

В. В. ДУБРОВСКИЙ

ИЗЫСКАНИЯ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД
ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

В. В. ДУБРОВСКИЙ

ИЗЫСКАНИЯ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД
ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ОБЪЕКТОВ

(МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ)



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1962 ЛЕНИНГРАД

В книге излагаются вопросы изысканий подземных вод для технологического и хозяйственно-питьевого водоснабжения энергетических объектов. Рассматриваются методы, а также состав и содержание изысканий подземных вод раздельно применительно к объектам разных типов и мощностей (тепловые электрические станции, гидравлические станции, подстанции, переключательные пункты и пр.) и к разным стадиям проектирования с учетом разнообразия природных условий, причем методы изысканий излагаются с точки зрения возможности устройства групповых водозаборов и одиночных разведочно-эксплуатационных скважин; приводится методика определения запасов подземных вод.

Книга рассчитана на инженеров-геологов и гидрогеологов, а также на инженеров специалистов по водоснабжению, занимающихся вопросами изысканий и проектирования водозаборов подземных вод для энергетических объектов.

Автор — *Виктор Викторович Дубровский*
ИЗЫСКАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Редактор *А. С. Белицкий*

Техн. редактор *Н. И. Борунов*

Сдано в набор 5/III 1962 г.

Подписано к печати 26/VI 1962 г

Т-07710 Бумага 84×108^{1/82}

9,02 печ. л.

Уч.-изд. л. 10,0

Тираж 2 300 экз.

Цена 55 коп.

Зак. 215

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Среди всех отраслей народного хозяйства ведущая и опережающая роль в создании материально-технической базы коммунизма предназначена энергетике. В течение ближайших 20 лет генеральной перспективой предусмотрено построить около 200 мощных районных электростанций, 260 крупных теплоэлектроцентралей, 180 мощных гидроэлектростанций и несколько сот тысяч километров линий электропередачи с многочисленными подстанциями.

В связи с этим будет постоянно увеличиваться потребление воды при строительстве и эксплуатации энергетических объектов.

Известно, что подземные воды являются лучшим источником хозяйственно-питьевого водоснабжения. Но, кроме этого, во многих случаях оказывается предпочтительнее использовать подземные воды также и для целей технологического водоснабжения — питания паровых котлов на тепловых электрических станциях.

Поэтому окажутся необходимыми изыскания запасов подземных вод для каждого энергетического объекта.

В практике проектирования и строительства энергетических объектов гидрогеологические изыскания подземных вод для целей водоснабжения не соответствуют тому уровню, который достигнут, например, Гидроэнергопроектом в инженерно-геологических изысканиях. Как известно, опыту изысканий для целей строительства гидроэнергетических объектов обязана в значительной степени своим развитием и достижениями советская школа инженерной геологии. Изыскания же подземных вод для водоснабжения энергетических объектов совсем несправедливо считаются задачей второстепенной и поэтому

зачастую выполняются несовершенными методами и средствами и поэтому, естественно, нередко не достигают намеченных целей.

Например, при проектировании и строительстве тепловых электрических станций существовало мнение, что изыскания подземных вод для целей водоснабжения проектируемого объекта вообще не входят в круг обязанностей изыскателей и что эти работы являются функцией сторонних организаций, занимающихся проектированием и бурением скважин на воду.

В настоящее время это принципиально неправильное представление почти изжито, однако в изысканиях подземных вод еще продолжают наблюдаться весьма существенные недостатки.

Одним из самых существенных недостатков в этих изысканиях является несвоевременная их организация. Вместо того чтобы организовывать изыскания подземных вод с момента начала работ по выбору площадки или по составлению схемы использования реки в комплексе со всеми изысканиями, о них нередко вспоминают только на стадии рабочих чертежей, после поступления жалоб на отсутствие воды от строителей объекта.

Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 7 октября 1961 г. «О мерах по более эффективному использованию капитальных вложений и усилению контроля за вводом в действие строящихся предприятий», предусматривает коренную реорганизацию проектно-изыскательских работ и кладет конец упомянутым выше ненормальностям.

Основные положения реорганизации касаются упорядочения сроков готовности проектной документации. К 1-му сентября года, предшествующего году начала строительства, должны быть закончены и выданы утвержденное проектное задание на строительство объекта и рабочие чертежи на все здания и сооружения, подлежащие сооружению в первый год строительства. Обязательным условием возможности начала основных строительных работ на промышленной площадке поставлено выполнение подготовительных работ и наличие законченных строительством¹ сетей и сооружений электроснабжения и водоснабжения¹.

¹ Разрядка автора.

Из этого следует, что заблаговременные изыскания подземных вод, а также проектирование и сооружение соответствующих водозаборов являются теперь обязательными.

Серьезным дефектом в изысканиях обычно является недостаточная продуманность и недоработанность программ работ. Это влечет за собой преждевременное решение отдельных частных вопросов, неверное направление изысканий, излишние буровые работы, упущения в изучении общих геолого-гидрогеологических условий и необоснованность выводов в заключительных материалах. Изыскания на участках водозаборов, как правило, начинаются со стадии буровой разведки, причем выбор участка обычно носит случайный характер и целесообразность его не обосновывается данными гидрогеологической съемки. При этом недоучитывается необходимость всестороннего изучения и анализа геологических, геоморфологических и гидрогеологических условий, а также выделения участков, наиболее перспективных с точки зрения возможности использования подземных вод для целей водоснабжения. Не выявляются области питания и дренирования водоносных горизонтов на основе именно такого анализа. Как правило, не принимается во внимание необходимость оценки ресурсов подземных вод, что имеет первостепенное значение особенно в районах интенсивного их использования и в малоизученных районах при большой потребности в воде.

Недостатками полевых работ являются перерывы в откачках и другие нарушения режима проводимого опыта. В иных случаях неоправданными бывают весьма продолжительные откачки из скважин, вскрывающих, например, высоконапорные воды в горизонтах, ранее достаточно подробно разведенных и хорошо изученных. Встречаются случаи разведки горизонтов с заведомо неудовлетворительными показателями химического состава воды.

Серьезным недостатком изысканий в процессе камеральной обработки полученных материалов является недооценка реальной природной обстановки и в связи с этим неправильное или неуместное пользование расчетными формулами. Иногда расход потока и длина створа разведочных скважин в условиях сильно дислоцированных, трещиноватых водоносных пород рассчиты-

ваются по эмпирическим формулам и справочным данным, вместо того чтобы использовать фактические данные. Радиус влияния при этом также рассчитывается по формулам, и не принимаются во внимание данные наблюдений в контрольных скважинах, нередко не подтверждающие величину радиуса, полученную расчетом. Это свидетельствует о недооценке возможностей и пределов применимости расчетных формул. В результате расчеты оказываются неправильными, а данные, полученные на их основе, дезориентирующими. Расчеты возможного максимального дебита скважины нередко значительно превышают пределы допустимой экстраполяции и т. п.

Одной из причин многих недостатков изысканий на воду является отсутствие каких бы то ни было специальных методических руководств, пособий или инструктивных материалов, ориентирующих изыскателей-гидрогеологов в отношении возможностей использования подземных вод в качестве водоснабжения энергетических объектов. Условия же сооружения водозаборов подземных вод в энергетическом строительстве значительно отличаются от условий сооружения этих водозаборов для иных видов строительства: промышленного, городского, транспортного и др.

Эти особенности следующие.

Во-первых, большинство энергетических объектов располагается в непосредственной близости от поверхностных водотоков или реже водоемов. В результате этого значительно сужается круг возможных геоморфологических ландшафтов, в пределах которых приходится вести гидрогеологические изыскания. В частности, это будут главным образом долины рек и примыкающие к ним территории. В то же время известно, что другие объекты (например, промышленные предприятия с безводным технологическим процессом, железнодорожные станции и пр.) сооружаются в самых разнообразных геоморфологических условиях и вдали от речных долин.

Во-вторых, возведение большинства энергетических объектов всегда связано с созданием также и гидротехнических сооружений и водохранилищ, которые, как известно, значительно изменяют существующие гидрогеологические условия и режим подземных вод. Поэтому в этих случаях бывает необходимо составление прогно-

за измененного режима подземных вод и влияния его на эффективность работы проектируемого водозабора. Строительство же других промышленных объектов большей частью не сопровождается возведением гидротехнических сооружений и, следовательно, естественные гидрогеологические условия не претерпевают изменений под воздействием этих сооружений. Поэтому в таких случаях не возникает необходимости прогноза режима подземных вод, измененного упомянутыми сооружениями, который является обязательным при гидрогеологических изысканиях в целях водоснабжения энергетических объектов.

Автором сделана попытка создать первое методическое пособие для изыскателей и проектировщиков, работающих в области водоснабжения энергетических объектов подземными водами.

Книга рассчитана на специалистов, и поэтому в ней отсутствуют расчетные схемы и формулы для определения расходов подземных вод, определения их запасов, взаимодействия скважин, их дебитов и т. п., а также методические и инструктивные материалы по производству отдельных видов изыскательских работ. Имеется в виду, что общие и специальные вопросы методики и техники производства самих гидрогеологических изысканий должны быть хорошо знакомы читателю.

Автор ставил себе задачу написать пособие по принципиальным вопросам организации, направленности и проведения изысканий подземных вод в различных гидрогеологических условиях, применительно к различным видам и типам энергетических сооружений разной мощности и подразделением видов и объемов этих изысканий по стадиям проектирования. При этом имелось также в виду, что объемы изысканий должны быть наименьшими, а результаты их наиболее эффективными.

В этих целях приводятся рекомендации выполнять на начальных этапах изысканий некоторые полевые работы, которые ныне не принято производить. Именно при этом условии может появиться возможность избежать излишних дорогостоящих подобных работ на следующем этапе изысканий, что значительно сократит и сроки окончания работ.

В связи с тем, что недавно издан ряд обязательных постановлений, регламентирующих добычу подземных

вод, в пособии освещены вопросы порядка оформления организаций и проведения изыскательских работ в связи с этими новыми требованиями. Освещены последние требования Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых к полноте полевых работ и к составу отчетных материалов изысканий для отнесения запасов подземных вод к той или иной категории и утверждения этих запасов. Приведены некоторые справочные данные о нормах водопотребления, охарактеризованы требования к устройству водозаборов со стороны органов санитарного надзора и т. п. Все эти вопросы мало известны изыскателям, работающим в области энергетического строительства.

Автор выражает искреннюю благодарность В. С. Эристову, Д. М. Юринову и Л. Д. Белому за содействие изданию этой книги и особенно благодарит А. Г. Лыкошина и А. С. Белицкого за ценные замечания, сделанные ими при подготовке книги к печати.

Автор будет признателен всем товарищам, которые пришлют свои отзывы по адресу: Москва, Ж-114, Шлюзовая набережная, д. 10, Госэнергоиздат.

Автор

Москва, 15 апреля 1962 г.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Конечной целью гидрогеологических изысканий для проектирования водозаборов подземных вод является выявление подземного источника водоснабжения, обеспечивающего получение достаточного и постоянного количества воды хорошего качества.

Эта цель в каждом отдельном случае может достигаться различными методами в зависимости от типа водозаборов, от размера водопотребления и особых требований к качеству воды, а также от конкретных природных условий.

Все водозаборы подземных вод подразделяются на два основных типа: 1) групповые водозаборы и 2) одиночные водозаборы. Между этими двумя типами водозаборов имеется весьма существенное различие, заключающееся в принципе их работы.

Групповыми подземными водозаборами называется несколько водозаборных сооружений (скважин, колодцев), работающих одновременно и расположенных на таком расстоянии, при котором в определенных условиях режима эксплуатации они взаимодействуют.

Одиночными подземными водозаборами называются единичные скважины и группы скважин или колодцев, которые находятся вне пределов радиуса влияния или расположенные хотя и на близком расстоянии одна от другой, но работающие в разное время и в результате этого не взаимодействующие друг с другом (поочеред-

но действует только одна скважина, а остальные являются резервными).

Проектирование групповых водозаборов всегда требует проведения гидрогеологических изысканий и исследований, как это имеет место при проектировании добычи других полезных ископаемых.

Понятия разведки и добычи различных полезных ископаемых, в том числе жидких и газообразных, необходимый состав работ и порядок осуществления двух названных процессов давно получили вполне четко выраженное разграничение в теории и практике. Разработка и эксплуатация любых полезных ископаемых начинается только после того, как месторождение надлежащим образом разведано, опробовано и оконтурено в пространстве, а запасы месторождения исчислены в объемных или весовых единицах с точностью соответствующей определенной категории запасов.

Задачей предварительной и детальной разведки является установление количества и качества полезного ископаемого в определенном месторождении и выяснение условий залегания этого месторождения. При этом детальная разведка должна обеспечить получение данных, необходимых для составления рабочего проекта разработки месторождения.

При так называемой эксплуатационной разведке уточняются отдельные подробности и особенности строения месторождения полезного ископаемого и с учетом этого планируются и осуществляются подготовительные вскрышные и эксплуатационные работы.

Такой же порядок, но значительно медленнее и недостаточно настойчиво внедряется при разведке подземной воды, т. е. при гидрогеологических исследованиях для проектирования групповых подземных водозаборов. Объясняется это тем, что понятие о запасах подземной воды для целей водоснабжения, а также классификация этих запасов получили свое определение и были утверждены сравнительно недавно, значительно позже, чем для всех прочих видов полезных ископаемых. Поэтому до сих пор еще не изжиты из практики случаи сооружения групповых подземных водозаборов независимо от степени изученности района не только без соблюдения требований эксплуатационной разведки, но даже без предварительной разведки, в результате чего дорогостоящие

сооружения нередко не выполняют своего назначения.

Между изысканиями и проектированием групповых, с одной стороны, и одиночных подземных водозаборов — с другой, существуют большие принципиальные различия.

Проектированию групповых водозаборов должен предшествовать комплекс изысканий, включающих предварительные камеральные, полевые и окончательные камеральные работы. Полевые изыскания нередко заключаются в выполнении больших объемов бурения и опытных работ, и нередки случаи, когда разведочные и опытные скважины, имеющие хорошие показатели по дебиту и качеству воды, в дальнейшем используются не только для технического обоснования проекта водозабора, но и включаются в эксплуатацию в качестве постоянно действующих водозаборных сооружений. Этим самым значительно облегчается рабочее проектирование группового подземного водозабора, особенно в тех случаях, когда он занимает сравнительно небольшой участок и весь в целом располагается в пределах одного геоморфологического элемента, характеризующегося одинаковыми геолого-литологическим строением и гидрогеологическими условиями.

В отличие от групповых подземных водозаборов проектированию одиночных скважин для водоснабжения никогда не предшествуют разведочные, а тем более опытные работы. Объясняется это экономическими соображениями, поскольку стоимость разведочной скважины составляет обычно в среднем не менее 50% от стоимости скважины, предназначенной служить водозаборным сооружением. Кроме того, данные опробования разведочной скважины не всегда могут быть экстраполированы на скважину большого диаметра, так как водообильность зависит не только от гидрогеологических условий участка, но и от конструкции скважины и, в особенности, ее водоприемной части.

Поэтому при бурении и опробовании одиночных скважин на воду, которые должны именоваться только разведочно-эксплуатационными, необходимо всегда совмещать два процесса: разведки и одновременно создания инженерного постоянно действующего сооружения.

Финансирование бурения на воду ведется по различным статьям в зависимости от того, является ли бурение «разведочным», «разведочно-эксплуатационным» или «эксплуатационным». Неопределенность существующей терминологии нередко вносит значительные осложнения в вопросы организации работ, так как разведочное бурение может финансироваться только по статье «изыскания», а эксплуатационное бурение — только по статье «капитальное строительство». Между тем каждая из перечисленных разновидностей скважин имеет совершенно определенное целевое назначение, не зависящее от порядка финансирования работ.

В связи с этим необходимо остановиться на определениях понятий «разведочная», «разведочно-эксплуатационная» и «эксплуатационная» скважины, так как до настоящего времени эти термины применяются путанно и обычно неправильно к тем или иным выработкам, имеющим целью вскрытие и использование подземных вод.

Разведочной может называться скважина «облегченной» конструкции, а также сравнительно небольшого диаметра, оборудованная фильтром временного типа, предназначенная для вскрытия и ориентировочного количественного опробования водоносного горизонта, а также для определения качества подземной воды.

Разведочно-эксплуатационной может называться скважина, проектная конструкция которой, включая водоприемную часть, позволяет оборудовать скважину водоподъемником, обеспечивающим получение запроектированного дебита, и передать ее в постоянную эксплуатацию при положительных результатах количественного опробования вскрытого водоносного горизонта и удовлетворительных данных исследования химико-бактериологического состава воды.

Эксплуатационной может называться любая скважина, но только после передачи ее в эксплуатацию.

Название «эксплуатационная» никогда нельзя присваивать скважине заранее, при ее проектировании. Всегда и в районах с хорошо изученными геолого-гидро-геологическими условиями, а иногда даже на участках, где уже велись предварительные специальные исследования, при бурении и опробовании скважины обнаруживаются те или иные отклонения от проектных предполо-

жений. В связи с этим в процессе сооружения и оборудования приходится вносить изменения в ее конструкцию.

Таким образом, во всех случаях бурение одиночных скважин на воду может являться только разведочно-эксплуатационным.

В связи с разнообразием гидрогеологических условий разведочно-эксплуатационным в большинстве случаев должно являться и бурение скважин даже на участках групповых подземных водозаборов, где уже была произведена предварительная разведка, но необходимы уточнения с помощью эксплуатационной разведки.

Проект любой разведочно-эксплуатационной скважины, составленный на основе всестороннего изучения и глубокого анализа конкретных, местных геолого-гидрогеологических условий, в то же время должен рассматриваться только как проект бурения и опробования этой скважины, но не как проект водозаборного сооружения в его завершенном виде. «Доводку» проекта должна осуществлять контора бурения, работающая по договору с дирекцией строящегося энергетического объекта, в процессе сооружения скважины по усмотрению и за ответственностью гидрогеолога, руководящего работами и вносящего корректизы применительно к реально встреченным условиям.

Эти корректизы могут относиться к глубине скважины, к глубине обсадки отдельных колонн труб и их диаметрам, к порядку и способу цементации колонн обсадных труб, к типу и деталям конструкции фильтра.

Хорошо выполненной в соответствии с проектом может считаться только та скважина, в которой принципиально правильная проектная схема конструкции, включая водоприемную часть, удачно сочетается с вскрытыми водоупорными и водоносными породами.

Нельзя считать правильным сооружение скважины по проекту формально, без учета фактически вскрытых пород, так как это не дает должного эффекта, а нередко может привести к браку в работе.

Из всего сказанного видно, что крайне важными условиями, обеспечивающими успех при разведочно-эксплуатационном бурении на воду, являются следующие:

1) предварительный геолого-гидрогеологический разрез и запроектированная конструкция скважины долж-

ны быть возможно более близкими к действительным условиям;

2) в процессе бурения и опробования должны своевременно учитываться все отклонения от намечавшихся предположений и применительно к этому в проект должны вноситься наиболее рациональные изменения.

Несмотря на совершенную очевидность этих положений и вытекающую из них необходимость строго дифференцированного, индивидуального подхода к каждому отдельному проекту бурения и опробования разведочно-эксплуатационной скважины для водоснабжения, некоторыми учреждениями, а также отдельными лицами предпринимаются попытки разработки типовых проектов скважин на воду.

Подобные начинания не могут привести к положительным результатам, так как стремления этого рода являются ошибочными и основываются на принципиально неверных исходных позициях. Тем не менее метод типового проектирования скважин для водоснабжения пропагандируется под предлогом упрощения и ускорения строительства скважин на воду и снижения стоимости их проектирования. Поэтому необходимо остановиться на этом вопросе подробнее, так как внедрение этого метода в практику может нанести серьезный вред.

Типовое проектирование в строительстве действительно обладает многими неоспоримыми преимуществами перед индивидуальным проектированием. Но строительство любых наземных сооружений, которое успешно осуществляется по типовым проектам, ни в какой мере не может отождествляться с разведочно-эксплуатационным бурением на воду.

Сооружение скважин для водоснабжения представляет собой не строительную работу, как уже было разъяснено ранее, а комплексную горнобуровую работу, при которой одновременно с гидрогеологической разведкой и производственным экспериментированием в природе создается постоянно действующее инженерное сооружение. Оптимальные параметры подобного эксплуатационного сооружения нередко зависят в значительно большей степени от фактических данных, полученных в природе, чем от предначертаний проекта.

Таким образом, уже по одному этому своеобразию работы видна необоснованность механического перене-

сения метода типового проектирования в совершенно другую область, не имеющую ничего общего с обычным строительством.

Нередкие случаи игнорирования этой специфики работ со стороны контор бурения приводят к тому, что любой, даже нетиповой проект разведочно-эксплуатационной скважины, если он приемлем для конторы по условиям техническим и технологическим, принимается к руководству и исполнению как безапелляционный документ и при бурении не учитываются встреченные гидрогеологические условия ради стремления точно выполнить запроектированную конструкцию скважины, включая ее водоприемную часть. Поэтому всегда желательно курирование бурения на воду со стороны проектно-изыскательской организации, когда эти работы выполняются конторой бурения на подрядных началах.

Известно также, что и, наоборот, конторы бурения нередко еще до оформления договора на работы требуют внесения изменений в запроектированную конструкцию скважины в зависимости от имеющихся незанятых стакнов того или иного типа, а также и в зависимости от наличия труб определенного диаметра. Следовательно, в зависимости от этих обстоятельств также потребуется внесение изменений в проект.

Бурение скважин в настоящее время ведется преимущественно двумя способами — роторным и ударно-кашатным; реже применяются колонковый и механизированный ручной способы. Конструкции скважины для бурения каждым из перечисленных способов будут совершенно различными для одинаковых геолого-гидрогеологических условий при одних и тех же глубинах и эксплуатационных диаметрах, и эти различия нельзя учесть в типовом проекте.

Поэтому также и по этой причине требуются изменения типового проекта. Кроме того, даже незначительные отклонения вскрываемого геологического разреза от проектного вызовут необходимость принятия не одинаковых, а различных мер в зависимости от применяемого способа бурения. Совершенно очевидно, что все возможные разновидности этих мер в сочетании с особенностями фактического разреза не могут быть предусмотрены ни в одном типовом проекте.

Известно, что при возникновении осложнений или неудач в процессе бурения, опробования или сдачи скважины конторы бурения всегда стремятся объяснить их недостатками проекта, даже в тех случаях, когда проект составлен индивидуально, с учетом комплекса всех естественно-исторических условий и является правильным в отношении технических и технологических вопросов. Подобного рода положения тем более будут возникать при пользовании типовым проектом, ориентированным на какие-то осредненные условия.

Поэтому за «типовыми» проектами могут только укрываться формальные или недобросовестные и бесконтрольные исполнители, которые любой брак в работе будут оправдывать пунктуальным выполнением технических условий и требований типового проекта. Привязка же типового проекта к конкретному участку камеральным путем равнозначна составлению нового индивидуального проекта, который бесспорно может быть составлен более качественно, без какого-либо искусственного «типового» ограничения.

Наконец, ошибочность стремления разработки типовых проектов скважин видна из того, что различные сочетания геологических разрезов, а также типы и производительность водоносных горизонтов, положения статического и динамического уровней воды, характер водоносных пород, расчетные водопотребления, требования к качеству воды, способы бурения и т. п. чрезвычайно многообразны на обширной территории СССР.

Даже для частичного охвата этих сочетаний в разных вариантах возникла бы необходимость разработки многих тысяч разновидностей типовых проектов. Однако и при этом только за счет совершенно случайного совпадения типовой проект конструкции скважины мог бы оказаться соответствующим данным конкретным условиям без внесения в него существенных поправок.

Наряду с типовым проектированием скважин на воду появились и стремления к типовому гидрогеологическому районированию, что является также не менее вредным. Порочность этого метода в отношении гидрогеологического районирования заключается в том, что типизация гидрогеологических районов проводится с точки зрения узкоспециальных запросов и потребностей отдельных отраслей народного хозяйства, например сель-

ского хозяйства. При этом на гидрогеологической карте в пределах «типовых» районов выделяются в первую очередь неглубоко залегающие водоносные горизонты с незначительными запасами подземных вод, поскольку ошибочно считают, что сельскохозяйственные объекты характеризуются сравнительно небольшим водопотреблением. Поэтому для указанных объектов экономически невыгодно основывать централизованное водоснабжение на высокопроизводительных водоносных горизонтах, залегающих более глубоко. Подобный принцип районирования является неверным по следующим причинам.

