебита от понижения, фильтрационных параметров.

Качество подземных, вод, включая оценку показателей бактериального и химического загрязнения, оценивают по данным *лабораторных анализов*. Исследования ведут для обоснования зон санитарной охраны, разработки рекомендации по защите подземных вод от возможного загрязнения промышленными стоками.

С помощью *стационарных наблюдений* изучают режим подземных вод. Предварительная разведка завершается камеральной обработкой материалов и составлением отчета, в котором обосновывают выбор участков под детальную разведку с перспективной оценкой эксплуатационных запасов подземных вод.

Детальная разведка производится для оценки эксплуатационных запасов подземных вод по высоким категориям *(А, В),* в пределах участков, отобранных по данным предварительной разведки.

В результате детальных изысканий получают полные данные о количестве и качестве подземных вод.

В состав детальных работ входит полный комплекс гидрогеологических исследований, которые выполняют применительно к схеме проектируемого водозабора.

Основной вид исследований – опытно-фильтрационные работы, и прежде всего опытные откачки, которые проводятся из всех разведочно-эксплуатационных скважин для уточнения их дебита и фильтрационных параметров пород.

В сложных гидрогеологических условиях выполняют опытно-эксплуатационные откачки продолжительностью 2–3 и более месяцев.

На стадии *детальной разведки* проводят более продолжительные по времени стационарные наблюдения за режимом подземных вод (не менее 1 года), которые являются основой для составления баланса подземных вод на участке проектируемого водозабора. Более углубленно изучают качество подземных вод, детально обосновывают зоны санитарной охраны источника водоснабжения. *Завершают детальную разведку подсчетом эксплуатационных запасов*.

После их утверждения в комиссиях по запасам полезных ископаемых детальная разведка считается завершенной. По результатам детальной разведки составляют отчет о гидрогеологических исследованиях для целей водоснабжения.

Гидрогеологический отчет является частью общего проекта водозабора подземных вод и предназначен для его гидрогеологического обоснования.

Наиболее детально отчет составляют при утверждении *эксплуатационных запасов по высоким категориям – А и В*.

Основное внимание уделяют описанию *гидрогеологических условий* как по всей площади распространения водоносного горизонта, так и для участка водозабора (более подробно), *анализируют результаты бурения скважин*, *опытно-фильтрационных исследований*, *стационарных наблюдений за режимом подземных вод*. Оценивают качество подземных вод. Приводят основные гидрогеологические расчетные данные, обосновывают выбор участка для размещения водозабора и высказывают соображения по установлению зон санитарной охраны.

В конце отчета даются выводы по оценке эксплуатационных запасов и по расчетным гидрогеологическим данным, необходимым для проектирования, строительства и эксплуатации водозаборов.

К тексту отчета прилагают гидрогеологические карты, профили, графики и таблицы лабораторных определений воды и другие текстовые материалы.

Эксплуатационная разведка. Гидрогеологические исследования нередко проводятся не только на стадиях проектирования, но и в процессе строительства водозабора и его последующей эксплуатации. *Эти работы входят в комплекс эксплуатационной разведки*.

В период строительства водозаборов осуществляют *гидрогеологический контроль* за правильным проведением строительных работ, влияющих на гидрогеологические условия; соблюдение технических условий бурения эксплуатационных скважин на воду и др.

В процессе бурения скважин следят за соответствием гидрогеологических данных, принятых в проекте, фактическим данным.

Результаты бурения тщательно анализируют и при необходимости вносят коррективы в способы и технологию проходки скважин, их размещение и последовательность разбуривания.

Совместно со специалистами-строителями осуществляется планово-высотная привязка всех эксплуатационных и наблюдательных скважин в пределах водозаборного участка.

Водозаборы перед сдачей в эксплуатацию опробуют с помощью опытно-эксплуатационных откачек воды. Сначала производят предпусковое опробывание из каждой скважины в отдельности, а затем групповую строительную откачку из всех скважин водозабора одновременно. Результаты откачек тщательно документируют.

После окончания строительства водосборных сооружений составляют подробные геолого-технические разрезы скважин, технические паспорта и листы опытно-эксплуатационных откачек.

При эксплуатации водозаборов ведут стационарные наблюдения за изменениями дебита, динамических уровней и качества подземных вод с помощью наблюдательных скважин, проводят опытные работы с временным прекращением эксплуатации и наблюдением за восстановлением уровня.

Одновременно с гидрогеологическими исследованиями на стадиях детальной и эксплуатационной разведок проводят инженерно-геологические исследования для обоснования и уточнения строительной части проекта водозабора. При проектировании крупных водозаборов наблюдают за деформацией поверхности земли, которая может проявиться при длительной эксплуатации водозаборов.

Гидрогеологические изыскания производят не только на стадиях проектирования, но и в период строительства водозаборов, их эксплуатации и расширении (реконструкции).

В период строительства водозаборов осуществляют гидрогеологический контроль за правильным проведением строительных работ, влияющих на гидрогеологические условия; соблюдением технических условий бурения эксплуатационных скважин на воду и др.