Во-первых, в границах выделяемых гидрогеологических районов располагаются и будут располагаться в будущем не только сельскохозяйственные, но крупные энергетические промышленные и другие объекты, водоснабжение которых отнюдь не может быть удовлетворено за счет использования водоносных горизонтов, производительность которых достаточна для обеспечения нужд сельского хозяйства в настоящее время.

Во-вторых, темпы развития самого сельского хозяйства в течение ближайших лет могут заставить коренным образом пересмотреть нормы сельскохозяйственного водопотребления нынешнего времени и рекомендации, данные в результате такого принципа районирования, очень скоро окажутся устаревшими.

Далее, если следовать подобному принципу гидрогеологического районирования, то окажется, что для одних и тех же территорий понадобится серия карт с выделением на них районов распространения водоносных горизонтов, производительность которых соответствует водопотреблению отдельных отраслей народного хозяйства, как, например, энергетики, металлургии, нефтяной промышленности, коммунальных нужд в городах и поселках, сельского хозяйства и т. п.

Вполне понятно, что такой критерий для оценки подземных водных ресурсов является искусственным и дезориентирующим.

Гидрогеологическое районирование как метод систематизации и синтеза имеющихся знаний и представлений о гидрогеологических условиях страны в первую очередь должно быть комплексным и всесторонним. Гидрогеологическое районирование необходимо развивать и углублять, уточняя имеющиеся материалы

и укрупняя масштабы карт по мере накопления достаточных новых данных.

Карты гидрогеологических районов, выделенных на основе геолого-структурных и литологических признаков и условий формирования подземных вод, а также пояснительные записки к ним (региональные гидрогеологические заключения) должны содержать объективные данные, возможно более полно характеризующие с качественной и количественной стороны все основные водоносные горизонты, встречающиеся в данном районе в пределах практически достижимой глубины.

Только в этом случае графические и текстовые материалы гидрогеологического районирования могут быть эффективно использованы при проектировании разведочно-эксплуатационной скважины для любого объекта.

Результаты работы по детальному гидрогеологическому районированию всей территории СССР должны стать одним из весьма важных исходных документов для составления проектов бурения и опробования разведочно-эксплуатационных скважин на воду. Чем детальнее и полнее будет проведено гидрогеологическое районирование, тем достовернее будет проект бурения скважины, тем ближе окажется он к реальным природным условиям. Однако проект бурения каждой отдельной скважины должен составляться индивидуально с учетом всех гидрогеологических и санитарных особенностей конкретного участка бурения и требований водопотребителя к качеству и количеству воды.

При этом очень важно, чтобы в проекте давались конкретные указания к проходке каждой скважины с учетом специфики данного участка и предполагаемого разреза, чтобы в нем также указывались рекомендации, как поступить в том случае, если не будет встречен ожидаемый водоносный горизонт или он окажется на иной глубине, чем предусмотрено в проекте.

Расчетный расход водопотребления для энергетических объектов может варьировать в пределах от 0,5—1,0 $\text{м}^3/\text{ч}$ (для небольших подстанций, переключательных пунктов и других мелких объектов) до 300—500 $\text{м}^3/\text{ч}$ и более (для поселков и технологических нужд крупных ГРЭС).

В зависимости от гидрогеологических условий расчетные расходы воды в указанных пределах могут удов-

летьоряться за счет сооружения групповых и одиночных подземных водозаборов.

Состав и объем изысканий подземных вод для водоснабжения энергетических объектов зависит от целевого назначения и размера водопотребления, что в свою очередь определяется типом и классом объекта, для которого проектируются водозаборные сооружения.

В настоящее время подземные воды используются на энергетических объектах во время эксплуатации в следующих целях:

а) хозяйствственно-питьевое водоснабжение государственных районных электрических станций, теплоэлектроцентралей, гидроэлектростанций, подстанций, переключательных пунктов и пр.;

б) технологическое водоснабжение — питание паровых котлов на государственных районных электрических станциях;

в) техническое водоснабжение — охлаждение конденсаторов на государственных районных электрических станциях и синхронных компенсаторов на понизительных подстанциях.

Подземные воды могут быть использованы в энергетическом строительстве не только для хозяйствственно-питьевого, но и для технологического водоснабжения во всех тех случаях, когда запасы их в районе значительны, а качество соответствует определенным кондициям.

При этом подземные воды имеют следующие преимущества по сравнению с использованием поверхностных вод:

1. Исключаются затраты на строительство и эксплуатацию очистных сооружений, предназначенных для осветления воды и удаления из нее органических веществ.

2. Упрощаются условия химической очистки воды, поскольку подземные воды в большинстве случаев характеризуются более или менее постоянным химическим составом, а также упрощается возможность автоматизации химической водоочистки.

3. Упрощается схема химической водоочистки в тех случаях, когда проектируется горячее водоснабжение с непосредственным разбором воды из тепловой сети, так как при использовании одного и того же источника (в данном случае — подземных вод) химическая водо-

очистка для питания паровых котлов и для горячего водоснабжения может быть объединена.

Преимущества подземных вод перед поверхностными водами для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения общеизвестны, особенно с точки зрения надежности в санитарном отношении. В связи с этим ГОСТ 2874-57 рекомендует использовать в качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения в первую очередь подземные воды.

2. РАСЧЕТНОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ

Расчетные расходы воды для водоснабжения электростанций и понизительных подстанций приведены в табл. 1, 2, 4, составленных по данным института Теплоэлектропроект 1956 г.

Таблица 1

Расходы воды на хозяйствственно-питьевое водоснабжение производственных объектов

Наименование водопотребителей	Нормы расхода воды на 1 чел. в смену или на 1 процедуру, л	Коэффициенты часовой неравномерности водопотребления
Эксплуатационный персонал . . .	25	3,0
Строительно-монтажные кадры . .	20	2,5
Душевые на площадке электростанции	60	1,0
Душевые на площадке подстанций	40	1,0

Расход воды на полив территории, покрытой асфальтом или бетоном, и зеленых насаждений составляет 2—4 л/м²/сутки.

Расход воды в паровозном депо:

- на промывание и заполнение одного паровозного котла 20 м³ в течение 1 ч;
- на мойку одного паровоза 1,5 м³ в течение 1 ч;
- производственный расход на одно паровозное стойло 5 м³ в течение 16 ч.

Потребное количество воды на неучтенные нужды в системе хозяйственно-питьевых и противопожарных водопроводов площадок электростанций и подстанций принимается в размере 15% от общего расхода. Кроме

того, с учетом перспективного развития хозяйствственно-противопожарного водопровода общий расход воды увеличивается дополнительно на 15%.

Таблица 2

**Расчетные расходы воды для поселков
при электростанциях и понизительных подстанциях
на хозяйствственно-питьевое водоснабжение**

Вид санитарно-технического оборудования	Водопотребление на 1 жителя, л/сутки		Коэффициент часовой неравномерности
	Среднесуточное (за 1 год)	Суточное максимальное	
Внутренние водопровод, канализация и централизованное горячее водоснабжение	185—210	210—240	1,25—1,15
Внутренние водопровод и канализация без ванн	70—90	90—110	1,6—1,4
Водоразборные колонки	—	50—60	2,0—1,6

Расчетные расходы воды на прочие хозяйствственно-питьевые нужды поселков и коэффициенты неравномерности расхода должны приниматься на основании расчетных норм расхода воды, приведенных в Нормах и технических условиях проектирования наружного водопровода промышленных предприятий и поселков при них (НиТУ 126-55), а также в Нормах и технических условиях проектирования внутреннего водопровода жилых и общественных зданий (СН 98-60)¹.

Кроме того, должны быть учтены расходы воды, не предусмотренные в табл. 3 (см. табл. 4).

Расход воды на полив улиц, проездов, площадок, зеленых насаждений и приусадебных участков определяется 2—4 л/м²/сутки.

Потребное количество воды на неучтенные нужды в системе хозяйствственно-питьевых и противопожарных водопроводов поселков принимается в размере 15% от общего расхода воды. Кроме того, с учетом перспективного роста водопотребления общий расход увеличивается на 15%.

¹ Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства, издание Госстройиздата, 1955 и 1960.

Таблица 3

Расчетные нормы расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды (согласно общесоюзным нормам)

Потребители или цели водопотребления	Единица измерения	Норма водопотребления, л/сутки	Нормативный документ
Жилые дома квартирного типа с водопроводом и канализацией без ванн	1 житель	60—100	СН 98-60
То же с газопроводом	То же	75—125	СН 98-60
Жилые дома квартирного типа с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе	• •	100—150	СН 98-60
То же с газовыми водонагревателями	• •	150—200	СН 98-60
То же с газовыми водонагревателями с многостоечным водоразбором	• •	200—250	СН 98-60
То же при централизованном горячем водоснабжении	• •	250—400	СН 98-60
Жилые дома гостиничного типа, оборудованные водопроводом, канализацией, газом и горячим водоснабжением	1 житель	100—200	СН 98-60
Общежития без душевых	То же	50—75	СН 98-60
То же с душевыми	• •	75—100	СН 98-60
То же с душевыми, столовыми и прачечными	• •	100—120	СН 98-60
Гостиницы с общими ваннами	• •	100—120	СН 98-60
Больницы, санатории общего типа и дома отдыха (с общими ваннами и душевыми)	1 койка	250—300	СН 98-60
Поликлиники и амбулатории	1 больной	15	СН 98-60
Бани (без плавательных бассейнов)	1 посетитель	125—180	СН 98-60
Прачечные механизированные	1 кг сухого белья	60—90	СН 98-60
Прачечные немеханизированные	То же	40	СН 98-60

Потребители или цели водопотребления	Единица измерения	Норма водопотребления, л/сутки	Нормативный документ
Предприятия общественного питания: а) приготовление пищи, потребляемой на предприятии б) то же, продаваемой на дом	1 блюдо То же	12 10	СН 98-60 СН 98-60
Детские сады без душей	1 ребенок	75	СН 98-60
Детские сады сдушевыми и детские ясли	То же	100	СН 98-60
Общественные здания: а) административные здания б) кинотеатры	1 работающий 1 зрительное место	6—15 3—5	СН 98-60 СН 98-60
в) клуб	1 зрительное место и 1 посетитель клубной части	10	СН 98-60
г) учебные заведения и общеобразовательные школы	1 учащийся и преподаватель	15—20	СН 98-60
Хозяйственно-питьевые нужды на промышленных предприятиях	Рабочий	25	НиТУ 126-55
Хозяйственно-питьевые нужды	То же	40	НиТУ 126-55
Душ на предприятиях			
Производственно-хозяйственные нужды:			
Мойка и питание грузового автомобиля	Автомобиль	500	НиТУ 126-55
Мойка и питание легкового автомобиля	То же	300	НиТУ 126-55
Мойка и питание трактора	Трактор	150	НиТУ 126-55
Ремонт трактора	То же	700	НиТУ 126-55
Ремонт грузового автомобиля	Автомобиль	1 500	НиТУ 126-55
Ремонт легкового автомобиля	То же	500	НиТУ 126-55

Потребители или цели водопотребления	Единица измерения	Норма водопотребления, л/сутки	Нормативный документ
Водоснабжение мастерских:			
механической	Станок	35	НиТУ 126-55
слесарной	То же	80	НиТУ 126-55
столярной	" "	20	НиТУ 126-55
кузницы	" "	40	НиТУ 126-55
Охлаждение двигателя внутреннего сгорания	л. с./ч	15	НиТУ 126-55

Потребные расходы воды для технологического водоснабжения энергетического объекта в каждом отдельном случае должны определяться на основании специального расчета. Эти расходы зависят от общей мощности электростанции, от типа и производительности паровых котлов, типа и мощности турбин и т. д.

Таблица 4

Расчетные расходы воды на прочие объекты

Потребитель воды	Единица измерения	Норма потребления, л/сутки	Коэффициенты неравномерности	
			часовой	суточный
Хлебозавод	1 т продукции	2 000	1,3	1,0
Холодильные установки	1 установка	48 000	1,0	1,0
Пожарное депо	1 автомобиль	600	1,0	1,0

Тем не менее для ориентировочного определения потребного расхода воды на технологическое водоснабжение электростанций (кроме теплоэлектроцентралей, требующих расхода пара также на нужды теплофикации, которые в данном случае не учитываются) можно руководствоваться следующими соображениями: количество пара, потребное для пополнения котлов, при нормаль-

ной работе составляет в среднем 15-20 т/ч на каждые 100 000 квт мощности электростанции, т. е. расход потребляемой воды будет равен соответственно 15-20 м³/ч на каждые 100 000 квт мощности. Следовательно, можно считать (без учета некоторого снижения удельного расхода потребляемой воды в зависимости от увеличения общей мощности станции), что расход воды на технологические нужды для ГРЭС мощностью 600 000 квт составит около 120 м³/ч, для ГРЭС мощностью 1 200 000 квт — 240 м³/ч, для ГРЭС мощностью 2 400 000 квт — 480 м³/ч и т. п.

В каждом отдельном случае при условии расположения тепловой электрической станции в районах с большими и средними эксплуатационными запасами подземных вод должна приниматься во внимание возможность использования их для технологического водоснабжения и следует производить соответствующие изыскания и исследования. На основании результатов этих изысканий надлежит проводить технико-экономические сопоставления вариантов использования для технологического водоснабжения подземных и поверхностных вод и решать вопрос о том, какому из двух источников целесообразно отдать предпочтение.

В связи с очень большими потребными расходами воды для технического водоснабжения тепловых электрических станций подземные воды для этих целей используются чрезвычайно редко и только при оборотной системе охлаждения. Случай использования подземных вод для технического водоснабжения возможны при отсутствии в районе расположения электрической станции поверхностных водотоков или водоемов достаточной величины, при весьма неблагоприятных инженерно-геологических условиях, значительно осложняющих возможность сооружения водохранилища (пруд-охладителя), и, наконец, при условии строительства электрической станции в районе, отличающемся исключительно большими запасами подземной воды и благоприятными условиями залегания и режима водоносных горизонтов.

В настоящее время впервые на Алма-Атинской ГРЭС предполагается техническое водоснабжение (смешанное оборотное) обеспечить за счет добавки подземных вод. С другой стороны, водоснабжение даже крупных под-

станций (400 кв), потребляющих значительно меньшее количество воды на охлаждение синхронных компенсаторов, во многих случаях, как, например, в Центральном районе, основывается на подземных водах Подмосковного артезианского бассейна.

Потребление воды на хозяйствственно-питьевые нужды на гидравлических электростанциях резко различно в количественном отношении в период строительства станции и в период эксплуатации. Если во время строительства гидроэлектростанции в зависимости от ее размеров количество потребителей воды исчисляется тысячами, а иногда и десятками тысяч человек, то в период ее эксплуатации количество обслуживающего персонала вследствие автоматизации работы станций может сократиться до нескольких десятков и в крайнем случае до нескольких сотен человек. Правда, в дальнейшем по мере освоения района водопотребление может опять возрасти.

Следовательно, при решении вопросов водоснабжения гидроэлектростанции задача изысканий в первую очередь заключается в обеспечении нужд временного хозяйствственно-питьевого водоснабжения строителей. В то же время при изысканиях для целей водоснабжения тепловой электрической станции необходимо учитывать, что водопотребление ее в эксплуатационный период в большинстве случаев не только не сократится, но, наоборот, может даже возрасти.

3 ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИКО-БАКТЕРИАЛЬНОМУ СОСТАВУ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

Требования к составу и свойствам воды определяются в настоящее время двумя обязательными официальными нормативными документами:

- а) источники централизованного хозяйствственно-питьевого водоснабжения — ГОСТ 2761-57;
- б) вода питьевая — ГОСТ 2874-54.

Согласно ГОСТ 2761-57 источник (подземные воды) может быть использован для хозяйствственно-питьевого водоснабжения, если качество воды в нем соответствует требованиям:

содержание сухого остатка, мг/л . . . не более 1 000
содержание сульфатов, мг/л не более 500

содержание хлоридов, $мг/л$	не более 350
величина общей жесткости $мг\text{-экв}/л$	не более 7
среднее количество кишечных палочек в 1 л воды, не более:	
для источников, намечаемых к исполь- зованию только с хлорированием воды	1 000
для источников, намечаемых к исполь- зованию с полной очисткой и с хло- рированием воды	10 000
запах и привкус при температуре 20° С в баллах	не более 3

П р и м е ч а н и е. Содержание железа (суммарное) в воде подземных источников должно быть не более 1 $мг/л$.

Согласно ГОСТ 2874-54 качество воды, подаваемой потребителям, должно постоянно удовлетворять следующим требованиям:

Запах и привкус при температуре 20° С в баллах	не более 2
Цветность по шкале в градусах	не более 20
Прозрачность по шрифту, см	не менее 30
Общая жесткость, $мг/экв$	не более 7
Содержание свинца, $мг/л$	не более 0,1
Содержание мышьяка, $мг/л$	не более 0,05
Содержание фтора, $мг/л$	не более 1,5
Содержание меди, $мг/л$	не более 3,0
Содержание цинка, $мг/л$	не более 5,0
Общее число бактерий, 1 мл	не более 100
Количество кишечных палочек в 1 л во- ды	не более 3
Титр кишечной палочки	не менее 300

Кроме того, качество воды водопроводов, имеющих устройство для ее обработки, должно соответствовать следующим требованиям:

Мутность по мутномеру при осветлении воды, $мг/л$	не более 2,0
Содержание железа суммарно при обез- железнении воды, $мг/л$	не более 0,3
Активная реакция (pH) при осветлении или умягчении воды	6,5—9,5

П р и м е ч а н и е. В исключительных случаях по согласова-
нию с органами санитарного надзора допустима большая цветность
воды, но не свыше 35°, мутность до 3 $мг/л$ и большая жесткость
воды, но не выше 14 $мг\text{-экв}$.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Основным отправным документом для организации гидрогеологических изысканий для целей водоснабжения энергетического объекта должно быть техническое задание на производство изысканий, которое должен выдавать главный инженер проекта данного объекта или начальник отдела комплексного проектирования и утвердить главный инженер учреждения.

В техническом задании должно быть указано следующее:

а) Стадия проектирования.

б) Потребное количество воды с подразделением его на хозяйственно-питьевые и технологические нужды, а также с указанием потребного количества воды на временное (на период строительства) и постоянное (на период эксплуатации) водоснабжение станции с учетом потребности по мере ввода мощностей; при всех условиях всегда должно быть указано наибольшее потребное количество воды с учетом расширения электрической станции до конечной мощности. Объясняется это тем, что от размера водопотребления во многом зависят направленность и объем изыскательских работ, их продолжительность и стоимость. Поэтому изыскания с самого начала должны быть ориентированы на выявление строго определенного количества подземной воды и обеспечивать получение необходимых данных с той степенью точности и достоверности, которые соответствуют требованиям соответствующей стадии проектирования.

Совершенно недопустимым является включение в задания заявок или требований на изыскания как можно большего количества подземной воды в районе проектируемого строительства электростанции. Дело в том, что при попытках разрешения столь неопределенной задачи состав и объем гидрогеологических изысканий могут расширяться также до весьма неопределенных границ как на площади, так и в глубь земных недр без действительной необходимости.

Результатом подобных работ будут неизбежные и ничем не оправданные излишние затраты средств и времени и задержка в получении достаточно обоснованных данных.

в) Графики потребления воды с учетом сезонного, суточного и часового коэффициентов неравномерности.

г) Требования к химико-бактериальному составу и физическим свойствам воды отдельно на хозяйствственно-питьевые и технологические нужды.

д) Очередность осуществления проекта водоснабжения в зависимости от планируемого увеличения потребности воды.

е) Желательное и допустимое по технико-экономическим соображениям расстояние от пункта водопотребления до водозаборных сооружений, а также предельно допустимые размеры участка размещения этих сооружений и расстояния между ними.

ж) Условия, при которых возможна или допустима замена подземных вод поверхностными источниками.

з) Требования в отношении общего срока окончания изысканий, срока представления общего отчета и частные сроки завершения отдельных видов или элементов изысканий, а также сроки представления промежуточных записок и заключений для обеспечения нормального хода текущего проектирования.

До 1960 г. намечаемые гидрогеологические изыскания для целей водоснабжения подлежали только предварительной регистрации в геологических фондах республиканских органов геологии и охраны недр или территориальных геологических управлений (трестов) в составе всего обширного комплекса инженерно-геологических изысканий, выполняющихся на участке проектируемого объекта.

Постановлением правительства об усилении государственного контроля за использованием подземных вод и о мероприятиях по их охране установлено, что теперь методическое руководство всеми проводимыми на территории СССР работами по изучению и использованию подземных вод, по их охране от истощения и загрязнения, а также координацию этих работ осуществляют органы Министерства геологии и охраны недр СССР и органы Министерства здравоохранения СССР.

Бурение так называемых эксплуатационных скважин на воду, переоборудование разведочных скважин в эксплуатационные, передача разведочно-эксплуатационных скважин для эксплуатации, строительство и переоборудование других водозаборных сооружений для использо-

вания подземных вод производятся только с разрешения республиканских органов геологии и охраны недр или территориальных геологических управлений (трестов).

Устройство водозаборов должно производиться в соответствии с проектом водоснабжения, в котором должна быть учтена перспектива роста водопотребления в дальнейшем.

В республиканские органы геологии и охраны недр или в территориальные геологические управления (тресты) для получения разрешения на бурение эксплуатационных скважин на участке вновь проектируемого водозабора или расширяемого действующего водозабора должен представляться проект, включающий данные о потребности в воде, гидрогеологических условиях района водозабора (т. е. в краткой форме все основные сведения, полученные в результате выполненных гидрогеологических изысканий), общей компоновочной схеме водозабора и конструкциях отдельных скважин, их оборудовании и намечаемом размещении, данные об эксплуатационном дебите, качестве воды, зонах санитарной охраны и пр. Перед составлением проекта целесообразно получить консультацию в органах геологии и охраны недр.

Проект водозабора должен быть предварительно согласован с органами государственного санитарного надзора. Кроме того, предварительное с согласование проекта должно быть произведено также с органами коммунального хозяйства в тех случаях, когда участок проектируемого водозабора находится в черте города или рабочего поселка.

Таким образом, в настоящее время, кроме обязательной регистрации намечаемых изыскательских работ в геологических фондах, надлежит оформлять согласование проекта водозабора во всех перечисленных учреждениях с целью получения разрешения на использование подземных вод в целях водоснабжения.

Поэтому во избежание задержек и осложнений в дальнейшем при окончательном утверждении местоположения участка водозабора необходимо начинать принципиальные согласования сразу же после того, как будет намечен участок, перспективный для организации детальных гидрогеологических разведочных работ

и опытных исследований, т. е. после выбора площадки, составления схемы использования реки или на первом этапе изысканий для проектного задания.

В приложении приведен перечень республиканских органов геологии и охраны недр и территориальных геологических управлений и трестов, имеющих право выдачи разрешений на бурение скважин на воду и строительство других водозаборов подземных вод.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ОБЩИЕ ЗАДАЧИ ИЗЫСКАНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ТРЕБОВАНИЯ К ИЗЫСКАНИЯМ

5. ЗАДАЧИ ИЗЫСКАНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ РАЗНЫХ СТАДИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Практика деятельности проектно-изыскательских организаций, работающих в области энергетического строительства, показывает, что нередко недооценивается необходимость проведения полевых гидрогеологических изысканий для целей водоснабжения даже при довольно значительном расчетном водопотреблении.

Иногда подобная недооценка наблюдается независимо от степени изученности и сложности гидрогеологических условий района, а также от его общей обеспеченности подземными водами.

Известны случаи, когда при выпуске проектных заданий энергетических объектов проектная разработка хозяйствственно-питьевого водоснабжения бывает основана только на одном обзорном очерке гидрогеологических условий района, а очерк составляется по имеющимся литературным материалам весьма общего характера. При этом полевые гидрогеологические работы в лучшем случае откладываются до стадии составления рабочих чертежей. В результате этого ввод в действие хозяйственно-питьевого водозабора иногда задерживается на длительный срок или в худшем случае бурение разведочно-эксплуатационных скважин на воду продолжается

и после пуска объекта, причем не всегда дает положительные результаты.

Характерно, что подобная практика имеет место в проектно-изыскательских организациях, проводящих весьма обширный комплекс инженерно-геологических изысканий для всевозможных сооружений энергетических объектов. При этом гидрогеологические изыскания для целей водоснабжения этих же объектов оказываются или недостаточными по составу и объему, или вовсе выпадают из поля зрения проектировщиков и изыскателей.

Такое положение нельзя признать нормальным. Существующий ныне порядок предусматривает начало финансирования строительства после утверждения проектного задания объекта. Таким образом, непосредственно после утверждения проектного задания начинается организация строительства вспомогательных объектов на площадке и появляются водопотребители очень часто даже более многочисленные, чем будущий постоянный контингент. В тех случаях, когда перед составлением проектного задания не было проведено полевых гидрогеологических работ для обоснования водоснабжения и не были введены в действие разведочно-эксплуатационные скважины на воду, эти водопотребители оказываются лишенными источника водоснабжения или вынуждены пользоваться различными «времянками» или привозной водой.

Нередко даже и при выполнении для разработки проектного задания группового подземного водозабора полевых гидрогеологических изысканий они не всегда проводятся в достаточном объеме, а результаты их не позволяют дать полную количественную характеристику всех показателей водоносного горизонта, намечаемого для эксплуатации.

При гидрогеологических изысканиях для целей водоснабжения необходимо учитывать, что для составления рабочих чертежей наземных сооружений и водоподъемного оборудования групповых подземных водозаборов проектировщик должен располагать точными исходными данными для определения всех параметров скважин проектируемого водозабора.

Только при наличии таких точных данных окажется возможным правильно определить положение водо-

подъемников в скважине, назначить оптимальные условия режима эксплуатации и решить вопрос о расположении дополнительных разведочно-эксплуатационных скважин в тех случаях, когда возникает необходимость их сооружения. Поэтому все перечисленные выше данные должны быть получены уже при изысканиях для стадии разработки проектного задания. Это необходимо также и потому, что в сметно-финансовый расчет должна быть включена стоимость эксплуатационного водоподъемного оборудования и, следовательно, надлежит точно определить типы, габариты, мощность и производительность водоподъемных агрегатов.

Чтобы добиться такого положения, необходим следующий порядок проведения гидрогеологических изысканий для целей водоснабжения.

Следует значительно расширить состав и объем гидрогеологических изысканий для целей водоснабжения, выполняемых при выборе площадки тепловой электрической станции. Эти изыскания и отчетные материалы, представляемые в результате их проведения, по своей полноте и подробности должны примерно соответствовать тому объему изысканий и отчетных материалов, которые практически часто выполняются и оформляются в настоящее время преимущественно для проектного задания.

Для выбора площадки полевые гидрогеологические изыскания должны включать минимум необходимый объем съемочных, разведочных и опытных работ, а также лабораторных исследований качества воды, позволяющих решить в принципе вопрос о перспективной возможности использования того или иного горизонта и о целесообразности дальнейшей разведки и опробования его при изысканиях для проектного задания.

В связи с трудоемкостью работ подобные гидрогеологические изыскания могут выполняться только на тех участках, которые признаны наиболее приемлемыми по всему комплексу природных и технико-экономических показателей для получения подземных вод. Количество таких участков должно быть максимально сокращено.

Исключение могут составлять только те сравнительно редкие случаи, когда выбор площадки энергетического объекта производится в условиях хорошо изучен-

ного района, характеризующегося большой водообеспеченностью напорными подземными водами. В этих случаях при выборе площадки или составлении схемы использования реки можно ограничиться составлением гидрогеологического заключения на основании использования литературных и фоновых материалов. При этом полнота гидрогеологического заключения должна быть такой, чтобы материалы заключения могли послужить достаточной основой для составления полноценного проекта бурения и опробования разведочно-эксплуатационных скважин на воду на участке проектируемого водозабора. Этот проект должен войти в состав соответствующей части проектного задания тепловой или гидравлической электрической станции и утверждаться вместе и совместно с ним.

Для проектного задания на участке намечаемого расположения группового подземного водозабора должен быть произведен полный комплекс гидрогеологических исследований, необходимый при детальной разведке подземных вод.

Степень детальности этих исследовательских и разведочных работ, а также и опробования должна быть такой, чтобы все основные параметры скважин проектируемого группового подземного водозабора (глубина, эксплуатационный диаметр, статический и динамический уровень, удельный дебит, возможный дебит, радиус влияния, коэффициент снижения дебита при взаимодействии, тип и принцип конструкции фильтра и др.) могли быть определены совершенно точно. Все гидрогеологические изыскания для проектирования группового подземного водозабора должны завершаться полностью при изысканиях для стадии проектного задания.

Для этого целесообразно организовать гидрогеологические работы следующим образом. По крайней мере некоторые разведочные и разведочно-эксплуатационные скважины, пройденные на стадии изысканий для проектного задания, должны быть пригодны для оборудования их стационарными водоподъемниками в случае положительных результатов опробования. Эти же скважины должны быть переданы в постоянную эксплуатацию после получения соответствующего разрешения от органов геологии и охраны недр, а также санитарного надзора.

Такой порядок производства гидрогеологических изысканий в значительной степени ускорит ввод в действие постоянных водозаборов и намного снизит стоимость их сооружения.

В связи с переходом на хозяйствственный расчет появляется возможность бурения разведочно-эксплуатационных скважин на участках с перспективными гидрогеологическими условиями силами и средствами строительно-монтажных управлений (контур бурения) на договорных началах с проектно-изыскательскими институтами. На таких участках можно бурить разведочно-эксплуатационные скважины большого диаметра с помощью тяжелых буровых станков и оборудования, которыми не всегда располагают проектно-изыскательские учреждения.

Для рабочих чертежей, как правило, не должно выполняться никаких работ по изысканиям подземных вод для целей водоснабжения, поскольку они должны быть полностью закончены для стадии проектного задания. В виде исключения допускается выполнение для стадии рабочих чертежей незначительного объема работ с целью уточнения или проверки отдельных частных вопросов, которые по каким-либо причинам не были полностью решены при изысканиях для предыдущей стадии проектирования. К этим вопросам, требующим уточнения или проверки, могут относиться вопросы, касающиеся главным образом взаимодействия скважин и величины радиуса влияния при определенном режиме эксплуатации.

По своему характеру эти работы преимущественно будут заключаться в проектировании дополнительных опытных работ на уже сооруженных скважинах и в значительно меньшей степени — в бурении и опытном исследовании новых скважин.

Некоторые буровые и опытные работы для стадии рабочих чертежей водозабора должны выполняться в случаях расширения водозаборов, находящихся в эксплуатации при действующих станциях. Хотя для водозаборных сооружений эти изыскания будут являться изысканиями для рабочих чертежей, начинать их нужно одновременно с изысканиями для проектного задания расширения основных сооружений тепловой электрической станции.

6. ВЛИЯНИЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАЙОНА ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ, ВЕЛИЧИНЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И СТЕПЕНИ ИЗУЧЕННОСТИ НА ЗАДАЧИ ИЗЫСКАНИЙ

Когда изучается локальный бассейн подземных вод замкнутых структур, одной из задач при гидрогеологических изысканиях для целей водоснабжения является оконтуривание этого бассейна или установление границ и очертания выбранного водоносного горизонта.

На основании данных этого изучения и сведений о режиме безнапорного водоносного горизонта представится возможным судить не только о расходе воды в данном водоносном горизонте, но и о величине так называемых регулировочных запасов. Сведения о регулировочных запасах имеют первостепенное значение для определения той допустимой величины эксплуатационного расхода группового водозабора, при которой нет необходимости использовать статические запасы водоносного горизонта.

Известно, что эксплуатация статических или вековых запасов подземных вод приводит к постепенному полному их использованию. Поэтому к подобному способу решения вопроса водоснабжения можно прибегать только в совершенно исключительных случаях, например, при крайней необходимости обеспечения крупного, но кратковременного водоснабжения на период строительства станции. К таким случаям относится также использование весьма значительных статических запасов, когда за счёт их эксплуатации можно гарантировать бесперебойное водоснабжение проектируемого объекта в течение всего срока его амортизации. Однако при этом нужно иметь в виду, что стоимость потребляемой воды будет непрерывно увеличиваться вследствие все время возрастающего ухудшения условий эксплуатации.

На состав и объем гидрогеологических изысканий очень большое влияние оказывает соотношение между эксплуатационными запасами подземных вод района и расчетным (потребным) расходом воды, который будет отбираться в процессе эксплуатации.

Под эксплуатационными запасами подземных вод следует понимать те количества воды, которые могут быть получены с помощью скважин или других водозаборных устройств из водоносных горизонтов, являющихся основными источниками водоснабжения района.

Эксплуатационные запасы подземных вод условно могут быть охарактеризованы величинами устойчивых удельных дебитов скважин, вскрывающих один или несколько водоносных горизонтов, представляющих интерес для водоснабжения. В случае отсутствия данных фактического определения удельные дебиты могут быть установлены ориентировочно на основании сведений о литологическом составе и представлений о фильтрационных свойствах пород, слагающих водоносный горизонт.

По эксплуатационным запасам подземных вод могут быть выделены условно районы следующих категорий:

1. Районы с большими эксплуатационными запасами — удельный дебит скважин, вскрывающих основные водоносные горизонты, превышает или может превышать $15 \text{ м}^3/\text{ч}$;

2. Районы со средними эксплуатационными запасами — удельный дебит скважин составляет или может составлять от 5 до $15 \text{ м}^3/\text{ч}$;

3. Районы с небольшими эксплуатационными запасами — удельный дебит скважин составляет или может составлять менее $5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Весьма существенным фактором для определения состава и объема гидрогеологических изысканий на различных стадиях проектирования является намечаемое водопотребление, которое может быть подразделено на следующие категории по суммарному расходу:

1. Водопотребление крупное более $250 \text{ м}^3/\text{ч}$;
2. Водопотребление среднее от 250 до $75 \text{ м}^3/\text{ч}$;
3. Водопотребление малое менее $75 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В зависимости от соотношения эксплуатационных запасов подземных вод и водопотребления находятся не только объемы необходимых гидрогеологических изысканий, но и очень большой степени определяется их общая направленность. При обобщении всех случаев возможных количественных соотношений между эксплуатационными запасами подземных вод и намечаемым водопотреблением можно выделить три основных класса соотношений:

1) эксплуатационные запасы выбранного водоносного горизонта заведомо значительно превосходят потребное количество воды;

2) эксплуатационные запасы выбранного водоносного горизонта приблизительно равны потребному количеству воды;

3) эксплуатационные запасы выбранного водоносного горизонта заведомо меньше потребного количества воды.

Совершенно очевидно, что отнести тот или иной участок проектируемого водозабора или район его возможного расположения к какому-либо из приведенных выше трех классов можно только в тех случаях, когда степень изученности района в гидрогеологическом отношении позволяет дать количественную оценку эксплуатационным запасам подземных вод в определенных водоносных горизонтах.

По степени гидрогеологической изученности территории могут быть подразделены на 3 категории:

1. Хорошая: имеются геологические и гидрогеологические карты в масштабе 1 : 200 000 или более крупном и профили, основанные на фактических данных и освещающие территорию не менее, чем по двум направлениям; имеются сводные монографические описания, характеризующие бассейны подземных вод в целом и все горизонты в отдельности с качественной и количественной стороны; имеются материалы о длительной эксплуатации значительного числа скважин (Подмосковная котловина, Днепровско-Донецкая впадина, Ферганская долина и др.).

2. Средняя: имеются геологические и гидрогеологические карты масштаба 1 : 500 000 — 1 500 000 и профили, пересекающие территорию только в одном направлении и недостаточно подтвержденные фактическими данными; имеются общие обзорные гидрогеологические очерки или монография, характеризующие только отдельные типы подземных вод или характеризующие только качественные показатели водоносных горизонтов; имеются редкие разведочно-эксплуатационные и разведочные скважины на воду с недостаточными или неточными данными по опробованию и эксплуатации.

3. Недостаточная: имеются только общегеологические карты в масштабе 1 : 1 000 000 и мельче; профилей нет или имеются схематические профили, основанные только на общих представлениях о геологическом строении территории; буровых скважин на воду нет, имеются

разрозненные данные по разведочным скважинам на другие виды полезных ископаемых.

Установить наиболее близкое к истине соотношение между эксплуатационными запасами и потребным количеством воды можно только для районов хорошо изученных и отчасти — для среднеизученных. Для недостаточно изученных районов это соотношение может быть выявлено только непосредственно на основании данных полевых работ.

Имеющиеся литературные и фоновые материалы, представляющие интерес, должны быть обобщены в предварительной обзорной записке, в которой также следует дать оценку степени изученности гидрогеологических условий района.

В случае хорошей степени изученности, записка должна ориентировать изыскателей и проектировщиков при выборе площадки водозабора на конкретные гидрогеологические условия.

В случае же недостаточной степени изученности на основе этой записки должны быть установлены те виды и объемы изыскательских работ, которые окажется необходимым выполнить для выяснения гидрогеологических условий. На основании результатов этих работ в дальнейшем должны решаться вопросы проектирования водозаборных сооружений как при выборе площадки или составлении схемы использования реки (или технико-экономического доклада), так и при составлении проектного задания.

Таким образом, при хорошей изученности упомянутая записка, дополненная в виде исключения данными полевых работ, проведенных в минимальном объеме, должна быть включена в состав материалов по выбору площадки или схемы использования реки в виде отдельной главы, характеризующей гидрогеологические условия для целей хозяйствственно-питьевого водоснабжения.

При средней, а тем более недостаточной изученности эта записка должна войти в виде отдельной главы в программу гидрогеологических изысканий, организуемых для тех же целей. В этой отдельной главе программы должно быть приведено сжатое обоснование необходимости выполнения определенных видов и объемов работ, направленных на исследование тех гидро-

геологических вопросов, которые следует выяснить в процессе изысканий для выбора площадки или при составлении схемы использования реки, а также при изысканиях для проектного задания.

Применительно к трем классам соотношений между эксплуатационными запасами подземных вод и потребным количеством воды задачи изыскательских работ заключаются в следующем.

В первом случае (запасы основных водоносных горизонтов заведомо значительно превосходят потребное количество воды) возможные дебиты отдельных скважин или дебит группового водозабора в целом могут все же оставаться неизвестными. Более того, в процессе дальнейших изысканий может быть установлено, что дебит отдельных скважин меньше ожидаемого и что в пределах участка расположения водозабора нельзя получить потребного расхода воды (например, в условиях распространения неравномерно трещиноватых пород).

В подобных случаях задача заключается в том, чтобы установить, при каких условиях и какая часть водоносного горизонта по глубине и особенно по протяженности способна дать требуемое количество воды. Таким образом, при этом подлежит исследованию не весь водоносный горизонт, а только какая-то часть его.

В качестве примера подобного соотношения между ресурсами водоносных горизонтов и расходами отдельных водозаборов можно привести Подмосковную артезианскую котловину¹, Северо-Украинскую мульду, Ферганскую долину, Кубанскую предгорную равнину и др.

В процессе изысканий надлежит исследовать представляющую интерес часть водоносного горизонта не целиком, а только на определенном участке. При этом конечная задача заключается в том, чтобы распространить данные исследований, полученные на определенном

¹ В связи с быстрым развитием систем крупных групповых и одиночных водозаборов, расположенных главным образом в центральной части Подмосковной котловины, наблюдается настолько интенсивное развитие районных депрессий, что возникает вопрос о необходимости строгого регулирования водоотбора и упорядочения бурения новых скважин. Таким образом, отдельные районы в Подмосковной артезианской котловине могут быть отнесены ко II классу — ресурсы водоносного горизонта приблизительно равны потребному количеству воды.

участке, на всю часть водоносного горизонта, которая будет участвовать в питании скважин при эксплуатации.

При этом необходимо располагать обоснованными данными для соответствующей экстраполяции или интерполяции. Не рекомендуется прибегать к методу экстраполяции в условиях распространения водоносных горизонтов, представленных трещиноватыми породами и недостаточно изученных. Эти горизонты могут характеризоваться неоднородной трещиноватостью, вследствие чего водоотдача их может оказаться неодинаковой даже на близких расстояниях.

С целью получения обоснованных данных для интерполяции в условиях водоносных горизонтов, сложенных обломочными (зернистыми) породами, в программе изысканий должно быть предусмотрено достаточно большое количество одиночных скважин, подлежащих опробованию.

В подобных случаях нет необходимости исследовать область питания с точки зрения учета количества поступающего пополнения, поскольку запасы водоносного горизонта (или горизонтов) заведомо больше потребного расхода. Нецелесообразно также и изучение химического состава подземных вод артезианских горизонтов во времени, так как вода в них обычно имеет довольно постоянный химический состав.

Но условия пополнения водоносных горизонтов в области питания иногда могут иметь большое значение для санитарной оценки пригодности подземной воды в качестве питьевой и для определения границ зоны санитарной охраны водозаборов. При этом следует иметь в виду, что чем ближе расположена область питания к участку водозабора и чем благоприятнее условия фильтрации, тем большее влияние на качество воды в водозаборах может оказать санитарное состояние этой области.

Во втором случае (эксплуатационные запасы водоносного горизонта приблизительно равны потребному количеству воды) задача изысканий сводится к изучению максимально возможного расхода, который может быть получен в данном районе или на данном участке.

При этом основная задача изысканий заключается в определении общего баланса подземных вод. В связи

с этим желательно, чтобы была выявлена и исследована область питания и изучены условия пополнения водоносного горизонта. Однако практически часто бывает трудно подсчитать баланс подземных вод и получить при этом достаточно достоверные данные.

Поэтому второй основной задачей при изысканиях в подобных случаях в условиях безнапорных вод является определение их количества, протекающего через все поперечное состояние данного водоносного горизонта; эта задача может быть разрешена с помощью разведочного бурения по створам и опытных работ. Кроме этого, в некоторых случаях, применяя также методы гидрогеологической съемки и электроразведки (электроразведка и электропрофилирование), важно выявить определенные объемы водоносных пород в пределах зоны влияния проектируемого водозабора, в которых могут вмещаться так называемые регулировочные запасы подземной воды, т. с. объемы воды, содержащейся в течение определенного времени в толщах водоносной породы, расположенных выше возможного наименееющего положения зеркала подземных вод¹.

Разведочным бурением и опытными работами иногда исследуется только часть поперечного сечения водоносного горизонта и полученные данные распространяются на все поперечное сечение путем интерполяции и экстраполяции.

В качестве примера для таких условий можно привести участки так называемых фильтрационных водозаборов из аллювиальных отложений речных террас.

В третьем случае (эксплуатационные запасы водоносного горизонта заведомо меньше потребного расхода) в результате изысканий должны быть выявлены не только общие запасы водоносного горизонта и изучен общий баланс подземных вод, но иногда можно также проводить специальные исследования, направленные на выяснение возможностей искусственного увеличения расхода водоносного горизонта, например, за счет дополнительного питания в результате подпора грунтовых

¹ Такого рода работы имеют смысл только в тех случаях, когда ведутся изыскания грунтовых вод, не имеющих напора, подверженных значительным сезонным колебаниям уровня и питающихся преимущественно за счет инфильтрации атмосферных осадков.

вод водохранилищем или вследствие подпитывания их водой из деривационного канала и т. д.

При проведении таких изысканий, которые сами по себе являются до некоторой степени уникальными по их сложности, достаточно трудоемкими и весьма ответственными, необходимо определять все основные параметры водоносного горизонта, намечаемого к использованию в качестве непосредственного источника водоснабжения. Кроме того, необходимо изучить окружающие толщи пород, их фильтрационную способность, условия фильтрации воды через проектируемые искусственные сооружения и т. д. Следовательно, в этом случае в результате гидрогеологических изысканий должны быть получены все исходные данные для построения новой видоизмененной гидравлической схемы питания и разгрузки водоносного горизонта.

В связи с большой стоимостью и сложностью подобных изысканий можно прибегать к ним только в крайних случаях. Нередко экономически более целесообразным, а технически более надежным является решение вопроса хозяйственно-питьевого водоснабжения за счет использования поверхностных вод со строительством специальных очистных сооружений.

Однако иногда подобные условия искусственного подпитывания грунтовых вод могут возникнуть сами по себе в результате создания основных гидротехнических сооружений электростанции. Поэтому такие возможности следует иметь в виду и при необходимости стремиться их использовать.

7. ЗАДАЧИ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ РАЗНЫХ ОБЪЕКТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Групповые водозаборы в подавляющем большинстве случаев сооружаются для водоснабжения энергетических объектов с крупным и средним водопотреблением; реже приходится сооружать групповые водозаборы для удовлетворения нужд малого водопотребления.

Все энергетические объекты, за исключением подстанций, как правило, располагаются в непосредственной близости к водотокам и значительно реже к водоемам большего или меньшего размера. Поэтому, если схематизировать возможные районы, перспективные

для гидрогеологических изысканий, то можно свести их к следующим:

а) районы, примыкающие к речным долинам в платформенных областях;

б) районы, примыкающие к речным долинам в горных и предгорных областях.

В том и другом случае могут оказаться перспективными водоносные горизонты, приуроченные к отложениям аллювиальных террас.

Однако прежде чем решать вопрос об изучении и исследовании подземных вод в отложениях аллювиальных террас, необходимо учесть следующие обстоятельства, от которых будет зависеть дальнейшее направление гидрогеологических изысканий для целей водоснабжения.

Тепловые электрические станции располагаются преимущественно в равнинных районах, реже — предгорных и как исключение — в горных. При этом возможные направления гидрогеологических изысканий на изучение и исследование подземных вод в аллювиальных отложениях террас будут зависеть в первую очередь от того, намечается ли сооружение водохранилища для ГРЭС и каковы его размеры. Это имеет решающее значение, потому что в случае сооружения водохранилища будут затоплены прежде всего нижние террасы реки, которые бывают сложены литологическими разностями с большей водоотдачей.

Размеры намечаемого водохранилища важно знать заранее потому, что в некоторых случаях водозабор, питающийся водами аллювиальных отложений, можно расположить в хвостовой части водохранилища, где подпор выклинивается. Это вполне осуществимо в тех случаях, когда длина водохранилища небольшая и участок водозабора не слишком удален от центра водопотребления. Следует по возможности не размещать участок водозабора в нижнем бьефе по санитарным условиям, а также из-за невыгодных условий подъема воды к месту ее потребления.

Таким образом, устройство водозаборов с использованием подземных вод аллювиальных отложений речных террас наиболее успешно может осуществляться для тепловых электрических станций, проектируемых без устройства водохранилищ с прямоточной системой тех-

нического водоснабжения. При этом нижние террасы долины реки остаются незатопленными и на них можно располагать участки водозаборов подземных вод.

Сказанное выше в большой степени относится и к условиям сооружения гидроэлектростанций, проектируемых по плотинной схеме и на равнинных и на горных реках. Разница заключается только в том, что вследствие значительно больших размеров водохранилищ гидроэлектростанций по сравнению с водохранилищами тепловых электростанций, хвостовые части водохранилища ГЭС, где возможно размещение участка водозабора, будут еще более удалены от местоположения возможных потребителей воды, так как поселки гидроэлектростанций располагаются обычно близ плотины.

В то же время использование подземных вод аллювиальных террас вполне возможно в условиях долин горных рек в тех случаях, когда гидроэлектростанция проектируется по деривационной схеме. При этом террасы реки остаются незатопленными и на них можно выбирать и исследовать участки для размещения водозабора подземных вод, наиболее благоприятные по гидрогеологическим и санитарным условиям.

Если будет установлено, что водоносные горизонты в отложениях аллювиальных террас не могут быть использованы в качестве источника водоснабжения, то дальнейшие направления изысканий будут различными в платформенных, горных и предгорных областях.

В платформенных областях в пределах территорий, подвергавшихся оледенению, следует выяснить в первую очередь возможности использования подземных вод, связанных с деятельностью ледника (флювиогляциальных горизонтов — межморенных и главным образом подморенных). Если же эти горизонты окажутся недостаточно мощными или недостаточно производительными или неприемлемы по санитарным условиям, то в зависимости от размера водопотребления необходимо выяснить возможности использования вод более глубоких горизонтов коренных пород.