В процессе бурения скважин следят за соответствием гидрогеологических данных, принятых в проекте, фактическим данным.

Результаты бурения тщательно анализируют и при необходимости вносят коррективы в способы и технологию проходки скважин, их размещение и последовательность разбуривания. Совместно со специалистами-строителями осуществляется планово-высотная привязка всех эксплуатационных и наблюдательных скважин в пределах водозаборного участка.

Водозаборы перед сдачей в эксплуатацию в обязательном порядке опробуют с помощью откачек воды. Сначала производят предпусковое опробывание из каждой скважины в отдельности, а затем групповую строительную откачку из всех скважин водозабора одновременно. Результаты откачек тщательно документируют.

После окончания строительства водозаборных сооружений составляют подробные геолого-технические разрезы скважин, технические паспорта и сводные листы откачек воды.

При эксплуатации водозаборов ведут стационарные наблюдения за изменениями дебита динамических уровней и качества подземных вод с помощью специальной сети наблюдательных скважин. При строительстве и эксплуатации одиночных водозаборов, а также водозаборов для небольших потребителей и в простых гидрогеологических условиях объем изысканий принимают минимальным.

Расширение (реконструкция) действующих водозаборов производится для увеличения их дебита (при дополнительной потребности в воде) или для восстановления прежнего дебита, снизившегося из-за истощения запасов подземных вод.

Гидрогеологические изыскания при расширении водозаборов имеют свою специфику, что отличает их от изысканий под новые водозаборы. *Эти особенности заключаются в необходимости изучения подземных вод, длительное время подвергавшихся эксплуатации.*

Длительная эксплуатация подземных вод, особенно на площадях действия групповых водозаборов, приводит во многих случаях к резкому изменению и усложнению природных геолого-гидрогеологических условий.

Гидрогеологические изыскания при расширении водозаборов проводят в небольшом объеме, если на действующем водозаборе в период эксплуатации производились планомерные гидрогеологические наблюдения и исследования.

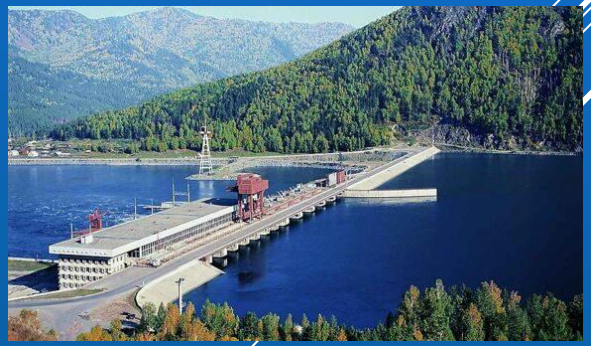
В этом случае опыт многолетней работы водозаборов служит основой для оценки эксплуатационных запасов подземных вод на прилегающих к водозаборам участках.

В настоящее время для увеличения производительности действующих водозаборов широко внедряется метод искусственного пополнения запасов подземных вод.

Береговой водозабор







https://dc-region.ru/beregovoy-vodozabor

Для определения возможности расширения водозабора за счет искусственного пополнения запасов производят *специальные гидрогеологические изыскания*.

Их ведут на *двух стадиях проектирования*: технико-экономическое обоснование (ТЭО) и техно-рабочий проект или *на трех стадиях*: ТЭО, технический проект и рабочие чертежи.

В комплексе с гидрогеологическими изысканиями осуществляют *инженерно-геологические* (для обоснования строительства отстойников, инфильтрационных бассейнов) и *гидрологические изыскания*.

Состав и объем гидрогеологических изысканий принимают в зависимости от степени сложности и изученности природных условий района размещения систем искусственного пополнения запасов подземных вод, величины водопотребления и стадии проектирования.

Гидрогеологическими изысканиями обосновывают выбор *метода искусственного пополнения* как наиболее рационального средства для увеличения производительности действующего водозабора в данных природных условиях.

В процессе изысканий получают сведения, необходимые для выбора способа пополнения запасов подземных вод, разработки типа и конструкции водозаборных сооружений, прогноза их дебита и режима эксплуатации.

Особое внимание уделяют изучению *поверхностных вод*, как источника пополнения запасов подземных вод, *исследованию водопроницаемости пород зоны аэрации*, а также *оценке влияния проектируемых сооружений на окружающую природную среду*.

Изыскания источников (родников) подземных вод ведут с помощью гидрогеологической съемки масштаба 1 : 50 000 для изучения дебита источников, их химического состава, температуры. На участках выхода крупных источников закладывают буровые скважины для изучения геологического строения и водоносности пород. С помощью геофизических исследований выявляют участки скрытого выхода подземных вод и изучают общее геологическое строение района.

Изыскания грунтовых вод речных долин проводят с использованием полного комплекса гидрогеологических исследований. Это объясняется водообильностью аллювиальных отложений, неоднородностью состава и фильтрационных свойств водоносных пород как в вертикальном разрезе, так и по площади распространения.