В пределах тех территорий, где оледенения не было, следует обращаться непосредственно к выяснению возможности использования водоносных горизонтов коренных пород.

В связи с этим еще до составления программы изысканий надлежит установить, в пределах каких элементов какого крупного геоструктурного региона располагается участок проектируемого водозабора. К каждому из геоструктурных элементов приурочена определенная гидрогеологическая область, характеризующаяся комплексом довольно выдержаных и в той или иной мере изученных артезианских водоносных горизонтов, например: Подмосковный артезианский бассейн, Днепровско-Донецкий артезианский бассейн, Печорский артезианский бассейн, Прибалтийский артезианский бассейн, Ангаро-Ленский артезианский бассейн, Якутский артезианский бассейн, Тунгусский артезианский бассейн и т. п.

В горных и предгорных областях в отдельных случаях будут также представлять интерес глубоко залегающие пластовые артезианские водоносные горизонты, как, например, в некоторых районах Северного Кавказа понтические и киммерийские горизонты на южной окраине Прикубанской депрессии, в частности в полосе предгорий, по линии Краснодар — Новороссийск.

В большинстве же случаев глубокие водоносные горизонты в предгорных областях приурочены к пролювиальным отложениям конусов выноса. Водоносные горизонты такого типа широко распространены в южных областях Казахстана и республиках Средней Азии — вдоль северных склонов Заилийского и Терской Алатау, Киргизского и Таласского хребтов, Копет-дага, в Ферганской долине и пр.

Особенности разведки и оценки подобных водоносных горизонтов должны заключаться главным образом в том, что их следует рассматривать прежде всего как отдельные, в большинстве случаев почти изолированные один от другого горизонты, и вследствие этого преимущественно не подверженные явлению взаимодействия под влиянием откачки из скважины. Поэтому при определении и подсчете запасов подземной воды таких горизонтов далеко не всегда можно применять методы экстраполяции и даже интерполяции, вполне уместные в иных условиях, например для подсчета запасов в горизонтах, имеющих выдержанный пластовый характер залегания.

Вследствие разобщенности этих горизонтов не только в области погружения и развития напора, но нередко

и в области питания водообильность их и величины напоров могут быть весьма различными и часто не находятся в непосредственной зависимости от литологического состава водовмещающих пород. Поэтому геологогидрологический разрез, зафиксированный буровыми скважинами или данными геофизических исследований, подтверждающий наличие на определенных интервалах

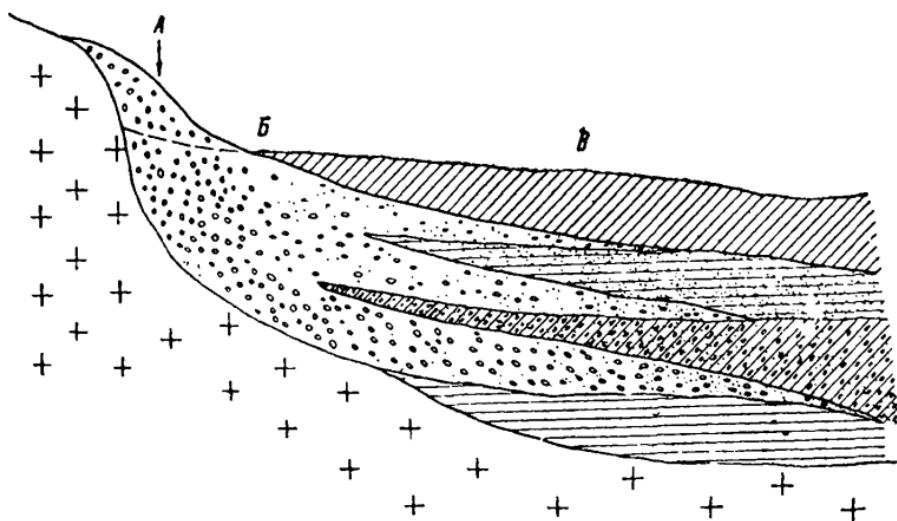


Рис. 1. Схема строения конуса выноса (продольное сечение).
А — зона инфильтрации; Б — зона выклинивания водоносного горизонта; В — зона погружения водоносных горизонтов и напора подземных вод.

водопроницаемых и водоносных пород, аналогичных по составу породам, исследованным и опробованным в других местах, без данных откачек еще не может служить достаточно убедительным основанием для включения его в расчет при определении запасов (рис. 1, 2).

Следовательно, полевые изыскания и подсчет запасов подземных вод в условиях развития водоносных горизонтов подобного типа должны обязательно основываться на данных непосредственного опробования каждой отдельной скважины.

Исключение из этого правила может допускаться только в тех случаях, когда имеются совершенно достоверные материалы ранее выполненных изысканий по району, доказывающие возможность применения метода интерполяции или экстраполяции при определении запасов.

Необходимо отметить некоторые черты гидрогеологической специфики большой части территории страны, в пределах которой развита вечная мерзлота.

На территориях, где распространена вечная мерзлота, встречаются почти все те же типы подземной воды, которые имеются и на остальной части территории. Однако мерзлота оказывает на них столь значительное влияние, что динамика и режим подземных вод приоб-

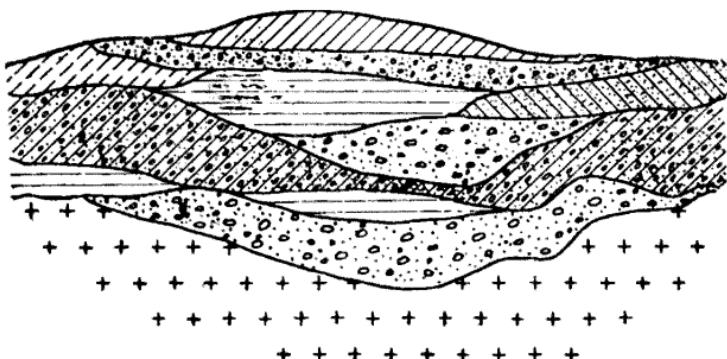


Рис. 2. Схема строения конуса выноса (поперечное сечение).

ретают весьма своеобразный характер, значительно отличающийся от динамики и режима подобных им подземных вод — аналогов «обычного» типа. Своеобразие распространения, динамики и свойств подземных вод, связанных с мерзлотой, должно приниматься во внимание в каждом отдельном случае при изысканиях в районах развития мерзлоты.

Известно, что в этих районах горизонты подземных вод подразделяются на три основных типа по признаку соотношения или сочетания их с мерзлыми горными породами: воды надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные.

В сущности они являются аналогами верховодки и грунтовых вод, а также свободных межпластовых и напорных вод, которые распространены в обычных условиях, на территориях вне зоны развития вечной мерзлоты.

При гидрогеологических изысканиях для целей водоснабжения на территориях с вечной мерзлотой необходимо учитывать, например, следующие особенности подземных вод.

Известно, что грунтовые воды, приуроченные к аллювиальным отложениям речных террас, в обычных условиях почти всегда представляют собой надежный источник водоснабжения, не иссякающий даже в тех случаях, когда река не сохраняет непрерывного поверхностного стока в течение года. В качестве примеров можно привести многие долины рек засушливых пустынных областей Средней Азии и Казахстана.

В то же время на территории, где развита вечная мерзлота, очень часто наблюдается в зимний период сплошное промерзание не только русла речки, но и ее террасовых отложений. Вполне естественно, что на этот же период полностью или частично прекращаются так называемый подрусловый сток подземной воды и поступление ее в водозаборные сооружения, если они устроены на таких участках.

Возможность возникновения подобных явлений связана с мощностью подруслового потока, положением кровли устойчивой мерзлоты, глубиной сезонного протаивания, литологическим составом пород, слагающих террасы, и другими факторами и явлениями, которые должны учитываться и изучаться при гидрогеологических изысканиях в районах развития мерзлоты.

Далее известно также, что напорные воды в обычных условиях в большинстве случаев сохраняют более или менее постоянное положение пьезометрической поверхности не только в течение года, но и в течение ряда лет.

В условиях же территорий, где развита вечная мерзлота, положение пьезометрической поверхности, например межмерзлотных вод, может претерпевать в течение года значительные изменения. Эти изменения возникают вследствие «зашемления» подземных вод мерзлотой и, наоборот, высвобождения их при оттаивании. В отдельных случаях свободные грунтовые воды при промерзании верхних слоев подруслового потока могут приобретать характер напорных вод, что, однако, будет указывать на уменьшение, а не на увеличение их ресурсов.

Приведенные сравнительные примеры далеко не исчерпывают всего многообразия специфических гидрогеологических явлений, связанных с режимом подземных вод, распространенных в пределах обширных территорий развития вечной мерзлоты.

Поэтому при гидрогеологических изысканиях для целей водоснабжения в этих районах необходимо предусматривать и проводить дополнительные исследования с целью изучения самой вечной и сезонной мерзлоты, термики пород и их влияния на изменения режима, качества и эксплуатационных запасов подземных вод. Опытные откачки в этих условиях должны проводиться в периоды минимального подземного стока, а постоянство во времени ресурсов подземных вод должно проверяться пробно-эксплуатационными откачками. Продолжительность этих откачек зависит от особенностей режима подземных вод и должна назначаться в каждом отдельном случае особо сообразно с имеющимися данными режимных наблюдений и наблюдениями, фиксируемыми при самой откачке.

8. ЗАДАЧИ ИЗЫСКАНИЙ В СВЯЗИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ИНСТРУКЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ КЛАССИФИКАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Запасы подземных вод подлежат утверждению в Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР, если полная стоимость водозабора превышает 500 тыс. руб. (в ценах с 1.I.1961 г.).

Если же, например, изыскания производились в особо сложных гидрогеологических условиях, в районах со средней, а тем более с малой водообеспеченностью, то иногда может быть вполне уместно передать отчетные материалы по изысканиям на утверждение запасов подземных вод даже в том случае, когда по формальным признакам этого утверждения не требуется. Целесообразность такого мероприятия обусловливается необходимостью получения дополнительной объективной критической оценки проведенных работ и подтверждения правильности сделанных выводов. В результате подобной оценки отчетных материалов они могут быть одобрены и, следовательно, правильность выводов получит объективное подтверждение или же выявится необходимость определенных доработок.

В настоящее время действует классификация эксплуатационных запасов подземных вод, утвержденная в 1960 г. Государственной комиссией по запасам полез-

ных ископаемых при Совете Министров СССР во исполнение постановления Совета Министров СССР от 15 октября 1959 г.

Основные положения классификации эксплуатационных запасов подземных вод, утвержденных Государственной комиссией полезных ископаемых при Совете Министров СССР 5 сентября 1960 г., приведены ниже.

Классификация эксплуатационных запасов подземных вод устанавливает единые принципы подсчета и учета, а также принципы определения подготовленности запасов для использования в народном хозяйстве в зависимости от степени их изученности.

Под эксплуатационными запасами понимается количество подземных вод в кубических метрах в сутки, которое может быть получено рациональными в технико-экономическом отношении водозаборными сооружениями при заданном режиме эксплуатации и при качестве воды, удовлетворяющем требованиям в течение всего расчетного срока водопотребления.

Качество подземных вод оценивается в зависимости от их назначения, а при наличии в водах ценных компонентов (йода, брома и других) с учетом возможности их извлечения.

Применение настоящей классификации к различным типам подземных вод определяется инструкцией Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР.

Эксплуатационные запасы подземных вод по их народнохозяйственному значению разделяются на две группы, подлежащие отдельному подсчету, утверждению и учету:

балансовые запасы — запасы, использование которых экономически целесообразно и которые должны удовлетворять кондициям, т. е. требованиям к качеству вод для данного назначения и заданным условиям режима эксплуатации;

забалансовые запасы — запасы, использование которых в настоящее время экономически нецелесообразно вследствие: малого количества, несоответствия качества заданному назначению, особо сложных условий эксплуатации или технологии извлечения ценных компонентов, но которые могут рассматриваться как объект использования в будущем.

Требования к качеству подземных вод определяются:

для вод питьевого назначения — соответствующими ГОСТ;

для вод, используемых в промышленности и сельском хозяйстве, — водопотребляющими организациями;

для вод лечебного назначения — органами здравоохранения.

Требования к режиму эксплуатации подземных вод указанных назначений определяются водопотребляющими организациями.

Требования к качеству и режиму эксплуатации вод, используемых для извлечения из них ценных компонентов и для разлива, определяются кондициями, утвержденными соответствующими государственными организациями в установленном порядке на основании технико-экономических расчетов.

Эксплуатационные запасы подземных вод подразделяются в зависимости от степени разведанности месторождений,¹ изученности качества вод и условий эксплуатации на четыре категории — А, В, С₁ и С₂, которые характеризуются следующими условиями:

Категория А — запасы, разведанные и изученные с детальностью, обеспечивающей полное выяснение условий залегания, строения и величин напора водоносных горизонтов, а также фильтрационных свойств водовмещающих пород, выяснение условий питания водоносных горизонтов и возможности восполнения эксплуатационных запасов, установление связи оцениваемых подземных вод с водами других водоносных горизонтов и поверхностными водами.

Качество подземных вод изучено с достоверностью, обеспечивающей возможность использования их по заданному назначению на расчетный срок водопотребления.

Эксплуатационные запасы подземных вод на участке проектируемого водозабора определены по данным

¹ Месторождениями подземных вод согласно Инструкции по применению классификации предлагается именовать скопления значительного количества подземных вод, используемые в народном хозяйстве. Месторождения подразделяются на две группы: I — месторождения грунтовых и неглубоких напорных вод и II — месторождения глубоких напорных (артезианских) вод. (Прим. автора).

эксплуатации, опытно-эксплуатационных или опытных откачек.

Категория В — запасы, разведанные и изученные с детальностью, обеспечивающей выяснение основных особенностей условий залегания, строения и питания водоносных горизонтов, а также установление связи подземных вод, запасы которых определяются, с водами других водоносных горизонтов и поверхностными водами, определение приближенного количества естественных водных ресурсов как источников восполнения эксплуатационных запасов подземных вод.

Качество подземных вод изучено в такой мере, которая позволяет установить возможность использования их для заданного назначения.

Эксплуатационные запасы подземных вод на участке проектируемого водозабора определены по данным опытных откачек или по расчетной экстраполяции.

Категория С₁ — запасы, разведанные и изученные с детальностью, обеспечивающей выяснение в общих чертах строения условий залегания и распространения водоносных горизонтов.

Качество подземных вод изучено в такой мере, которая обеспечивает предварительное решение вопроса о возможности их использования по заданному назначению.

Эксплуатационные запасы подземных вод определены по данным пробных откачек из единичных разведочных выработок, а также по аналогии с существующими водозаборами или примыкающими участками, по которым запасы подземных вод того же водоносного горизонта определены по категориям А и В.

Категория С₂ — запасы, установленные на основании общих геолого-гидрогеологических данных, подтвержденных опробованием водоносного горизонта в отдельных точках, либо по аналогии с разведенными участками.

Качество подземных вод определено по пробам, взятым в отдельных точках водоносного горизонта, либо по аналогии с изученными участками того же горизонта.

Эксплуатационные запасы подземных вод определены в границах выявленных благоприятных структур и комплексов водовмещающих пород.

Составление проектов и выделение капитальных вложений на строительство новых и реконструкцию действующих водозаборных сооружений, а также предприятий, использующих подземные воды, производится при наличии на участке намечаемого водозабора утвержденных Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (или в соответствующих случаях территориальными комиссиями по запасам) эксплуатационных запасов подземных вод категорий А и В в количестве, обеспечивающем проектную производительность водозабора в течение расчетного срока водопотребления, при этом запасы категории А должны составлять не менее 50%.

На участках с весьма сложным гидрогеологическим строением, где выявление запасов подземных вод категории А в процессе разведки нецелесообразно, допускается проектирование и выделение капитальных вложений на строительство водозаборных сооружений на основании запасов категории В.

Возможность проектирования и строительства водозаборных сооружений и предприятий при отсутствии или наличии меньших запасов подземных вод категории А против запасов, указанных в настоящей классификации, устанавливается Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР при утверждении запасов.

В процессе проектирования при определении возможных перспектив расширения водозаборных сооружений должны учитываться также запасы подземных вод категории С₁.

Из приведенной классификации видно, что в определения эксплуатационных запасов подземных вод внесены значительные изменения по сравнению с определениями этих запасов в ранее действовавшей классификации, утвержденной в 1951 г.

Значительно изменены также и условия отнесения выявленных эксплуатационных запасов подземных вод к стадиям проектирования водозаборов.

В связи с тем, что выделение капитальных вложений на строительство водозаборных сооружений подземных вод энергетического объекта начинается, как правило, после утверждения проектного задания, эксплуатационные запасы подземных вод для этой стадии проекти-

рования должны быть определены с полнотой и детальностью, соответствующими требованиям не ниже категории В. Во многих случаях, как это видно из классификации, для составления проектного задания запасы подземных вод должны быть разведаны и изучены в соответствии с условиями отнесения их даже к категории А.

Требования к разведенности и изученности запасов, допускавшие ранее принимать для проектного задания запасы подземных вод по категории С₁, являются заниженными и могут соответствовать детальности изысканий, проводимых только для выбора площадки или для составления схемы использования реки.

Поскольку к началу гидрогеологических изысканий для обоснования рабочих чертежей водозабора подземных вод должны быть выявлены все параметры водоносного горизонта, намечаемого к эксплуатации, и практически должны быть в основном завершены сооружение и опробование подземной части этого водозабора (если речь идет о скважинах), то изыскания к этой стадии проектирования в большинстве случаев должны ограничиться незначительными дополнительными объемами.

Требования к степени изученности запасов подземных вод, предусмотренные категорией А, сводятся в основном к накоплению материалов наблюдений за эксплуатацией существующего водозабора, их обработке и анализу с целью решения вопроса возможности его расширения. Поэтому при изысканиях участков новых водозаборов подземных вод, чьему посвящена настоящая книга, понятие запасов, устанавливаемое категорией А, не рассматривается более подробно.

В случаях, когда возникает необходимость увеличения эксплуатационного расхода действующего водозабора, в связи с расширением энергетического объекта, дирекция этого объекта должна выдать заблаговременно (не позднее чем за 1 год до начала проектно-изыскательских работ) проектно-изыскательскому учреждению соответствующее задание.

На основании этого задания проектно-изыскательское учреждение должно составить программу гидрогеологических исследовательских работ на действующем водозаборе. Эти исследовательские работы глав-

ным образом должны заключаться в анализе и обобщении данных режима работы эксплуатирующегося водозабора и в проведении ряда опытных работ непосредственно на действующих скважинах. Поэтому в программу работ, во-первых, должны быть включены перечень и методика видов наблюдений за дебитом отдельных скважин и положением их уровня при совместной и раздельной работе, а также наблюдении за изменением химического состава воды. Эта часть работы повседневно должна выполняться силами службы эксплуатации объекта, а результаты этих наблюдений должны быть использованы проектно-изыскательским учреждением. Кроме того, программа должна предусматривать проведение ряда специальных опытных работ, которые должны быть проведены проектно-изыскательским учреждением совместно со службой эксплуатации водозабора непосредственно на действующих скважинах эксплуатационного водозабора. Опытные работы должны быть в основном направлены на уточнения зависимости дебитов (абсолютного и удельного) от понижения, коэффициента снижения дебита в связи с взаимодействием скважин, величины радиуса влияния отдельных скважин и водозабора в целом при различных режимах работы и т. п.

В преобладающем большинстве случаев изыскательские работы в связи с предстоящим расширением действующего водозабора могут ограничиться проведением указанных выше эксплуатационно-экспериментальных работ и обработкой данных проведенных наблюдений за длительный период работы водозабора. В отдельных же случаях для решения вопросов о возможностях расширения водозабора может возникнуть необходимость бурения новых гидрогеологических скважин и проведения на них соответствующих опытных работ в совокупности с экспериментированием на скважинах действующего водозабора.

Необходимые гидрогеологические изыскания для отнесения изученных подземных вод к той или иной категории эксплуатационных запасов подробно изложены в Инструкции по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (Госгеолтехиздат, 1962 г.).

9. ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО И БАКТЕРИАЛЬНОГО СОСТАВА И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ

При гидрогеологических изысканиях должны производиться сокращенные и полные химические анализы воды. Виды и количество анализов назначаются в зависимости от сложности гидрогеологических условий площади исследований, количества потребной воды, а также целей ее использования — для хозяйственного, питьевого или технологического водоснабжения и специальных требований к качеству воды.

В общем сокращенным анализам подвергаются пробы воды из большинства водопунктов района исследований, включая разведочные выработки.

Полным анализам подвергаются пробы воды, отобранные в начале и при окончании каждой откачки из разведочно-эксплуатационных и эксплуатационных (постоянно действующих) скважин.

При длительных пробно-эксплуатационных откачках в сложных гидрогеологических условиях пробы воды для полного анализа берутся через каждые 7—10 дней.

При проведении режимных наблюдений полные анализы воды производятся в характерные периоды года, но не менее 4 раз в год, а в случае непостоянства физико-химических и бактериологических показателей первых анализов — ежемесячно.

Согласно требованиям Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР при сокращенных анализах определяются: количественное содержание Fe^{++} , Fe^{+++} , NH_4^+ , $CO_3^{''}$, $HCO_3^{'}$, Cl^- , $SO_4^{''}$, NO_3^- , NO_2^- , Ca^{++} , Mg^{++} , $Na^+ + K$ (по разности), свободная углекислота, агрессивная углекислота, общая жесткость, карбонатная жесткость, pH и сумма минеральных веществ; кроме того, определяются температура воды (на месте в источнике), прозрачность, цвет, вкус и запах, содержание H_2S (по качественным признакам).

При полных анализах, кроме перечисленных выше показателей, определяются: взвешенные вещества, изменения при стоянии воды, муть и осадок (с указанием их природы), сухой остаток при $110^\circ C$, прокаленный остаток, окисляемость в пересчёте на кислород, H_2S (количество), Al_2O_3 (по разности), SiO_2 , K^+ , Na^+ , Mn^{++} , щелочность в mg/l нормальной кислоты.

При полных анализах также определяются для подземных вод хозяйствственно-питьевого использования: бактериологические данные (общее количество бактерий в 1 см³ и количество кишечных палочек в 1 л воды), аммиак альбуминоидный и солевой, фенолосодержащие соединения и в случае вероятности присутствия в воде—F, P, As, Hg, Cu, Zn и другие вредные для организма человека вещества, например шестивалентный хром, барий.

В состав сокращенных анализов могут включаться и некоторые дополнительные специальные определения, необходимые для установления соответствия состава воды требованиям особых кондиций. Например, при решении вопроса о возможностях использования подземных вод для технологического водоснабжения тепловых электрических станций очень важное значение имеет выяснение количества содержания в воде кремния (SiO₂), так как он, выпадая из пара при высоком давлении и температуре, оказывает разрушающее воздействие на лопатки турбин.

При оценке результатов бактериологического анализа воды для хозяйствственно-питьевого водоснабжения нередко вызывают беспокойство пониженные показатели титра кишечной палочки, полученные в пробах воды, взятых непосредственно после завершения опробования скважины. Такие показатели в некоторых случаях служат основанием для отказа от использования скважин или вскрытого водоносного горизонта со стороны недостаточно опытных изыскателей — гидрогеологов и санитарных врачей.

Между тем в действительности в большинстве случаев неудовлетворительные показатели результатов бактериологического анализа не являются основанием для подобных отказов или запретов, особенно в тех случаях, когда вода по химическим и физическим данным имеет удовлетворительное качество.

Можно было бы привести много примеров, когда бактериологические анализы проб воды, взятых в конце пробных откачек скважин, питавшихся глубоко залегающими, очень хорошо защищенными водоносными горизонтами одного из крупнейших артезианских бассейнов нашей страны, давали неудовлетворительные результаты.

В то же время местные органы санитарного надзора, располагая соответствующим опытом и учитывая правильность конструкции каждой отдельной скважины, разрешали ввод многих скважин в эксплуатацию, но с обязательным проведением дополнительных контрольных анализов до подачи воды в водопроводную сеть. Как правило, после истечения относительно короткого срока контрольной эксплуатации скважин вода из нее поступала с удовлетворительными показателями бактериального состава.

Это обстоятельство свидетельствует о том, что пониженные показатели бактериального состава воды в исправных и правильно оборудованных скважинах большей частью обусловлены не загрязнением водоносного горизонта, а загрязнениями, занесенными в скважину вместе с обсадными трубами, сальниковыми устройствами, фильтром, материалом обсыпки и т. д., которые никогда не дезинфицируются. Эти случайно внесенные загрязнения удаляются из скважины после сравнительно непродолжительного периода контрольной эксплуатации.

Известны случаи, когда подобного рода загрязнения, внесенные извне, бывают очень сильными. Так, например, в одном из районов Урала контрольную откачу из весьма водообильной скважины пришлось вести около $1\frac{1}{2}$ мес. Скважиной был вскрыт обильный водоносный горизонт в крупнотрещиноватых скальных породах. Титр кишечной палочки, совершенно неудовлетворительный в начале откачки, медленно, но непрестанно повышался в процессе ее продолжения и достиг 500 мл. Имеются сведения, что эта скважина уже около 10 лет дает безуказиенно чистую воду в бактериальном и химическом отношении. Необходимо отметить, что вначале вопрос о возможности использования скважины был осложнен, так как в 250—300 м от нее выше по склону находился старый заброшенный могильник.

Другой пример можно привести по одной группе водозаборных скважин крупного энергетического объекта, питающихся водами водоносного горизонта, приуроченного к среднетрещиноватым полускальным породам и расположенным в 300—400 м от реки. Скважины эксплуатировались нерегулярно и недостаточно интенсивно, бактериологические анализы, проводившиеся пе-

риодически, всегда давали неблагоприятные результаты. Поскольку в реку сбрасывались сточные воды крупного промышленного (областного) центра, находящегося в 50—60 км выше по течению, возникли подозрения, что источником загрязнения водоносного горизонта являются воды реки, ложе которой отделяется от кровли водоносного горизонта водоупорными породами мощностью всего лишь 2—3 м и которая безусловно питает горизонт через многочисленные окна в водоупоре.

В дальнейшем было выяснено, что упомянутые скважины имели конструктивные дефекты, вследствие которых происходило соединение верхнего водоносного горизонта с основным водоносным горизонтом по затрубному пространству и из верхнего горизонта в нижний горизонт даже попадал песок. После проведения восстановительных работ и длительной откачки вода из скважин оказалась очищенной от органических загрязнений; неустранимым недостатком ее качества осталось только повышенное содержание железа.

Новые же скважины, сооруженные без имевшихся ранее недостатков в их конструкциях, расположенные на почти таких же расстояниях от реки и вскрывающих тот же основной водоносный горизонт, дают чистую воду.

Приведенные примеры показывают, что бактериальные загрязнения в скважину легче всего и чаще всего попадают прямым путем по затрубному пространству, через неплотно изолированный оголовок скважины, из шурфа (или так называемого приямка), в котором устанавливается первая направляющая труба при бурении, а также заносятся непосредственно на глубину в ствол скважины вместе с инструментом, оборудованием и т. д. В отдельных случаях попадание их в скважину может быть даже следствием злонамеренного поступка. Поэтому нужно принимать все необходимые, технически осуществимые меры для того, чтобы предотвратить и вовсе исключить эти нежелательные явления.

Исходя из всего сказанного выше, видно, что отрицательные показатели бактериологических исследований вообще в каждом отдельном случае должны подвергаться тщательному рассмотрению. При этом необходимо принимать во внимание весь комплекс гидрологических условий и технических обстоятельств вплоть

до учета условий самого отбора пробы воды. Неблагоприятные результаты исследования должны быть повторно, а иногда и многократно проверены, причем должен быть прослежен ход в изменениях получаемых показаний и закономерности этих изменений.

Ни в коем случае недопустимо на основании только одного или даже нескольких отрицательных бактериологических исследований принимать решение о непригодности для целей водоснабжения того или иного водоносного горизонта без учета и оценки всего комплекса санитарно-гидрогеологических условий участка и даже района расположения проектируемого водозабора.

10. ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТОВ ЗОН САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ВОДОЗАБОРА

В отличие от многих промышленных предприятий, на которых технологические процессы и выпуск конечной продукции связаны с выделением загрязнений, а иногда и отравляющих веществ (например, химические заводы), электрические станции характеризуются значительно большей чистотой. Особенно это относится к гидравлическим электростанциям, на которых при эксплуатации не выделяется никаких побочных продуктов.

На тепловых электрических станциях основным потенциальным источником загрязнения подземных вод, связанного с технологическим процессом, могут быть гидрозолоотстойники и коммуникации к ним.

Особую категорию представляют собой атомные электрические станции, о которых будет сказано ниже.

На всех электрических станциях имеются поселки, которые при определенных условиях могут быть очагами загрязнения водоносных горизонтов. Кроме того, энергетические объекты нередко сооружаются вблизи населенных пунктов и городов, на территории которых всегда бывают сбросы всевозможных нечистот.

Поэтому участки водозаборов энергетических объектов могут намечаться и в необжитых районах и в обжитых. Поскольку и необжитые районы в свое время будут постепенно застраиваться в связи с сооружением того или иного энергетического объекта, необходимо создание вокруг участка водозабора охранной санитарной зоны, предназначеннной предотвратить возможное

загрязнение источника водоснабжения, которое в большинстве случаев бывает связано с заселением района и жизнедеятельностью человека.

В обжитых районах и в той или иной степени загрязненных тем более важно знать и учитывать требования к санитарной охране подземных источников водоснабжения для того, чтобы уже при выборе участка проектируемого водозабора разместить его в условиях, отвечающих санитарным требованиям. Ниже приводятся основные положения из инструкции по установлению зон санитарной охраны хозяйствственно-питьевых водопроводов с подземными источниками водоснабжения, утвержденной Главной государственной санитарной инспекцией СССР 7 июля 1956 г.

Зона санитарной охраны представляет собой специально выделенную территорию, в пределах которой создается особый режим, исключающий возможность загрязнения, а также ухудшения качества воды источника и воды, подаваемой водопроводными сооружениями. Санитарный режим в зоне санитарной охраны устанавливается в зависимости от местных санитарных и гидрогеологических условий.

Зона санитарной охраны подземного источника водоснабжения делится на два пояса, в каждом из которых устанавливается особый режим.

Для определения границ зоны санитарной охраны подземных источников водоснабжения и необходимых санитарных мероприятий в пределах зоны должны быть проведены санитарные гидрогеологические и лабораторные исследования с целью:

- а) оценки санитарных условий в районе водозабора;
- б) выявления загрязнений на поверхности земли и на глубине, которые могут иметь воздействие на источник;
- в) изучения гидрогеологических условий района (направления и скорости движения потока грунтовых вод, условий питания скважины и величины радиуса депрессионной воронки, рельефа местности и поверхностного стока, районов питания);

- г) определения размеров и характера искусственных вскрытий земных недр (существующие и действующие, заброшенные и неправильно эксплуатируемые скважины, шахты, карьеры и прочие горные разработки), сте-

пени влияния их на подземные воды и мер по предотвращению возможного вредного воздействия.

При разработке санитарных мероприятий в зоне санитарной охраны подземного источника водоснабжения необходимо учитывать его большую подверженность возможным загрязнениям в тех случаях, когда он непосредственно перекрыт крупнозернистыми породами (песками, гравием и пр.) или представлен трещиноватыми породами, выходящими на дневную поверхность. Особое внимание следует обратить на карстовые явления на исследуемой территории, если они там имеются.

Первый пояс (зона строгого режима) — территория, на которой расположены место забора воды и все головные водопроводные сооружения (скважины и каптажи, а также связанные с ними насосные станции и сооружения для обработки воды, резервуары и основные транзитные водоводы в пределах расположения водозаборных сооружений).

Режим, установленный в первом поясе, имеет целью устраниить возможность случайного или умышленного загрязнения источника подземного водоснабжения в пункте нахождения водозаборных сооружений или нарушения нормальной работы головных сооружений, обеспечивающей хорошее качество воды, подаваемой потребителю. При определении границ первого пояса необходимо принимать во внимание рельеф местности и учитывать направление движения грунтовых вод, а также возможность их загрязнения. Если на участке существующих источников водоснабжения предусматривается бурение новых скважин, то необходимая для них территория заранее должна включаться в первый пояс зоны санитарной охраны.

Для артезианских, а также других надежно защищенных с поверхности подземных вод территория первого пояса зоны санитарной охраны устанавливается размером около 0,25 га с радиусом не менее 30 м вокруг скважины.

На существующих скважинах при невозможности установить указанные размеры первого пояса границы его определяются возможностью местных условий с ограничением срока использования скважины.

При использовании грунтовых вод радиус первого пояса зоны следует принимать не менее 50 м вокруг

скважины, а площадь зоны охраны — равной примерно 1 га.

Второй пояс (зона ограничений) представляет собой территорию, использование которой в зависимости от санитарных и гидрогеологических условий может ограничиваться в целях предохранения эксплуатируемого водоносного горизонта от загрязнения.

Второй пояс зоны санитарной охраны устанавливается в отношении всех скважин независимо от характера перекрытия водоносного горизонта. При определении границ этого пояса необходимо руководствоваться санитарными условиями, в которых находятся скважина и водоносный горизонт в данной точке, и гидрогеологическими — мощностью и составом перекрывающих пород, направлением потока подземных вод, депрессией, создаваемой при эксплуатации скважин, положением статического и динамического уровней, а также изменениями качества воды.

В тех случаях, когда установлена связь водоносного горизонта с открытыми водоемами (река, озеро и т. п.), часть этого водоема также должна быть включена во второй пояс зоны санитарной охраны.

В границах второго пояса зоны санитарной охраны подземных источников водоснабжения должны проводиться следующие основные мероприятия:

а) Выявление, ликвидация (тампонаж) или восстановление всех старых не действующих, дефектных и неправильно эксплуатируемых скважин и приведения в порядок действующих скважин, вызывающих опасность загрязнения водоносного горизонта; тампонаж ликвидируемых скважин обязательно должен производиться с восстановлением первоначальной защищенности горизонта по утвержденному проекту и под надзором санитарного врача и гидрогеолога.

б) Запрещение сохранения скважин, подлежащих ликвидации, в качестве резерва, источника водоснабжения для технических и противопожарных целей.

в) Выявление и ликвидация имеющихся поглощающих скважин и устройств.

г) Регламентирование бурения новых скважин.

д) Запрещение разработки недр земли с нарушением водоупорных слоев над водоносным горизонтом.

е) Проведение всевозможных строительных работ должно осуществляться только по согласованию с органами государственного санитарного надзора.

ж) Обязательное благоустройство населенных пунктов, находящихся на территории второго пояса зоны (организованное водоснабжение, канализация, устройство водонепроницаемых выгребов со своевременным вывозом их содержимого, упорядочение и организация отвода загрязненных поверхностных стоков, устройство водонепроницаемых полов в скотных дворах, конюшнях и пр.) с таким расчетом, чтобы поверхностные и более глубокие слои горных пород были защищены от загрязнения.

з) Запрещение загрязнения водоемов и территории, находящихся во втором поясе зоны спуском неочищенных сточных вод, выбрасыванием всевозможных нечистот, мусора, навоза, промышленных отходов и т. п.

В тех случаях, когда хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды спускаются в открытые водоемы на тех участках, которые включены во второй пояс зоны санитарной охраны, очистка сточных вод должна производиться с учетом повышенных санитарных требований и при обязательном согласовании с органами санитарного надзора.

и) Регламентирование промышленного и гражданского строительства вплоть до его запрещения.

Необходимые мероприятия в границах зоны санитарной охраны первого и второго поясов не исчерпываются перечнем мероприятий, приведенным выше. При разработке проекта зоны санитарной охраны определенного источника водоснабжения должны быть рекомендованы конкретные мероприятия, вытекающие из санитарного и гидрогеологического обследований с учетом степени защищенности водоносного горизонта.

Перечисленные выше требования являются общими, и соблюдение их является обязательным для участков водозаборов на всех энергетических объектах.

Специальных, официально утвержденных санитарных требований к участкам водозабора подземных вод для атомных электрических станций не имеется. Поэтому при выборе этих участков необходимо учитывать те санитарные требования, которые предъявляются к участкам самих атомных электростанций для того, чтобы

избежать возможных вредных воздействий на источники водоснабжения.

Ширина санитарно-защитной зоны вокруг атомной электрической станции должна быть при тепловой мощности реакторов до 100 тыс. квт—3 000 м, при тепловой мощности реакторов выше 100 тыс. квт—5 000 м от ближайших городов, селений и прочих населенных пунктов, в том числе от поселка атомной электростанции.

Размеры санитарно-защитной зоны даны применительно к водоводяным и водографитовым гетерогенным реакторам. В случае использования реакторов других типов санитарно-защитная зона устанавливается в каждом отдельном случае по согласованию с органами санитарного надзора, но не менее вышеуказанных.

В санитарно-защитной зоне допускается размещение водозаборных сооружений. Ни при каких условиях не допускается размещение водозаборных сооружений в пределах промплощадки атомной электрической станции.

Проект зон санитарной охраны участка водозабора должен составляться той же организацией, которая занимается изысканием подземных вод и разработкой проекта водозаборных сооружений. Составлению проекта зон санитарной охраны участка водозабора подземных вод должны предшествовать соответствующие изыскания, подразделяющиеся на санитарные и гидрогеологические. В связи с этим подразделением санитарные изыскания должны проводиться при непосредственном участии инженера-специалиста по водоснабжению и санитарного врача, а гидрогеологические должны возглавляться инженером-гидрогеологом.

Изыскания должны включать:

1) изучение общих условий местности и обследование ее санитарного состояния с составлением санитарного описания и 2) изучение гидрогеологических условий местности и составление специального гидрогеологического очерка.

В состав изысканий должны войти полевые обследования и лабораторные исследования.

Санитарное описание. В результате изучения общих условий местности и обследования ее санитарного состояния санитарный врач или инженер-водоснабженец должен составить общее описание террито-

рии в пределах области питания источника проектируемого водозабора, включающее:

а) наименование и местоположение населенных мест, количество населения, занимаемую ими площадь, характер застройки (расположение, занимаемая площадь, технология производства, наличие стоков), гидрографическую характеристику, описание рельефа местности, характеристику затопляемости при паводках, положение зеркала грунтовых вод;

б) характеристику используемых источников водоснабжения, характеристику отдельных водозаборов и водопроводов (их ведомственную принадлежность, соединение питьевых и технических водопроводов, суточный расход, степень обеспеченности населения водопроводной водой), детальное описание каждого из намечаемых и существующих водозаборных сооружений и обстановки вокруг них с указанием очагов возможного загрязнения, с учетом рельефа местности и других факторов и показанием их на плане;

для сооружений должны быть указаны: оборудование и состояние устьев скважин, положение башмаков обсадных труб, оборудование и состояние насосной станции, конструкция и состояние подземных резервуаров, грязевых и переливных выпусков, водонапорных башен и пр.; недостатки оборудования и конструкций, влияние их на качество воды и предложения по их устранению; для окружающей обстановки должны быть указаны: ближайшие жилые, вспомогательные и производственные здания и сооружения, состав и состояние грунтов оснований и возможность их влияния на водопроводные сооружения и качество воды, возможные очаги и источники загрязнения территории, направление поверхностного стока и потока грунтовых вод, возможность загрязнения последних, предложения по устранению вредного влияния;

в) заболеваемость от водных инфекций за последние годы на 10 000 чел. населения, в частности, групповые заболевания;

г) источники загрязнения водоносных горизонтов (поглощающие скважины и колодцы, неправильно эксплуатируемые и дефектные скважины, карьеры и т. п.) и их расположение по отношению к существующим и проектируемым источникам водоснабжения;

д) характеристику удаления твердых и жидкых отбросов, количество зданий с канализацией и без канализации; количество населения (в процентах), живущего в зданиях с канализацией, канализация общественных зданий (больниц, школ, детских учреждений, столичных и т. д.), количество хозяйствственно-бытовых сточных вод, место сброса, в какой водоем или водоток, вид, расположение и санитарно-техническое состояние очистных сооружений, эффективность их работы, количество производственных сточных вод от каждого предприятия, их состав, система очистки, расположение и санитарно-техническое состояние и эффективность работы очистных сооружений, удаления нечистот и отбросов в зданиях без канализации, а также состояние уборных, выгребных и помойных ям, вид и состояние ассенизационного транспорта и пр., система удаления и обезвреживания нечистот и отбросов (свалки, поля ассенизации, компостные кучи, биотермические камеры, их расположение по отношению к источникам водоснабжения и водопроводным сооружениям), количество накоплений и процент удаляемого сухого мусора, скотные и конные дворы, количество скота, состояние навозохранилищ, жижеприемников, направление стоков, твердые промышленные отходы, их характер, места содержания и способы обезвреживания, влияние их на источники водоснабжения, расположение кладбищ и скотомогильников.

Гидрогеологический очерк. В тех случаях, когда в целях изысканий подземных вод для сооружения водозабора проводились комплексные полевые геолого-гидрогеологические исследования, могут не выполняться специальные дополнительные полевые работы в целях сбора материалов для гидрогеологического очерка к проекту зон санитарной охраны, так как все необходимые сведения могут быть получены в результате использования и соответствующей обработки материалов проведенных изысканий. Но в тех случаях, когда, например, основные изыскания были нацелены на изучение только глубоко залегающих водоносных горизонтов или если комплексная геолого-гидрогеологическая съемка по каким-либо причинам в районе не проводилась, необходимо выполнить специальные гидрогеологические обследования и дополнительное изучение

района, на основании чего инженер-гидрогеолог мог составить очерк, в котором были бы кратко освещены:

а) географическое положение и рельеф района (высшие и низшие точки, водораздельные пространства, речные террасы, тальвеги), а также размещение скважин применительно к рельефу;

б) геологическое строение (сверху вниз с указанием мощности и абсолютных высот кровли отдельных слоев, площадей их распространения, прерывистости залегания и пр.), гранулометрический состав, трещиноватость и фильтрационные свойства водоносных и перекрывающих их пород, связь с поверхностными водами, нарушения водоупорных пород кровли;

в) водоносные горизонты, их статические уровни (напоры), удельные дебиты скважин, качество воды, глубина, направление, скорость и расход потока грунтовых вод, области питания и область распространения, данные о возможности непосредственного влияния области питания на качество воды;

г) описание конструкций действующих, не действующих и проектируемых скважин, анализ существующих и проектируемых скважин с точки зрения санитарно-гидрогеологических условий и предложения по улучшению их конструкций с учетом влияния загрязнений с поверхности болот, торфяников и пр.;

д) естественные условия залегания артезианских горизонтов и изменения их режима, создавшиеся в результате сооружения скважин, влияние длительного отбора воды из близ расположенных скважин на положение уровня воды и ее состав и свойства;

е) влияние всех местных возможных очагов загрязнения: карьеров, карстовых провалов, буровых скважин (заброшенных, неправильно эксплуатируемых, дефектных), грунтовых и поглощающих колодцев и предложения по устранению их вредного влияния;

ж) предложения по установлению границ зон санитарной охраны по гидрогеологическим признакам.

Приложения. 1. Геолого-гидрогеологические разрезы по характерным направлениям в пределах области питания.

2. Сводная текстовая таблица скважин (находящихся на всей обследованной территории).

11. ПРОГРАММА ИЗЫСКАНИЙ

Началу производства изысканий к любой стадии проектирования должно предшествовать составление всесторонне продуманной программы работ. Программа должна предусматривать минимум необходимых работ и нацеливать их таким образом, чтобы можно было получить с точностью, соответствующей стадии проектирования, необходимые данные о ресурсах подземных вод в исследуемом районе и на намеченном участке с затратой наименьших сил и средств в кратчайшие сроки. Программу следует составлять с учетом требований технического задания.

После получения технического задания перед составлением программы изысканий для любого энергетического объекта еще в подготовительном периоде необходимо взять на учет все геологические и гидрогеологические материалы, использовав для этого в первую очередь указатели и картограммы геологической изученности СССР, а также все другие указатели имеющихся материалов. Указатели издаются Всесоюзным геологическим фондом Министерства геологии и охраны недр применительно к листам карты 1:1 000 000.

Поскольку издание указателей и картограмм несколько отстает от выпуска новых отчетных и сводных материалов, необходимо получать справки об этих материалах, еще не учтенных картограммами и указателями, непосредственно в территориальных геологических управлениях. При этом следует иметь в виду, что для многих районов СССР имеются геологические и гидрогеологические карты масштабов 1:500 000; 1:200 000 и крупнее.

В названных выше изданиях учитываются все геолого-гидрогеологические материалы, опубликованные и неопубликованные, причем по мере накопления новых материалов они находят свое отражение в последующих дополнительных выпусках. После выявления нужных материалов по указателям необходимо ознакомиться непосредственно с первоисточниками и соответственно их использовать.

В тех случаях, когда после ознакомления с указателями установлено, что для территории, подлежащей изучению, нет материалов исследования желательной

подробности, необходимо ознакомиться с отдельными региональными монографиями серии «Геология СССР» и «Гидрогеология СССР», если они охватывают район расположения скважин. В этих монографиях могут быть получены очень ценные сведения по гидрогеологии, особенно в платформенных областях со сравнительно выдержанной тектоникой.

Наряду с перечисленными серийными изданиями геолого-гидрогеологического характера в последнее время издаются также монографии гидрогеологического содержания, иногда с несколько иной, более узкоспециализированной направленностью (см. перечень рекомендуемой литературы).

Тем не менее и эти материалы нередко могут быть с успехом использованы для решения задач использования подземных вод для водоснабжения. Необходимо также иметь в виду, что в периодических изданиях Министерства геологии и охраны недр, Академии наук СССР, Всесоюзного географического общества, Московского общества испытателей природы, а также в трудах многих центральных и периферийных научно-исследовательских и учебных институтов и др. нередко встречаются отдельные региональные очерки и статьи, посвященные гидрогеологической характеристике определенных участков и районов, которые могут представлять интерес, а иногда и использоваться для конкретного проектирования гидрогеологической разведки.

Для того чтобы постоянно держать в поле зрения всю подобную издающуюся литературу, в том числе и периодическую, гидрогеологу, занимающемуся изысканиями для целей водоснабжения, необходимо систематически знакомиться с выпусками «Книжная летопись» и «Летопись журнальных статей». Эти два периодических издания, которые должны иметься в любой библиотеке, выпускаются Всесоюзной книжной палатой еженедельно и охватывают всю литературу, издаваемую в СССР по всем отраслям знания. При регулярном ознакомлении с упомянутыми выпусками ни один региональный гидрогеологический очерк не будет пропущен и при необходимости — взят на учет.

Необходимо также использовать имеющиеся картографические материалы в виде гидрогеологической карты СССР в масштабе 1:2 500 000 изд. Госгеолтех-

издата, 1960 г., Государственной геологической карты 1:1 000 000 с пояснительными записками, а также комплексных геологических и гидрогеологических карт более крупного масштаба.

При составлении гидрогеологических заключений надо также учитывать и по мере возможности использовать каталоги существующих скважин на воду.

Такие каталоги были в свое время изданы, например, для скважин, расположенных в Московской, Курской и Орловской областях, Украинской и Белорусской СССР, недавно изданы каталоги скважин, расположенных в Саратовской и бывшей Балашовской, а также Воронежской областях.

Материалы, относящиеся к намеченному району изысканий, представляющие интерес, должны быть законспектированы, а из графических материалов следует сделать выкопировки. Результаты использования собранных таким образом данных будут различны: при хорошей степени изученности они могут непосредственно служить основанием для соответствующих практических выводов; при средней и, особенно, недостаточной изученности собранные сведения и данные должны являться исходными для построения различных вариантов рабочих гипотез о возможных условиях залегания водоносных горизонтов, подлежащих исследованиям.

При этом необходимо провести предварительное сравнение возможных источников водоснабжения и учесть не только положительные и отрицательные стороны условий их расположения и естественного залегания, но и технико-экономические показатели вариантов их использования.

При составлении программы гидрогеологических исследований для проектного задания нужно иметь представление о возможной схеме хозяйственно-питьевого и технологического водоснабжения подземными водами и об ориентировочной стоимости всех сооружений по этой схеме. Это необходимо для своевременного учета всех требований Инструкции по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к объемам и видам гидрогеологических работ в тех случаях, когда стоимость всех проектируемых сооружений водозабора может превысить 500 тыс. руб. При этом условии отчет по гидрогеологическим изысканиям

подлежит утверждению Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых.