При разведке грунтовых вод в долинах рек важно установить наличие или отсутствие гидравлической связи грунтового потока с рекой, оценить возможность подсоса загрязненных поверхностных вод проектируемым водозабором, дать прогноз возможного заиления водоносных отложений в русле реки при эксплуатации водозабора.

Гидрогеологические изыскания ведут в три этапа: *поисковые работы, предварительная разведка и детальная разведка*, а в хорошо изученных районах в два этапа (без поисковых работ).

На стадии предварительной разведки участки разбуривают по поперечникам, нормальным к реке, включая не только зону террас, но и коренные породы в берегах реки. Фильтрационные свойства пород, связь грунтовых вод и поверхностных, удельные дебиты скважин изучают с помощью опытных откачек воды, как из одиночных скважин, так и из кустовых.

Кустовые откачки располагают с двумя лучами: перпендикулярно и параллельно берегу реки, с 4–5 наблюдательными скважинами на каждом из них.

На стадии *детальной разведки* работы продолжают применительно к предполагаемым схемам размещения водозаборов. В долинах рек с постоянно действующим водотоком водозаборные сооружения (а следовательно, и разведочный участок для детальных работ) располагают параллельно берегу реки, вблизи русла и выше по течению от городов и мест сброса сточных вод.

При изучении *подземных вод конусов выноса* в предгорных районах проводят *детальную гидрогеологическую съемку* всей их площади.

Буровые скважины располагают по наиболее характерным линиям: от предгорий в сторону равнины, то есть по направлению потока подземных вод и нормально к направлению потока.

Водозабор линейного типа протяженностью до 20–30 км размещают обычно в средней части конуса выноса по линии нормальной к направлению потока.

Глубина разведочных скважин достигает 600 м и более (обычно 200–300 м), что связано с большой мощностью водоносных гравийно-галечниковых накоплений. После проходки скважин выполняют *опытные одиночные и кустовые, групповые и пробно-эксплуатационные откачки*. Режим подземных вод в предгорных районах отличается непостоянством, поэтому проводят длительные стационарные наблюдения за его изменением. При хорошей изученности гидрогеологических условий изыскания подземных вод проводят в две стадии – *предварительную и детальную*. Нередко они объединяются и проектирование водозаборов ведут в одну стадию.

Гидрогеологические изыскания *карстовых вод* проводят обычно в сложной геологической и гидрогеологической обстановке, в условиях исключительной фильтрационной неоднородности закарстованных пород. Поэтому изыскания ведут в три стадии: *поисковая разведка, предварительная разведка и детальная*.

В ходе поисковых работ выявляют зоны повышенной трещиноватости, закарстованности, а следовательно, и повышенной водообильности.

Гидрогеологическая съемка при поисках сопровождается геофизическими исследованиями (наземными и скважинными).

На стадиях *предварительной* и *детальной разведки* продолжают бурение скважин, проводят опытно-фильтрационные работы, ведут стационарные наблюдения за режимом карстовых и связанных с ними поверхностных вод. Участок для детальной разведки и размещения будущего водозабора выбирают в котловинах, западинах и других понижениях карстового рельефа. К этим отрицательным формам рельефа приурочены наиболее водообильные карстовые воды.

Специфичны поиски и разведка подземных вод в районах *многолетней мерзлоты*.

На различных стадиях изысканий изучают взаимосвязь *надмерзлотных, межмерзлотных и подмерзлотных вод*, исследуют *мерзлотные явления* (наледи, талики и другие проявления водоносности), *температурный режим горных пород, влияние искусственных факторов* (устройство водохранилищ, застройка территории) на режим подземных вод.

Гидрогеологическую съемку проводят в два этапа: *в период наибольшего оттаивания деятельного слоя и в период наибольшего промерзания грунтов*. Наблюдения за объемом таликов, наледей и других мерзлотных форм позволяют оценить водообильность питающих их подземных вод.

Скважины в мерзлых рыхлых породах бурят по особой технологии. Производят опытно-фильтрационные работы и лабораторные исследования мерзлых и оттаивших горных пород.

Гидрогеологические изыскания артезианских вод, в зависимости от степени изученности артезианских бассейнов, выполняют в две стадии (*предварительную и детальную*), или в одну стадию (*детальная разведка*).

В хорошо изученных артезианских бассейнах платформенного типа гидрогеологическую съемку не производят. Участки для детальной разведки выбирают на основании имеющихся геологических и гидрогеологических материалов и данных геофизической разведки. На выбранных участках бурят скважины глубиной до 800 м и более (обычно 200 - 300 м). Каждан скважина опробуется опытными откачками воды. Проводят также кустовые, групповые и пробные эксплуатационные откачки.

Обязателен комплекс геофизических исследований в скважинах.

Изучают фильтрационные свойства и водообильность всех напорных водоносных горизонтов, однако детальному опробыванию подвергают только наиболее перспективный, с повышенной водопроводимостью.

В артезианских бассейнах водозаборы линейного, реже площадного типа, размещают на участках с наибольшей водообильностью, как правило, в краевых зонах синклинальных структур.