Поэтому с самого начала организации работ для определенного объекта изыскателям надлежит поддерживать связь с проектировщиками и интересоваться не только возможными техническими решениями схемы хозяйственно-питьевого и технологического водоснабжения, но и размером необходимого финансирования строительства водозаборных сооружений.

По прибытии в район намеченных изысканий необходимо прежде всего дополнить гидрогеологические материалы, полученные ранее, сведениями, собранными на месте, и данными, которые по тем или иным причинам были неизвестны или не могли быть учтены до выезда в поле. К числу этих сведений относятся в первую очередь еще не поступившие в геологические фонды данные о скважинах на воду, вновь сооруженных в районе и служащих источниками централизованного водоснабжения. Эти данные можно получить в местных отделах коммунального хозяйства, водного хозяйства, сельского хозяйства, в областных, городских и районных органах санитарного надзора, а также на предприятиях и учреждениях, имеющих собственные водопроводы, питающиеся подземными водами, и в организациях, занимающихся сооружением скважин, — конторах и управлениях Бурвода, Меливодстроя, Коммунстроя и др.

Ценные сведения, характеризующие производительность водоносных горизонтов на основании данных по эксплуатации существующих скважин, можно получить на месте непосредственно у водопотребителей — владельцев скважин на заводах, фабриках, рудниках, железнодорожных станциях, в совхозах, РТС, колхозах, санаториях, домах отдыха и т. д.

При описании действующих буровых скважин необходимо фиксировать их точное местоположение, абсолютную высоту устья, геологический разрез, фактическую конструкцию, общий и удельный дебит, количество воды, статический и динамический уровни и изменения их положения, а также изменения температуры воды, ее качества, влияние соседних скважин, количество эксплуатируемых горизонтов, вид и тип водоприемной части и водоподъемного оборудования.

В том случае, если водозаборные сооружения являются не одиночными, а групповыми, то, кроме сведений, перечисленных выше, необходимо зафиксировать расстояние источников водоснабжения от центра потребления, расположение отдельных водозаборных сооружений в плане, расстояние между скважинами, выяснить степень влияния одной скважины на другую, по возможности величину общей местной депрессии, длину и диаметры основных водоводов; для водосборных штолен и галерей необходимо зафиксировать глубину заложения, длину, высоту, ширину или диаметр и уклон.

Если в целях водоснабжения намечается использовать аллювиальные водоносные горизонты, залегающие, как известно, сравнительно неглубоко, целесообразно собрать сведения о колодцах, использующих эти же воды.

При описании колодцев необходимо точно указывать их местоположение (расстояние от ближайших определенных ориентиров и направление по странам света), геологический разрез, абсолютную высоту устья, глубину до дна, глубину до уровня воды, высоту столба воды, максимальное количество отбираемой воды, ее количество, изменения уровня по временам года, после выпадения дождей, температуру, временные помутнения, конструкцию и материал обделки, насосное оборудование и т. п.

Программа изысканий представляет собой документ, имеющий большое значение. От того, насколько правильно оценил автор программы (он же в дальнейшем руководитель всех намечаемых работ) существующую природную обстановку и уяснил себе методы дальнейшего ее исследования и оценки, будут зависеть не только стоимость и сроки всех намечаемых изыскательских работ, но и вся их целеустремленность и в итоге общая эффективность.

Основные принципиальные требования, предъявляемые к составу и содержанию программы изысканий, заключаются в следующем.

Каждая программа должна подразделяться на три части.

В первой части, как бы констатационной, должно быть приведено описание геологического и геоморфологического строения, а также главным образом гидро-

геологических условий района предстоящих изыскательских работ, основанное на сборе, изучении и анализе имеющихся опубликованных и фондовых материалов. Это описание, подразделенное на главы, должно быть максимально сжатым и вместе с тем целеустремленным и конкретно направленным на решение основной задачи намечаемых изысканий — выявление необходимых ресурсов подземной воды. Вопросы стратиграфии, геологической структуры и геоморфологического строения должны рассматриваться очень кратко и детализироваться только в той мере, в которой они обусловливают гидрогеологические условия, а именно: условия питания, дренирования и общего режима водоносных горизонтов, а также фильтрационных свойств пород. В выводах первой части необходимо четко определить степень изученности и категории сложности района в целом и отдельных участков намечаемых изыскательских работ.

Во второй части программы должны быть подробно изложены те общие и частные вопросы, процессы и явления, которые намечено изучить и исследовать в дополнение к тем сведениям и данным, которые были получены и обобщены в результате сбора и обработки результатов изысканий, выполненных ранее. К этим вопросам, явлениям и процессам относятся:

а) выявление и оконтуривание предполагаемых или недостаточно исследованных водоносных горизонтов, уточнение площадей распространения их, а также областей питания, дренирования и мощности водоносных горизонтов и разделяющих их водоупорных пород;

б) выявление взаимной связи и влияния отдельных горизонтов, связи между водами поверхностных водотоков и водоемов с подземными водами, закономерностей в распределении явлений химизма подземных вод и влияние на него поверхностных вод;

в) установление и уточнение показателей фильтрационных свойств пород, которыми сложены водонесущие горизонты, выявление и уточнение зависимостей между производительностью скважин и понижением уровня воды в скважинах, вскрывающих разные водоносные горизонты, установление удельной производительности скважин и выявление закономерностей изменений удельной производительности в зависимости от величины понижения;

г) выявление степени взаимодействия скважин, со-
поставление и оценка водообильности разных водонос-
ных горизонтов на различных участках в исследуемом
районе;

д) указание методов камеральной обработки мате-
риалов, полученных в результате проведения полевых
и лабораторных исследований, и т. д.

При описании методики каждого вида изыскатель-
ских и исследовательских работ нужно четко формули-
ровать цели и задачи, для решения которых намечено
проводить тот или иной вид исследований, а также то, что
намечается делать в дальнейшем, в зависимости от полу-
ченных результатов.

В третьей части программы должны быть приведены
подробный перечень и физические объемы тех отдель-
ных видов изыскательско-исследовательских работ, ко-
торые должны быть выполнены для достижения целей
и решения задач, перечисленных во второй части про-
граммы. В этой части должны быть указаны:

а) площади съемки всех видов и масштабов;

б) виды, способы, глубины и диаметры бурения и
шурфования для целей гидрогеологической разведки и
проведения опытных и геофизических работ;

в) все виды и объемы геофизических исследований,
гидрохимических лабораторных исследований, выполня-
емых в полевых и стационарных условиях, а также объ-
емы камеральных работ.

К программе работ должен быть приложен согласо-
ванный график проведения работ.

На основании программы работ должна быть состав-
лена смета стоимости их проведения.

Все перечисленные документы — техническое зада-
ние, программа изысканий, график выполнения работ и
смета на работы — должны быть утверждены главным
инженером учреждения, после чего они становятся офи-
циальным документом и являются основанием для нача-
ла изыскательских работ на проектируемом объекте.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ РАЙОННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ

12. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В этой главе в основном рассматриваются вопросы изысканий для обеспечения водоснабжения ГРЭС, для чего в большинстве случаев возникает необходимость проектирования и сооружения групповых водозаборов.

В меньшей мере освещаемые здесь вопросы изысканий будут касаться теплоэлектроцентралей, поскольку последние, как правило, сооружаются в пределах городских территорий или территорий всевозможных предприятий, для которых водоснабжение или уже бывает обеспечено, или же изыскания его источников ведутся в комплексе с другими специализированными изысканиями. Направление этих изысканий во многом зависит от численности населения города, специфики технологии производства предприятия и т. д. Поэтому для ТЭЦ, поскольку их обычно подключают к уже обеспеченному источнику водоснабжения, необходимость в изысканиях возникает в редких случаях. Однако иногда для ТЭЦ бывает необходимо сооружать отдельные одиночные разведочно-эксплуатационные скважины. Об изысканиях и проектировании таких скважин будет сказано ниже (см. главу об изысканиях для подстанций и т. д.).

13. ВЫБОР ПЛОЩАДКИ

Основные задачи гидрогеологических изысканий при выборе площадки независимо от того, в каком районе они проводятся, заключается в выявлении всех практически доступных типов подземных вод и их возможных запасов с целью использования в качестве источников водоснабжений.

Во многих случаях может оказаться, что получить необходимые сведения в результате сбора и обработки имеющихся гидрогеологических материалов не удается. Тогда возникает необходимость проведения некоторого

объема полевых работ на минимальном количестве участков, которые потенциально могут представлять интерес для сравнительного изучения и оценки.

а) Полевые работы в районах, примыкающих к речным долинам в платформенных областях

Аллювиальные отложения террас рек равнинного типа с небольшими скоростями течений вследствие мелководности и залегенности часто характеризуются весьма незначительной водоотдачей, и забор воды из них по этим же причинам в большинстве случаев сильно затруднен. Поэтому гидрогеологические изыскания в пределах террас равнинных рек есть смысл проводить только при достаточных основаниях полагать, что сооружение водозабора может дать эффективные результаты.

Одним из основных видов полевых работ должна быть комплексная геолого-гидрогеологическая съемка, масштаб которой назначается в пределах от 1:100 000 до 1:25 000 в зависимости от сложности и степени изученности района.

В сложных условиях и средней, а тем более недостаточной изученности района масштаб съемки должен быть крупнее; в простых условиях и хорошей изученности района масштаб съемки может быть мельче.

Контуры площади съемки должны определяться по соображению в зависимости от размера водопотребления, особенностей геологического строения, гидрогеологических условий и степени обеспеченности района подземной водой.

При назначении границ съемки в долине реки необходимо учитывать высоту запроектированного подпора намечаемого водохранилища и вести съемку с таким расчетом, чтобы возможные участки расположения водозаборных сооружений были расположены выше границы затопления водами водохранилища или водами весеннего паводка.

В любом случае площадь съемки должна охватить полосу аллювиальных аккумулятивных террас и коренные склоны протяженностью несколько километров вверх по течению реки от намечаемого створа плотины.

В результате проведения съемки должны быть намечены участки, на которых целесообразно организовать

разведочное гидрогеологическое бурение и опробование скважин. При выборе участков необходимо руководствоваться не только гидрогеологическими признаками, но учитывать и технико-экономические условия, как, например, возможную длину основного водовода. Кроме того, надо принимать во внимание санитарные требования.

На участках, выделенных в результате комплексной геолого-гидрогеологической съемки, целесообразно провести геофизические исследования (электроразведку), как наименее трудоемкие, экономически выгодные, быстро выполнимые и эффективные по результатам.

На участках распространения аллювиальных отложений с помощью электроразведки могут быть: определена мощность аллювиальных отложений и выявлен характер рельефа кровли водоупорных пород; выявлены участки с наиболее водопроницаемыми породами; определены состав и состояние пород, подстилающих аллювий, и т. п.

Для решения этих задач применяются линейное и круговое зондирование, профилирование, метод заряженного тела и метод электрического поля фильтрации. Степень полноты и качество интерпретации данных электроразведки зависят от мощности и состава аллювиальных отложений, состава и сложения подстилающих пород, ширины долины и т. п.

Если подстилающий водоупорный слой представлен однородными породами, обладающими низким сопротивлением, например глинами, то по данным вертикального электрического зондирования легко определить мощность аллювия. Если же подстилающий слой представлен трещиноватыми породами, не всегда наблюдается отчетливо выраженное различие сопротивлений между водоносными и относительно водоупорными породами, и это обстоятельство затрудняет интерпретацию. Положение зеркала грунтовых вод фиксируется тем точнее, чем более водопроницаемы аллювиальные отложения. В условиях широких долин методом вертикального зондирования можно получить более четкие результаты, чем при изысканиях в узких долинах, так как в таких условиях очертания кривых искажаются за счет влияния бортов долины.

Одновременно с проведением геофизических работ всегда необходимо проверять правильность данных, по-

лученных методом электроразведки, бурением одной-двух разведочных скважин. Диаметры этих скважин должны быть достаточны для проведения пробной откачки и отбора пробы воды на химическое исследование. После откачки необходимо провести наблюдения за восстановлением уровня до первоначального положения.

В тех случаях, когда заранее известно, что подземных вод аллювиальных террас окажется недостаточно для удовлетворения нужд водопотребления (например, крупного или среднего), а район изысканий расположен в пределах распространения ледниковых отложений, необходимо начинать исследование также с проведения комплексной геолого-гидрологической съемки, но не в пределах террас, а на коренном берегу.

Масштаб съемки назначается 1 : 50 000—1 : 25 000 в зависимости от степени геологической сложности и изученности района. Наиболее перспективными из подземных вод, связанных с ледниковыми отложениями, являются воды межморенных и, особенно, подморенных водоносных горизонтов.

На территориях, на которые ледник не распространялся, в пределах равнин Южной Украины, Западной Сибири, Северного Казахстана и т. п., следует выяснить возможности использования грунтовых вод первого водоносного горизонта. При этом надо иметь в виду, что ресурсы подземных вод в этих горизонтах, как правило, незначительны и на них можно основывать водоснабжение объектов только с малым водопотреблением.

Иногда перспективными для водоснабжения могут быть воды, находящиеся в коренных скальных трещиноватых породах, подстилающих аллювиальные пески. Это возможно даже в том случае, если последние являются мелкозернистыми и глинистыми. Достаточные удельные дебиты скважин обеспечиваются здесь трещиноватостью скальных пород и питанием за счет поглощения вод из аллювиальной толщи песков.

б) Полевые работы в районах, примыкающих к речным долинам в горных и предгорных областях

Аллювиальные отложения террас горных рек в горных и предгорных областях представлены, как правило, крупнообломочными, хорошо фильтрующими отложениями и поэтому обычно являются перспективными в отно-

шении водоносности и удобными для устройства водозаборных сооружений. В связи с этим можно основывать водозаборы для среднего и крупного водопотребления на водоносных горизонтах террасовых отложений в долинах горных рек, где эти террасы сложены валунно-галечно-гравийными породами. Исключением являются участки долин, имеющие каньонообразный характер, в пределах которых аккумулятивные террасы отсутствуют или развиты очень слабо.

В речных долинах горных и предгорных областей начальным этапом изысканий должна быть гидрогеологическая съемка в масштабе 1:50 000-1:25 000 в зависимости от сложности и степени изученности района. Контуры площади съемки должны назначаться применительно к каждому конкретному случаю особо, с учетом специфики рельефа и конфигурации долины реки, а также высоты проектируемого подпора в намечаемом водохранилище. В связи с высокими показателями фильтрационных свойств гравийно-галечных отложений необходимо специально обращать внимание на санитарно-гидрогеологические условия, т. е. на наличие и расположение возможных очагов загрязнения по отношению к террасам реки. Следует учитывать, что у большинства горных рек подземный сток в террасовых отложениях сохраняется в течение всего гидрологического года, даже в тех случаях, если река не сохраняет непрерывного поверхностного стока (вследствие разбора воды на орошение или по другим причинам). С другой стороны, надлежит также иметь в виду, что на некоторых участках в долинах горных рек нередко наблюдается настолько сильный колыматаж русловой части, что гидравлическая связь между потоком реки и параллельным ему потоком подземной воды на этих участках полностью отсутствует. Подобные примеры известны из практики изысканий на некоторых реках Средней Азии и Кавказа. Эти особенности, выражющиеся в наличии или отсутствии непосредственной связи между поверхностными и подземными водами, должны быть выяснены в процессе гидрогеологической съемки и уточнены при последующих детальных разведочных и опытных работах.

При проведении гидрогеологической съемки в этих условиях весьма целесообразно организовать одновременно геофизические исследования — электроразведку,

как уже об этом говорилось раньше. Применяя метод электроразведки, можно при сравнительно небольших затратах, а самое главное — в короткие сроки, установить глубину залегания, конфигурацию подземного рельефа кровли монолитных коренных пород и определить мощность рыхлых водоносных галечно-гравийных отложений и ряд показателей, имеющих значение для решения вопроса о возможностях использования данного горизонта для водоснабжения.

В тех случаях, когда, как уже говорилось выше, долины рек в горных и особенно предгорных областях не имеют достаточно мощных аккумулятивных террас, сложенных рыхлым материалом, изыскания должны быть направлены на поиски подземных вод в коренных берегах, нередко представленных скальными и полускальными, в той или иной степени трещиноватыми извёрженными и метаморфическими породами. При этом изыскания, как всегда, должны начинаться с комплексной геолого-гидрогеологической съемки в масштабе 1:50 000—1:10 000 в зависимости от сложности и степени изученности района. Границы съемки могут определяться, с одной стороны, береговой линией с учетом высоты намечаемого подпора, и с другой стороны — линией ближайшего водораздела. Съемка может производиться по обоим берегам реки, но предпочтительнее проводить ее на том берегу, где намечается расположить все основные сооружения и поселок проектируемой ГРЭС. В то же время необходимо учитывать все имеющиеся признаки наиболее благоприятных гидрогеологических условий и в соответствии с этим давать направление изысканиям, несмотря даже на то, что в отдельных случаях изыскания придется вести на берегу, противоположном участку расположения основных сооружений ГРЭС. Границу территории съемки вверх по течению реки условно можно принять до места выклинивания намечаемого подпора.

В районах развития трещиноватых кристаллических пород подземные воды обычно приурочены к верхней трещиноватой зоне или к относительно узколокализованным системам трещин в зонах разломов значительной протяженности.

Методами электроразведки в таких условиях можно: определить глубину залегания кровли исследуемых по-

род; установить наличие коры выветривания и приблизенно определить ее мощность; выявить наиболее водообильные участки в коре выветривания или в верхней трещиноватой зоне; выявить и исследовать системы водоносных трещин; выявить и исследовать зоны тектонических разломов.

Основными методами электроразведки в данных условиях будут вертикальное электрическое зондирование и различные виды электрического профилирования (линейное, круговое и т. п.) и метод естественных токов.

Решение упомянутых задач не требует производства специальных работ в каждом отдельном случае. Обычно на основании результатов одного и того же комплекса исследований можно получить решение нескольких задач. Например, по данным зондирований определяется глубина залегания кровли искомых пород, фиксируются кора выветривания, ее мощность, а также местоположение наиболее водообильных участков.

Если в результате гидрогеологической съемки, геофизических исследований и проведения небольшого объема разведочного бурения будет установлено, что запасов подземной воды в аллювиальных отложениях террас, а также в породах, слагающих коренные берега, окажется недостаточно для удовлетворения нужд проектируемого водопотребления (например, в тех случаях, когда аллювиальные террасы очень узки или мощность галечно-гравийных отложений весьма незначительна), необходимо уделять большое внимание изысканию глубоких напорных вод, связанных с пролювиальными отложениями конусов выноса. Первоочередным видом работ при этом, так же как и в предыдущем случае, будет гидрогеологическая съемка, масштаб которой следует принимать 1:50 000—1:25 000 в зависимости от сложности геоморфологического строения, степени изученности, а также размеров территории, подлежащей изучению. В процессе съемки должны быть выявлены и зафиксированы зоны инфильтрации и выклинивания подземных вод, вторичного их погружения и напора. Должны быть также выявлены участки, на которых целесообразно проведение дальнейшей гидрогеологической разведки.

В связи со сравнительно глубоким залеганием водоносных горизонтов в области напора в периферийной

части конусов выноса при недостаточной изученности в исключительных случаях может допускаться вскрытие этих горизонтов одиночными буровыми скважинами на участке, который выбран окончательно в результате сравнительной оценки площадок.

Рабочий диаметр такой скважины должен предусматриваться с таким расчетом, чтобы обеспечить возможность спуска насоса для опробования ее с достаточной производительностью. В некоторых случаях в области предгорий, а также в межгорных впадинах могут встречаться также пластовые водоносные горизонты, имеющие довольно значительное простиранье. В качестве примера можно назвать довольно выдержаный водоносный горизонт, приуроченный к пескам киммерийского и pontического ярусов на Северном Кавказе.

Как уже было отмечено, в тех случаях, когда выбор площадки производится в пределах хорошо изученных территорий, где имеют развитие глубокие пластовые водоносные горизонты, характеризующиеся большим водообилием, выводы в отношении возможностей их использования должны даваться исключительно на основании камерального изучения и обработки имеющихся материалов. Это положение в равной степени относится и к платформенным и к горным и предгорным областям.

При хорошей степени изученности в заключении о гидрогеологических условиях водоснабжения должны быть сделаны конкретные выводы в отношении перспективности или, наоборот, бесперспективности данного конкретного участка в зависимости от степени водообеспеченности и размера намечаемого водопотребления. В том случае, если эти выводы являются в принципе положительными, они должны быть оформлены в виде гидрогеологического заключения такой полноты, чтобы на его основе мог быть составлен проект бурения и опробования разведочно-эксплуатационных скважин на воду на участке намечаемого водозабора. Этот проект должен войти в состав соответствующей части проектного задания и утверждаться вместе и одновременно с последним.

Наоборот, в том случае, если выводы в гидрогеологическом заключении будут отрицательными, то необходимо ориентировать проектировщиков на использова-

ние поверхностных вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения с устройством очистных сооружений.

Во всех прочих случаях, как видно из изложенного, необходимо выполнение минимального объема полевых гидрогеологических и геофизических исследований для решения принципиального вопроса целесообразности или нецелесообразности проведения дальнейших детальных изысканий на стадии проектного задания.

14. ПРОЕКТНОЕ ЗАДАНИЕ

В связи с необходимостью сокращения объемов, стоимости и сроков проектно-изыскательских работ проектные задания тепловых электрических станций составляются в последнее время не более чем в двух вариантах, а нередко даже в одном варианте. Это положение значительно облегчает задачу весьма трудоемких гидрогеологических изысканий участка водозабора подземных вод для водоснабжения электрической станции, поскольку в результате этих изысканий должны быть получены исчерпывающие материалы, характеризующие параметры проектируемого водозабора во всех рабочих деталях. Когда проектное задание электрической станции составляется в одном варианте, то естественно, что изыскания участка водозабора подземных вод для этой станции также должны вестись по одному варианту его размещения. Но даже и в тех случаях, когда проектное задание станции разрабатывается по двум вариантам, следует стремиться выбрать один участок водозабора для подробных изысканий. Поэтому желательно намечать его с таким расчетом, чтобы эксплуатация подземных вод была вполне осуществима и экономически выгодна для обоих вариантов размещения станции, особенно в тех случаях, когда оба эти варианта оказываются почти равноценными. Подобная задача является весьма нелегкой. В тех сравнительно редких случаях, когда один из вариантов размещения станции является основным, а второй вариант размещения изыскивается заведомо только как «контрольный», при выборе участка для детальных изысканий водозабора следует отдавать предпочтение основному варианту расположения промплощадки и поселка электрической станции и стремиться

максимально приблизить участок изысканий водозабора (с соблюдением допустимых пределов) к будущим потребителям воды.

Изыскания подземных вод для стадии проектного задания, кроме изысканий, выполненных ранее при выборе площадки, в общем должны быть подразделены на два этапа:

1) изыскания, дополняющие и подтверждающие правильность выбора участка водозабора;

2) детальные изыскания на окончательно выбранном участке.

В зависимости от степени изученности и водообеспеченности района, а также от общих гидрологических условий значительно может изменяться состав первого этапа подробных изысканий, и в некоторых случаях они могут оказаться вовсе ненужными.

Так, например, если расположение водозабора намечается в горном или предгорном районе, когда предполагается использовать подземные воды террасового аллювия или какие-либо другие водоносные горизонты, не имеющие широкого распространения по площади и залегающие сравнительно неглубоко от поверхности, изыскания первого этапа являются совершенно обязательными. Задача их состоит в более точном выяснении границ распространения, намечаемого к эксплуатации горизонта, области или источника питания, области или участков дренирования и т. д.

В то же время проведение такого рода изысканий окажется излишним в тех случаях, когда водозабор намечается соорудить в платформенной области с целью использования напорных вод в пределах хорошо изученного артезианского бассейна или с целью использования безнапорных вод, находящихся в условиях так называемого неограниченного потока¹.

Возвращаясь к приведенным ранее примерам, можно указать, что в первом случае направление изысканий второго этапа должно основываться на уточненных исходных данных первого этапа изысканий; во втором случае состав и направление следующего этапа изыска-

¹ Неограниченным потоком называется поток подземных вод в пласте, имеющий настолько большие размеры в плане, что за период эксплуатации водозабора депрессионная воронка не распространяется до границ пласта.

ний зависят исключительно от содержания и полноты материалов, собранных для выбора площадки, и их дальнейшего пополнения и камеральной обработки.

Большое значение для изысканий подземных вод для проектного задания имеет расположение тепловой электрической станции близ водохранилища или непосредственно у реки.

а) Изыскания для тепловых электростанций с водохранилищами

Водохранилища для электрических станций создаются преимущественно в тех случаях, когда станции располагаются на малых реках и реже на реках средней величины. При создании водохранилищ, даже при небольших подпорах, обычно затапливаются нижние аллювиальные террасы, сложенные водопроницаемыми породами, и поэтому в большинстве случаев участки водозаборов приходится разведывать и исследовать на более высоких террасах или на коренных берегах. Исключением могут быть только те немногие случаи, когда поселки электрических станций располагаются у хвостовых частей водохранилища, где подпор выклинивается и аллювиальные террасы, на которых можно расположить водозабор, не затапливаются.

Участки в районах рек равнинного типа. В платформенных областях могут при этом встречаться следующие наиболее распространенные возможности использования подземных вод:

1. Возможность использования подземных вод из горизонтов, образовавшихся в результате проявления той или иной формы деятельности ледников и залегающих на сравнительно небольших глубинах (менее 50 м от дневной поверхности).

2. Возможность использования подземных вод из горизонтов, входящих в состав того или иного известного и выдержанного на больших пространствах артезианского бассейна, залегающего в общем на сравнительно большой глубине (более 50 м от дневной поверхности).

До начала подробных исследований в зависимости от размера водопотребления должен быть решен принципиальный вопрос, из каких горизонтов предполагается получить подземную воду.

Так, например, при среднем и малом водопотреблении имеют смысл разведка и исследование водоносных горизонтов, связанных с ледниковыми отложениями, в которых в ряде случаев могут находиться средние эксплуатационные запасы подземных вод.

При крупном водопотреблении производительность этих горизонтов обычно бывает недостаточной для обеспечения водоснабжения объекта, и поэтому в таких случаях рекомендуется приступать непосредственно к разведке и опробованию глубоко залегающих артезианских горизонтов.

В первом случае (при малом и среднем водопотреблении) гидрогеологические исследования следует начинать с бурения одной (первой) скважины на выбранном участке. При определении местоположения этой скважины следует иметь в виду, что, кроме нее, на этом же участке должна быть в дальнейшем размещена еще группа скважин. На выбранном участке можно расположить три скважины в углах треугольника, а четвертую — ближе к одной из них, но на таком расстоянии, чтобы по наблюдениям в ней при откачке можно было составить себе представление о возможном радиусе влияния.

Группа, состоящая из четырех разведочных скважин, даст возможность охватить довольно значительную площадь водоносного горизонта, водообильность которой может быть охарактеризована данными по меньшей мере по трем опробованным точкам (в вершинах треугольника).

Расстояние между скважинами — длину стороны треугольника — следует назначать в зависимости от данных, полученных в результате бурения первой скважины. При относительно большой мощности водоносного горизонта и значительной водоотдаче (что может быть установлено на основании данных гранулометрического состава, а также на основании косвенных признаков степени водоносности породы, которые выявляются в процессе бурения) эти расстояния могут быть большими, в противоположном случае их следует уменьшать.

Из пробуренных скважин по крайней мере три должны быть опробованы откачками с двумя-тремя понижениями уровня. Количество понижений и продолжитель-

ность каждого из них, так же как и общая продолжительность откачки, зависят от гранулометрического состава водоносного горизонта, степени водоотдачи породы и степени изученности района.

При хорошей изученности района и наличии сведений о режиме, контурах распространения по площади и о ресурсах исследуемого водоносного горизонта сроки опробования могут быть значительно сокращены, так как при таких условиях задача исследований будет в сущности заключаться только в уточнении зависимости величины дебита и удельного дебита скважины от величины понижения.

При средней, а тем более недостаточной степени изученности района, кроме получения указанных выше данных, в результате изысканий должна быть выявлена количественная характеристика подземных вод (особенно при ограниченных контурах распространения водоносных пластов), которые могут беспрерывно использоваться для целей водоснабжения объекта без риска их истощения. Поэтому в таких условиях не только должны быть соответственно увеличены сроки производства опытных работ, но с самого начала организации гидрогеологических изысканий должны быть начаты также и стационарные наблюдения за режимом подземных вод исследуемого водоносного горизонта.

В тех случаях, когда исследуемые водоносные горизонты сложены рыхлыми породами (песчаными, гравийными, галечниковыми), изученность района хорошая, водообеспеченность большая, проведение парных откачек не является обязательным.

Опытные работы могут быть ограничены откачками из одиночных скважин. В то же время при выполнении этих работ желательно добиться, чтобы каждая из скважин обязательно оказала влияние на любую другую. Степень этого влияния должна быть такова, чтобы абсолютная величина влияния могла быть включена в расчет определения возможного взаимодействия скважин при совместной эксплуатации, т. е. для определения коэффициента снижения дебита или коэффициента влияния.

Если в результате откачек установлено, что каждая из скважин дает такой дебит, что сумма дебитов всех скважин равна или весьма близка к расчетному водо-

потреблению (85—90 %) и при этом не зафиксировано никакого влияния одной скважины на другую, то полевые опытные работы могут быть на этом закончены. Это вполне допустимо, особенно в тех случаях, если работы производились в период низкого положения зеркала подземных вод и если амплитуда сезонных изменений их уровня значительна. После окончания полевых опытных работ следует продолжать только стационарные режимные наблюдения с тем, чтобы завершить их годичный цикл.

Однако, когда изыскания ведутся в районах со средней или недостаточной изученностью, а водообеспеченность района по данным пробуренных и опробованных трех-четырех скважин не превышает среднюю категорию, полевые гидрогеологические разведочные и опытные работы должны быть продолжены даже в тех случаях, если в результате бурения и опробования трех-четырех скважин получены в общем неплохие показатели дебита. Состав дальнейших изысканий в зависимости от конкретных гидрогеологических условий района, где они проводятся, может быть различным. В одних случаях, если нет уверенности в выдержанности водоносного горизонта по мощности в тех границах, в которых он оконтурен тремя-четырьмя первыми скважинами, могут быть пробурены дополнительно две-три скважины внутри площади треугольника. Располагать их можно в вершинах подобного треугольника с меньшими сторонами или по одной линии (створе) внутри треугольника. Направление створа следует задавать с расчетом уточнения положения подошвы и кровли водоупорных пород, особенно в тех случаях, когда на это могут указывать какие-либо геоморфологические признаки на поверхности земли. Расположение такого створа специально вдоль, по направлению потока подземных вод или, наоборот, перпендикулярно к направлению потока не является обязательным в условиях неограниченного горизонта (пласта). Уклон и направление потока подземных вод по отношению к линии водозабора, а следовательно, и расход потока оказывают влияние на дебит последнего только в тех случаях, когда водоносный горизонт оконтурен в плане водоупорными породами, так как при этом исключается возможность расширения депрессионной поверхности по площади, за

счет которого может быть достигнуто увеличение питания водоносного горизонта¹.

В остальных случаях определение расхода естественного потока подземных вод с целью расчета их эксплуатационных запасов не требуется, ибо восполнение запасов следует учитывать не по тем естественным условиям, которые существовали до начала работы водозабора, а по тем условиям, которые создаются в процессе эксплуатации.

При хорошей изученности и большой обеспеченности района с глубоко залегающими подземными водами, имеющими высокие напоры, допускается независимо от размера водопотребления составление гидрогеологического заключения, основанного на литературных и фондовых материалах, а также на данных непосредственного обследования действующих эксплуатационных скважин. На основании этого заключения составляется проект разведочно-эксплуатационного бурения и опробования скважин на участке намеченного водозабора. Упомянутая техническая документация должна быть передана дирекции строящейся станции, а само бурение и опробование скважин должны выполняться строительно-монтажной организацией, осуществляющей буровые работы. При этом изыскателям надлежит проводить авторский надзор и кураторствовать над этими работами.

Однако, если район изысканий не может быть отнесен к категории изученности выше средней, а также при средней водообеспеченности района подземными водами, необходимо провести разведочное или разведочно-эксплуатационное бурение силами самой проектно-изыскательской организации. В том случае, если бурение первой скважины даст в общем положительные результаты, следует пробурить также вторую скважину и установить степень их взаимодействия. В зависимости от размера водопотребления и от полученных результатов может приниматься решение о возможности и целесообразности использования данного водоносного горизонта и о количестве скважин, необходимых для удовлетворения расчетной потребности объекта в воде.

¹ Н. Н. Биндерман, К вопросу об использовании запасов подземных вод, «Разведка и охрана недр», 1960, № 4.

На основании полученных данных должен быть составлен проект дальнейшего бурения на участке водозабора, в котором следует указать и намечаемые расстояния между скважинами. Сооружать эти скважины уже должна строительно-монтажная организация в том же порядке, как было указано.

Кроме рассмотренных выше случаев расположения тепловых электрических станций разного типа в различных природных условиях, встречаются еще случаи размещения электростанций во внедниковой области в платформенных и предгорных областях, как, например, в пределах западного, восточного и южного Предуралья. В подобных районах техническое водоснабжение электрических станций основывается на малых реках с устройством водохранилищ.

Аллювиальные отложения террас на этих реках обычно имеют незначительную мощность. Кроме этого, эти отложения нередко представлены мелким или тонко-зернистым материалом, имеющим небольшую водоотдачу. Долины рек в преобладающем большинстве случаев врезаны здесь в коренные магматические и метаморфические породы, отличающиеся сложной тектоникой и еще более сложными гидрогеологическими условиями. Сложность геолого-гидрогеологических условий в этих районах усугубляется еще и тем обстоятельством, что степень обнаженности в этих районах нередко очень плохая, так как коренные породы скрыты под аллювуделювиальным покровом, иногда достигающим довольно значительной мощности.

В таких условиях гидрогеологические изыскания подземных вод для целей водоснабжения представляют большие трудности, так как отсутствуют привычные для изыскателя обширные артезианские бассейны платформенного типа или локальные артезианские горизонты, типичные для предгорных пролювиальных шлейфов. Здесь распространены трещинные воды, имеющие не всегда ясный характер питания и дренирования, находящиеся нередко в различном гидравлическом состоянии даже на близких расстояниях и характеризующиеся большим разнообразием в отношении своего режима, качества и количества.

В этих случаях на первом этапе подробных изысканий на выбранном участке водозабора должна быть

проведена, в зависимости от степени изученности, комплексная геолого-гидрогеологическая съемка в масштабе 1:10 000 или даже 1:5 000 сообразно со сложностью и общей обеспеченностью района подземными водами.

При этой съемке не должен остаться незафиксированным ни один источник подземной воды и ни одно естественное обнажение. В процессе съемки необходимо строго соблюдать требования в отношении количества искусственных вскрытий подземных вод для обеспечения кондиционности геологической и гидрогеологических карт.

Съемка должна сопровождаться геофизическими исследованиями. Геофизические исследования должны выполняться те же, которые предусматриваются для выбора площадки, но задачи, ставящиеся перед электроразведкой, могут быть в данном случае более конкретными и детальными и должны основываться на данных, полученных в результате съемочных работ. Так, например, линии электропрофилей могут быть значительно сгущены, могут быть поставлены задачи подробного фиксирования зон тектонических разломов, выявленных в результате съемки, оконтуривания зон глубинных интрузий, контактов различно залегающих пластов метаморфических пород, количественной характеристики трещиноватости и т. п.

На втором этапе подобных изысканий должны быть выполнены разведочные и опытные работы. Разведочные и разведочно-эксплуатационные скважины должны размещаться на основании данных, полученных в результате съемочных и геофизических работ.

Принцип размещения скважин в таких условиях должен быть иным, чем в условиях распространения поровых подземных вод.

В данном случае основной задачей размещения скважин является вскрытие зон наибольшей трещиноватости, а также зон тектонических разломов и других нарушений, как правило, являющихся коллекторами или естественными дренами подземного стока. Кроме этого, одной из первоочередных задач разведки является установление и оконтуривание в плане границ пластов, сложенных породами разного литологического состава, особенно в тех случаях, когда пластины круто падающие или поставлены «на голову». Поэтому в таких районах особен-

но тщательно должны анализироваться результаты геофизических исследований и гидрогеологической съемки для заложения разведочных скважин в тех или иных местах.

После выявления литологических границ электроразведкой и выборочной проверки правильности их разведочными скважинами необходимо организовать бурение и опробование разведочно-эксплуатационных скважин на наиболее перспективных участках оконтуренных литологически однородных площадей. При этом необходимо иметь в виду, что в условиях трещиноватых пород даже при одинаковых литологических разрезах и близких расстояниях степень водоносности их может быть резко различной. Можно привести следующий пример. Под руководством автора на Урале были пробурены и опробованы три разведочно-эксплуатационные скважины на воду, расположенные на участке группового водозабора на одной линии с интервалами между скважинами 100 м. Все три скважины глубиной около 100 м каждая вскрыли почти совершенно одинаковый геологолитологический разрез — кварциты нижне-силурийского возраста. В первой скважине не было обнаружено никаких признаков водоносности, вторая скважина оказалась практически безводной (дебит около 1,5 м³/ч при понижении уровня на 25 м), а третья обеспечила полностью расчетное водопотребление объекта: при опробовании этой скважины удельный дебит ее оказался равным 15 м³/ч, а статический уровень установился почти у устья, высота напора достигла около 90 м (рис. 3). Все три скважины бурились ударно-канатным способом и имели одинаковые конструкции, но только одна третья скважина вскрыла на глубине 91 м так называемую зону дробления, давшую обильный приток воды с большим напором.

В связи с такими особенностями водоносных горизонтов, приуроченных к трещиноватым горным породам, в значительной мере изменяются и методы оценки запасов этих вод и методика проведения опытных работ (опробования скважин).

При оценке запасов подземных вод, приуроченных к однородным рыхлым (зернистым) породам, нередко допускаются не только интерполяция, но даже и экстраполяция данных, полученных по данным опробования

отдельных скважин. При оценке же ресурсов подземных вод, связанных с трещиноватыми породами, такие методы могут допускаться только в виде исключения, в условиях очень хорошо изученных и водообильных артезианских бассейнов в платформенных областях (например, Подмосковного каменноугольного или Прибалтийского кембро-силурийского). Во всех остальных случаях в тектонически сложных и тем более малоизученных областях ни интерполяция, ни экстраполяция дан-

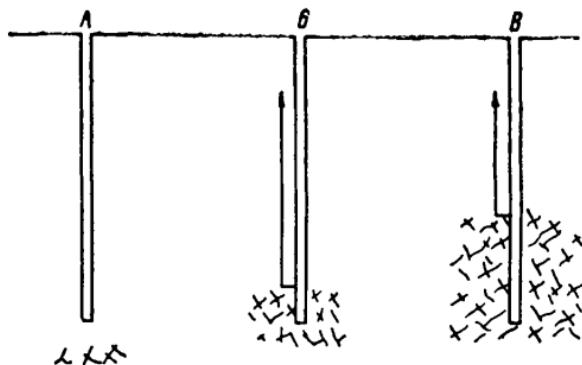


Рис. 3. Схема, показывающая различную водоносность скважин, пройденных в трещиноватых породах.

А—скважина практически безводная; Б—скважина, вскрывшая напорную воду, с небольшим удельным дебитом; В—скважина, вскрывшая напорную воду, водообильная.

ных недопустимы и в расчет могут приниматься только те данные, которые получены по скважинам в результате непосредственного их опробования. Учитывая весьма непостоянную водоносность трещиноватых пород при определении радиуса влияния и степени взаимодействия скважин, рекомендуется проверять коэффициент снижения дебита по всем опытным скважинам и по большинству из них — парными откачками. Следует всегда учитывать, что целый ряд параметров, которые могут приниматься по справочным данным или на основе аналогии для водоносных горизонтов, представленных рыхлыми (зернистыми) однородными породами, не могут быть приняты для водоносных горизонтов, приуроченных к трещиноватым породам. Эти параметры для указанных водоносных горизонтов должны устанавливаться в каждом отдельном случае особо и только непосредственно путем проведения соответствующего опыта.

Участки в районах рек горного типа. На реках горного типа в пределах горной части долины тепловые электрические станции сравнительно редко сооружаются. В этих случаях чаще всего участки станций располагают близ существующих водохранилищ энергетического или ирригационного назначения. Такие участки и районы, как правило, должны быть хорошо изучены в результате изысканий, предшествовавших проектированию и строительству данного гидротехнического объекта.

Поэтому основная задача изысканий участка водозабора в данном случае будет заключаться в подробном изучении имеющихся материалов ранее выполненных инженерно-геологических изысканий для действующего объекта в целом и в соответствующей интерпретации этих материалов с точки зрения возможностей использования для целей водоснабжения подземных вод, распространенных в районе. При этом изучении в первую очередь необходимо обратить внимание на те источники водоснабжения, которые уже используются для удовлетворения нужд действующего объекта. В некоторых случаях проблема водоснабжения может быть решена путем простого подключения потребителей будущей ГРЭС к действующему водозабору.

Однако в большинстве случаев этот вопрос так легко решить не удается. Известно, что непосредственно в долинах горных рек могут быть перспективными изыскания подземных вод в аллювиальных отложениях, образующих аккумулятивные террасы, и трещинных вод в коренных бортах долины. Поскольку аллювиальные отложения в собственно горной части долины обычно не отличаются значительной мощностью, а кроме того, бывают затоплены водами водохранилища, то использовать приуроченные к ним подземные воды можно только в редких случаях. Поэтому водозаборы хозяйственного-питьевого водоснабжения в подобных случаях чаще всего питаются за счет трещинных вод, циркулирующих в коренных породах. Воды этого типа отличаются весьма неравномерным распределением в породах и в редких случаях характеризуются обильными дебитами. Полевые изыскания в тех случаях, когда они оказываются необходимыми из-за недостаточности имеющихся материалов, должны заключаться в первую очередь в крупно-

масштабной (1 : 10 000—1 : 5 000) гидрогеологической или комплексной геолого-гидрогеологической съемке и должны быть направлены на выявление и фиксирование выходов источников, зон усиленной трещиноватости, контактов и тектонических нарушений коренных скальных и полускальных пород.

Наряду со съемкой должны проводиться электроразведочные работы, задачи и возможности которых были изложены ранее.

В результате проведения этих работ могут быть выявлены участки выходов подземных вод, заслуживающие более детального изучения и исследования — проведения некоторого объема горных работ в виде расчисток, проходки шурfov и небольших штолен и организации опытных каптажей с целью устройства в дальнейшем водосборных галерей. При исследовании вод подобного типа и особенно исходящих источников с местной областью питания необходимо провести тщательное обследование этой области с санитарной точки зрения.

Кроме этого, в некоторых случаях на выявленных участках тектонических нарушений без видимых водопроявлений на дневной поверхности может оказаться целесообразным бурение разведочных, а впоследствии и разведочно-эксплуатационных скважин значительной (до 100 м и более) глубины. В тех случаях, когда косвенные признаки при бурении укажут на водообилие скважин, целесообразно провести их опробование и при этом непременно определить, взаимодействуют ли они и в какой степени. Организация режимных наблюдений за всеми выявленными источниками и вскрытиями подземных вод с самого начала исследовательских работ является совершенно обязательным элементом изысканий в подобного рода условиях.

б) Изыскания для тепловых электростанций без водохранилищ

В тех случаях, когда водохранилище не создается и тепловую электрическую станцию намечено расположить непосредственно у русла реки, следует выяснить возможность использования подземных вод в аллювиальных террасах, если на больших глубинах отсутствуют мощные артезианские горизонты. Когда эти изыскания не дадут положительных результатов или если подобные

изыскания могут быть признаны заведомо бесперспективными (на основании данных имеющихся материалов при хорошей изученности района), порядок проведения изысканий и направление их будут аналогичны изысканиям, выполняемым для участков электрических станций с водохранилищами. При этом чаще всего может встречаться два следующих случая:

участок электрической станции располагается в платформенной области, близ реки равнинного типа;

участок электрической станции располагается в горной или предгорной области, близ реки горного типа.

Участки в районах рек равнинного типа. На берегах крупных и многоводных рек равнинного типа нередко располагают мощные и сверхмощные тепловые электрические станции с прямоточной системой технического водоснабжения и крупным и средним потреблением воды на хозяйственно-питьевые и технологические нужды, которые не могут быть обеспечены водоносными горизонтами аллювиальных отложений.

В подобных случаях следует направлять изыскания на другие геоморфологические участки аналогично тому, как это указано выше для тепловых электрических станций, сооружаемых с устройством водохранилищ, или организовать разведку мощных глубоко залегающих напорных горизонтов.

Представляется целесообразным вести изыскания в пределах речных аллювиальных террас в случаях проектирования малого потребления воды только на хозяйственно-питьевые нужды.

При определении местоположения участка водозабора для подобных изысканий с учетом материалов, полученных в результате съемки и геофизических исследований, необходимо руководствоваться следующими общими положениями:

участок хозяйственно-питьевого водозабора должен быть расположен по течению реки выше всех сооружений тепловой электрической станции, в том числе поселка;

участок водозабора необходимо расположить с таким расчетом, чтобы он находился гипсометрически выше зоны затопления паводковыми водами.

Буровые скважины на участке могут быть расположены на одной линии перпендикулярию (если связи

с рекой нет или она очень слабая) или параллельно (если воды реки подпитывают горизонт) береговой линии. При ориентировании линии (створа) следует стремиться размещать скважины в более водопроницаемых породах, а также выдержать между ними такие расстояния, при которых взаимодействие разведочно-эксплуатационных скважин не было настолько большим, чтобы нарушало в дальнейшем нормальную эксплуатацию этих скважин.

Разведочные и опытные работы следует начинать с бурения и опробования двух скважин, расположенных на расстоянии 100–200 м одна от другой, желательно в пределах одной и той же террасы. Если результаты опытных работ покажут значительное влияние откачки из одной скважины на положение уровня в другой, то расстояние до следующих скважин (3-й и 4-й) следует соответственно увеличить. Наоборот, если при откачке никакого влияния не будет обнаружено, то расстояния до следующих скважин и между ними можно уменьшить.

Общее количество скважин должно назначаться в зависимости от расчетного водопотребления и от тех дебитов, которые получены из первых скважин. При размещении скважин на участке и при окончательном решении вопроса об их необходимом общем количестве на период эксплуатации нужно учитывать также резервные скважины, число которых всегда должно уточняться и согласовываться с инженерами – специалистами по водоснабжению.

Желательно, чтобы расчетный дебит в запроектированном размере был практически получен из скважин при изысканиях.

Но в тех случаях, когда геолого-литологическое и геоморфологическое строение участка однородны, фильтрационные свойства горных пород изучены хорошо и характер отложений не вызывает сомнений в отношении фациальной изменчивости, можно ограничивать фактически полученный суммарный дебит из разведочных скважин 60–75% от запроектированного количества потребной воды. Особенно это допустимо в тех случаях, когда при изысканиях бурятся скважины, оборудованные фильтрами временного типа, и непосредственно после окончания изысканий намечается специально сооружать скважины постоянного водозабора.

Участки водозаборов в районах рек горного типа. При расположении электростанций в пределах аллювиальных террас предгорий в большинстве случаев целесообразно вести изыскания на воды отложений этих террас, так как почти всегда они отличаются весьма значительным водообилием.

Подобные изыскания должны быть организованы на участке, который был намечен при выборе площадки на основании данных предварительных изысканий. Если такие изыскания в свое время не были выполнены, то они должны быть выполнены в качестве первого этапа изысканий к проектному заданию.

Масштаб гидрогеологической съемки, с которой должны начинаться подробные изыскания участка водозабора, в большинстве случаев надлежит принять не менее 1:5 000, поскольку горные и предгорные районы в большинстве случаев относятся к сложным. Кроме гидрогеологической съемки указанного участка, предназначаемого непосредственно для размещения водозаборных сооружений, а также примыкающих к нему территории, в малоизученных районах целесообразно провести также съемку меньшего масштаба (1:10 000, 1:25 000) на больших территориях вверх по течению реки. Целью этой съемки должно быть исследование областей питания водоносного горизонта в галечно-гравийных отложениях террас реки, выяснение ширины террас, характера их сочленения между собой и причленения к коренным бортам долины, мощности аллювия, «пережимов» или выклинивания террас и т. п. Одной из главных задач съемки является изучение отрезков долины, в пределах которых водоносные горизонты террас имеют непосредственную гидравлическую связь с водами русла реки и, наоборот, участков, на которых этой связи совершенно нет вследствие колыматажа русловой части и где воды гравийно-галечных отложений представляют собой самостоятельный, совершенно обособленный от реки подземный поток.

Выявление таких участков и последующее уточнение границ с помощью специальных исследований, о которых говорится ниже, будет иметь большое значение для дальнейших суждений о характере питания водоносного горизонта в гравийно-галечной толще, а также о возможной подверженности его органическим загрязнениям.

Гидрогеологической съемке должны сопутствовать геофизические исследования. Основной задачей этих исследований должно быть выявление мощности гравийно-галечной толщи, а также конфигурации рельефа кровли подстилающих водоупорных пород вдоль и поперек долины.

Разведочные гидрогеологические работы должны начинаться с бурения скважин, которыми желательно полностью пройти гравийно-галечную водоносную толщу до водоупорных пород. В отдельных случаях при сравнительно небольшой потребности в воде и значительной мощности водообильных гравийно-галечных отложений можно проходить до водоупорных пород не все скважины.

Скважины рекомендуется бурить последовательно, принимая расстояние между ними в зависимости от степени их влияния, которая может быть установлена в результате бурения и опробования первых двух скважин. Скважины можно располагать по одной линии (створу) и в шахматном порядке — в зависимости от ширины террасы и возможности разместить скважины на расстоянии, исключающем взаимодействие или допускающем его в небольших размерах. В то же время в результате бурения скважин должно быть установлено поперечное сечение водоносных пород в пределах террасы, а также поверхность водоупорных пород ложа и бортов подземного потока. При этом весьма важно установить, имеется ли непосредственная связь подземных вод с водами русла реки на участке водозабора. Это имеет очень большое значение потому, что при наличии такой связи русло реки может рассматриваться как резервуар, беспрерывно пополняющий и регулирующий запасы потока подземных вод при их эксплуатации.

Проверить наличие или отсутствие такой связи можно следующим способом. Необходимо выбрать на реке небольшой остров или выступающую над руслом отмель, отделенные от берега протокой, и заложить там скважину, из которой могла бы быть произведена откачка с достаточно большим понижением уровня воды. На берегу по направлению, перпендикулярному к течению реки, в створе с выработкой на острове следует заложить шурф или скважину, вскрывающие толщу гравийно-галечных водоносных пород на такую глубину, что-

бы было возможно вести наблюдения за положением уровня подземной воды.

Если при откачке из скважины на острове положение уровня в наблюдательной скважине на берегу останется неизменным, то это будет свидетельствовать о том, что между водами русла реки и фильтрационным потоком существует прямая гидравлическая связь и воды реки в толще крупнообломочных аллювиальных пород питаются скважину.

Но если уровень воды в наблюдательной скважине на берегу будет снижаться в соответствии с понижением, достигаемым при откачке из скважины на острове, и восстанавливаться по мере ее прекращения, то это укажет, что ложе русла реки настолько сильно кольматировано на данном участке, что никакой связи между поверхностным и подземным потоками нет.

Автору довелось наблюдать такое явление в долине одной из горных речек бассейна р. Ангрен в Средней Азии. В речной долине аллювий, который был представлен весьма крупным материалом (мелкие валуны, крупный и средний галечник с примесью гравия и крупного песка), русло оказалось весьма сильно закольматированным, хотя визуально этого установить было нельзя — обломочный материал снаружи казался очень хорошо промытым, никаких признаков глинистых и пылеватых частиц в заполнителе не удавалось обнаружить. Поэтому казалось невероятным, что влияние откачки из скважины, расположенной на островке, может сказаться на положении уровня воды в наблюдательной выработке, находящейся на другой стороне протоки на расстоянии около 20—25 м от опытной скважины. Ширина протоки составляла 6—8 м, и по ней шел поток с расходом 5—8 м³/сек.

Тем не менее при откачке из скважины, расположенной на островке, и понижении уровня воды в ней на 1—1,5 м тотчас же соответственно понижался уровень воды на 0,6—1,0 м в наблюдательной выработке, находящейся на другой стороне протоки. При остановке откачки из скважины уровень воды в наблюдательной выработке также быстро восстанавливался (рис. 4). Это явление может быть объяснено следующим образом.

По-видимому, внешняя поверхность пород в ложе и бортах русла была хорошо обмыта водой речки благо-

даря большим скоростям течения. Процессы же кольматажа, происходящие главным образом в периоды снего-вого и ледникового паводков, когда горные реки выносят массу глинистого материала, распространились на некоторую глубину под русло и в борта его и этим создали прочную изоляцию русла реки от хорошо фильтрующих пород, в которые оно вложено. Таким образом создалось два совершенно раздельных водных потока -- поверхно-

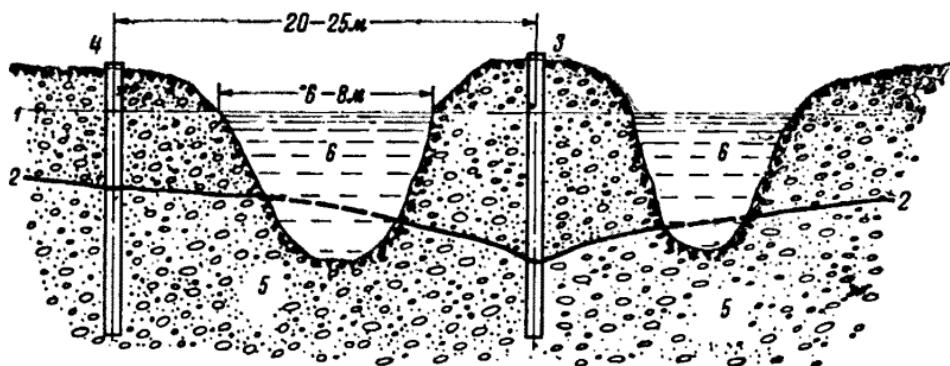


Рис. 4. Схема, показывающая полную разобщенность потоков поверхностных и подземных вод вследствие кольматажа русла.

1 — непониженный уровень подземных вод; 2 — пониженный уровень подземных вод; 3 — опытная скважина; 4 — наблюдательная скважина; 5 — галечниково-валунные водоносные породы; 6 — протоки горной речки; 7 — кольматированная часть русла.

стный и подземный, получающий питание от реки не на всем ее протяжении, а только на отдельных участках и главным образом в ее верховьях.

В тех случаях, когда не окажется такого островка в районе участка изысканий, а речка не особенно широка, то подобное исследование можно произвести, расположив опытную и наблюдательную скважины на двух противоположных берегах. При этом важно, чтобы ширина реки не превышала возможной величины радиуса влияния скважины при заданном понижении. Если ширина реки больше возможного радиуса влияния и при откачке не будет зафиксировано срезки уровня в наблюдательной скважине, то останется неизвестным, почему срезка не наблюдалась: потому ли, что скважина находится за пределами радиуса влияния, или потому, что воды русла реки компенсируют снижение гидростатического давления на противоположном берегу.

Наличие или отсутствие гидравлической связи между руслом реки и потоком подземной воды важно знать еще и по следующим причинам:

1. Если такая связь имеется, то, например, при узких аллювиальных террасах скважины можно располагать

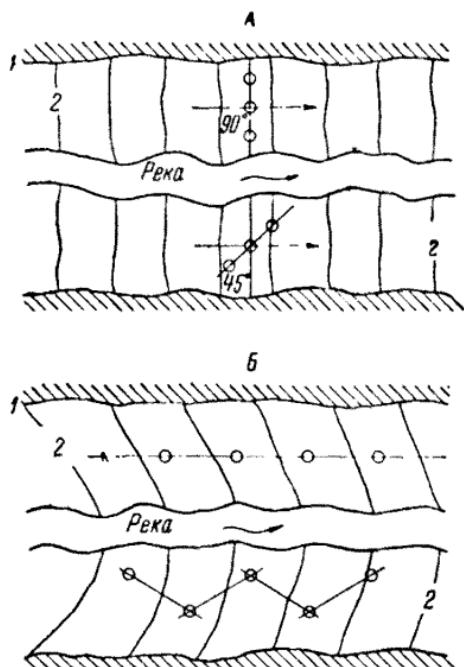


Рис. 5. Расположение скважин в аллювиальных отложениях, ограниченных водоупорными породами.

А—поток подземных вод изолирован от вод реки, но движется в основном параллельно ее течению; створ скважин можно располагать под углом в пределах от 90° до 45° к направлению потока; Б—поток подземных вод питается водами реки; скважины можно располагать по линии, параллельной руслу, или в шахматном порядке.

1—водоупорные породы;
2—гидроизогипсы.

гать в одну линию параллельно течению реки и при этом скважины, расположенные выше, не будут перехватывать приток воды к скважинам, расположенным ниже по течению. При этом, если депрессионная воронка распространится даже на все поперечные сечения потока, скважины, расположенные ниже, будут в достаточной мере питаться за счет фильтрующихся вод из реки.

2. В тех случаях, когда заметной гидравлической связи нет, то скважины лучше всего располагать на линии, перпендикулярной реке, или во всяком случае на линии, расположенной под углом не более 45° к этому перпендикуляру¹ (рис. 5).

Расход потока грунтовых вод в аллювии, дренируе-

¹ Абрамов С. К., Семенов М. П. и др., Водозаборы подземных вод, 2-е изд., Госстройиздат, 1956, стр. 148—149.

мого рекой, в створе, секущем долину перпендикулярно к реке, зависит только от продольного уклона реки и не зависит от направления и уклона потока грунтовых вод в аллювиальной толще. Поэтому в подобных случаях, когда имеется активная гидравлическая связь грунтовых вод с рекой, нет нужды в бурении значительного количества скважин с целью построения карты гидрологис. Достаточно пробурить и опробовать откачками скважины на створе, перпендикулярном к реке, и знать уклон реки¹. Но в тех случаях, когда воды реки и грунтовые воды не имеют между собой связи вследствие сильного кольматажа русловой части, нельзя пользоваться приведенными выше указаниями.

При проектировании водозаборных сооружений, питающихся водами из аллювиальных террас, возникают серьезные затруднения из-за неразработанности методики определения степени кольматажа ложа и бортов русловой части реки, из которой может происходить питание аллювиальных толщ. Интенсивность кольматажа зависит не только от геологического строения берегов реки, но и от гидрологического режима ее русла. Взаимная связь этих явлений до настоящего времени еще не получила достаточно обоснованной оценки и не освещена в литературе. Однако известно, что кольматаж сильно сказывается на дебите так называемых инфильтрационных водозаборов и нередко способствует значительному снижению его в процессе эксплуатации.

Рекомендуется² при расчетах дебита таких водозаборов вводить в них поправочные коэффициенты с учетом возможного уменьшения их дебита в дальнейшем. Ориентировочные значения этих коэффициентов впредь до их уточнения можно принимать следующими:

а) при расположении водозаборов на террасах озер, водохранилищ и рек с незначительной мутностью воды $\alpha=0,8$;

б) при расположении водозаборов на террасах со средней мутностью воды $\alpha=0,6$;

в) при расположении водозаборов на террасах рек со значительной мутностью воды $\alpha=0,3$.

¹ Биндеман Н. Н., К определению расхода грунтовых вод в аллювии, «Советская геология», 1960, № 6.

² Абрамов С. К., Семенов М. П. и др., Водозаборы подземных вод, 2-е изд., Госстройиздат, 1956, стр. 196—197.

Сведения о мутности воды в реках и водоемах следует получать непосредственно от гидрологических партий или отрядов, работающих в составе комплексных экспедиций или партий, или же собирать эти данные в местных органах Главного управления гидрометеорологической службы.

Суммарный дебит, полученный в результате изысканий для проектного задания за счет подземных вод аллювиальных террас горных и предгорных районов, желательно довести до размера расчетного потребления, предусмотренного проектом.

В случаях большой водообеспеченности района и хорошей его изученности допускается ограничиваться получением суммарного дебита в размере 60—75% от запроектированного, но при условии указания участков и количества эксплуатационных скважин, которые могут быть на них сооружены. При этом в результате произведенных изысканий должны быть намечены точки заложения этих скважин, а ожидаемые геологические разрезы их должны быть предварительно проверены или уточнены с помощью бурения разведочных скважин малого диаметра.

Общим требованиям к изысканиям подземных вод для стадии проектного задания в любых условиях и для любого типа и мощности тепловой электрической станции является организация стационарных режимных наблюдений во всех случаях, когда объектом изысканий являются неглубоко залегающие подземные воды. В состав этих наблюдений, которые должны быть организованы с самого начала изысканий и продолжаться до момента передачи отчетных материалов дирекции строящейся ГРЭС, должны входить также наблюдения за химико-бактериальным составом подземных вод, для чего не реже 1 раза в квартал должны отбираться пробы воды и производиться соответствующие лабораторные исследования.

15. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

Изыскания подземных вод для целей водоснабжения не должны проводиться к стадии составления рабочих чертежей, поскольку их, как уже было сказано, надлежит полностью завершать к стадии проектного задания.

В исключительно сложных случаях может допускаться выполнение некоторых буровых и опытных работ, уточняющих отдельные параметры ранее полученных характеристик, например закономерностей изменения удельного дебита и коэффициента снижения дебита при взаимодействии скважин.

При этом следует иметь в виду, что данные, полученные в результате выполнения этих работ, ни в какой степени не должны влиять на принципиальные проектные решения, принятые ранее на основе материалов изысканий.

Исключением из указанного выше правила могут быть также случаи проектирования расширения действующих тепловых электрических станций и, следовательно, расширения действующих водозаборов. Сюда должны быть отнесены также те случаи, когда рост водопотребления в связи с расширением станции обусловливают необходимость изыскания нового участка водозабора в связи с невозможностью по тем или иным причинам увеличить производительность действующего водозабора за счет его более интенсивной эксплуатации или усиления его дополнительными скважинами в пределах того же участка.

Изыскания для целей расширения и увеличения производительности водозабора необходимо начинать с изучения фактических данных по эксплуатации существующего водозабора и сопоставления их с прогнозами, которые давались в материалах изысканий, предшествовавших проектированию и сооружению действующего водозабора.

Могут встретиться случаи, когда водообеспеченность района в целом, производительность действующих водозаборных скважин и конструктивные особенности их позволяют усилить отбор воды для обеспечения нужд увеличивающегося водопотребления за счет замены имеющихся водоподъемников более производительными. В этих случаях изыскания могут ограничиться составлением соответствующей записки с обоснованными расчетными данными.

Если такой замены насосов и переоборудования скважин осуществить нельзя, то на основании анализа данных по эксплуатации водозабора, а в некоторых случаях и на основании проведения опытных работ с дей-

ствующими скважинами необходимо составить заключение о возможности бурения новых дополнительных скважин на участке водозабора и ввода их в эксплуатацию. Опытные работы на действующем водозаборе в основном могут заключаться в определении степени взаимного влияния скважин, что может быть установлено в результате наблюдений за дебитом и положением уровня скважин при их поочередном периодическом включении и выключении.

В заключении должно быть ясно указано местоположение проектируемых новых скважин с учетом их влияния на суммарную производительность действующего водозабора.

Бурение, опробование и оборудование этих скважин должна осуществлять строительно-монтажная организация по договору с дирекцией ГРЭС на основании проекта этих скважин, который должен быть составлен проектно-изыскательской организацией.

Но могут встречаться и такие случаи, когда водопотребление станции возрастает в связи с расширением до таких пределов, при которых оно не может быть удовлетворено ни за счет переоборудования водоподъемных средств, ни за счет добавления к действующему водозабору дополнительных источников в виде новых скважин в зоне водозабора.

В таких случаях изыскания должны быть направлены на поиски и выбор нового участка дополнительного водозабора, который мог бы обеспечить необходимое количество воды для удовлетворения потребности электрической станции в связи с ее расширением.

Изыскания должны начинаться в обычном порядке с соблюдением последовательности всех тех этапов, которые были рассмотрены в предыдущих разделах. Основным условием этих изысканий является постепенное увеличение радиуса охвата обследования территории с таким расчетом, чтобы не был пропущен ни один перспективный участок, начиная от места нахождения расширяемого объекта.

ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

16. СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕКИ

При составлении схемы использования реки изучаются долины на большом протяжении, а также и тяготеющие к ним районы, тогда как при выборе площадки исследуются только отдельные участки, которые нередко бывают довольно значительно удалены друг от друга.

В связи с этой отличительной особенностью изысканий для составления схемы использования реки — в значительной степени облегчаются задачи гидрогеологических изысканий для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения. Если при выборе площадки для тепловой электрической станции эти изыскания в какой-то мере выделяются из общих задач изысканий и выполняются как бы отдельно, то при составлении схемы использования реки эти изыскания могут быть в гораздо большей мере органически связаны с общим направлением изысканий.

Вследствие того что для технико-экономического доклада и составления схемы использования реки проводится сплошное систематическое изучение больших площадей, то можно проследить и изучить закономерности условий питания, стока, дренирования и других проявлений и процессов деятельности подземных вод. Кроме того, конструктивные особенности гидравлических электростанций любого типа обязывают изучать и исследовать геологическое строение и гидрогеологические условия на значительно большие глубины, чем это необходимо делать при изысканиях для тепловых электрических станций. В связи с этим во многих случаях могут быть изучены как бы попутно, а не специально возможности использования более глубоко залегающих горизонтов подземных вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Комплекс изысканий для составления схемы использования реки состоит из трех последовательных этапов: сбора и обработки фондовых и опубликованных геолого-гидрогеологических материалов, касающихся района исследований, рекогносировки обширных инженерно-геологи-

ческих условий долины реки и проведения специальных изысканий на участках тех гидроэлектрических станций, сооружение которых признано целесообразным осуществить в первую очередь.

Еще до начала сбора имеющихся материалов камеральным путем необходимо ознакомиться с предварительными соображениями (гипотезой) использования реки для того, чтобы представлять себе, какого типа гидроэлектростанции могут быть намечены в долине данной реки (плотинные, деривационные, высоконапорные, низконапорные и т. п.).

Такого рода сведения нужно получить с самого начала работы для того, чтобы уже при ознакомлении с материалами фиксировать гидрогеологические данные о водоносных горизонтах и подземных водах, представляющие интерес не только с инженерно-геологической стороны, но и с точки зрения возможностей использования их для целей водоснабжения.

Организации, у которых могут быть получены те или иные сведения о подземных водах и о скважинах на воду, уже были перечислены в разделе, посвященном общим положениям изысканий.

Дополнительно можно указать, что когда гидроэнергетическое строительство проводится в районах искусственного орошения, то при сборе материалов следует обращаться также и в местные системные ирригационные управления (в Среднеазиатских республиках, в Закавказье, в Южном Казахстане и на юге Украины).

Особенности гидроэнергетического строительства, которые оказывают существенное влияние на направленность и объемы гидрогеологических изысканий для целей водоснабжения, заключаются в следующем:

1. В случаях сооружения плотинных гидроэлектростанций с крупными водохранилищами исключается возможность использования подземных вод в аллювиальных отложениях аккумулятивных террас для постоянного водоснабжения в связи с затоплением террас водохранилищем.

Эти воды могут использоваться для целей постоянного водоснабжения только при сооружении гидроэлектростанций, проектируемых по деривационной схеме, или для временного водоснабжения на период строительства гидроэлектростанций.

2. Водопотребление на гидроэлектростанциях (даже самых мощных) для удовлетворения хозяйствственно-питьевых нужд в период эксплуатации сравнительно небольшое и всегда намного меньше водопотребления тепловых электрических станций; временное же потребление на период строительства, особенно крупных гидроэлектростанций, может достигать весьма больших размеров.

Эти особенности должны быть приняты во внимание с самого начала изыскательских работ для того, чтобы не ограничивать сбор и изучение гидрологических материалов только собственно долиной реки, но и учитывать сведения о водоносных горизонтах в районах, примыкающих и тяготеющих к долине реки.

В результате сбора, анализа и обработки материалов в сводный очерк, который должен быть составлен в соответствии с требованиями методического руководства «Инженерно-геологические исследования для гидроэнергетического строительства» Гидроэнергопроекта и МГРИ 1950 г.¹, необходимо включать дополнительный раздел под названием «Возможности использования подземных вод района для хозяйствственно-питьевого водоснабжения». В этом разделе должны быть приведены характеристика распространения, а также количество и качество всех типов имеющихся здесь подземных вод, включая и воды, приуроченные к артезианским горизонтам.

Полнота этого раздела всецело зависит от степени изученности района.

В случае недостаточной изученности района и невозможности составить достаточно обоснованную программу полевых исследований только на основании имеющихся материалов необходимо организовать бригаду из инженеров-гидрологов и инженеров-водоснабженцев и провести предварительное рекогносцировочное обследование долины реки (или отдельных ее участков), а также районов, смежных с долиной или тяготеющих к ней. Собранные в поле материалы используются для составления раздела очерка, а затем и для составления программы изысканий подземных вод для целей водоснабжения.

В том случае, если степень изученности долины и районов, прилегающих к ней, средняя и в общем доста-

¹ Раздел I, Инженерно-геологические исследования для обоснования технико-экономического доклада, стр. 49 и 50.

точная для составления программы необходимых полевых исследований без предварительной рекогносцировки, то на основании материалов очерка составляют не только программу, но и план общих и специальных гидрогеологических исследований, в частности устанавливают границы и площадь изысканий и их объем.

При хорошей изученности долины реки и смежных районов, особенно в тех случаях, когда они отличаются не ниже, чем средней обеспеченностью подземными водами, не требуется проведения никаких полевых исследований на этом этапе изысканий. Если же обеспеченность подземной водой малая, а водопотребление большое, то на основании материалов очерка должны быть намечены виды и объемы необходимых полевых гидрогеологических изысканий.

Основными видами полевых гидрогеологических изысканий подземных вод в целях использования их для водоснабжения будут комплексная геолого-гидрогеологическая съемка и геофизические исследования. Масштабы съемок и задачи, которые должны ставиться перед геофизическими исследованиями (электроразведкой), ничем не отличаются от масштабов и задач аналогичных изысканий, которые должны выполняться при решении подобных же вопросов при выборе площадки тепловой электростанции.

При составлении программы гидрогеологических изысканий подземных вод для водоснабжения, гидравлических электростанций, а также при самом выполнении этих работ необходимо принимать во внимание объемы и границы общих инженерно-геологических изысканий для составления схемы использования реки. Это даст возможность избежать дублирования работ и будет способствовать использованию некоторой части инженерно-геологических и гидрогеологических данных, полученных в результате общих изысканий, выполняемых для составления схемы использования реки и проектирования энергетических сооружений. Часть этих данных при соответствующей ее интерпретации может быть с успехом положена в основу материалов о возможностях использования подземных вод для целей водоснабжения.

Можно привести следующий пример. Одной из важных задач инженерно-геологических изысканий является определение состава мощности и фильтрационных

свойств аллювиальных отложений в долине реки. Если эта задача решена теми или иными средствами или методами для инженерно-геологических целей, то имеющиеся данные могут представлять большую ценность для выводов о водоносности этой толщи и, следовательно, для предварительного заключения о ресурсах подземных вод в указанных отложениях на данном участке долины.

Специальные изыскания с целью выбора участков водозаборов первоначальных гидроэнергоустановок могут выполняться только в виде исключения, в особо сложных случаях, совершенно недостаточной степени изученности района и очень крупном водопотреблении. В остальных случаях следует ограничиться общими гидрогеологическими исследованиями и в числе их—исследованиями количества и качества подземных вод в качестве источника водоснабжения, но только в целом по долине реки и прилегающим к ней районам, для получения общей характеристики водоносности определенных формаций и литологических разностей.

17. ПРОЕКТНОЕ ЗАДАНИЕ

Изыскания подземных вод для проектного задания достаточно подробно освещены при рассмотрении разных условий сооружения тепловых электрических станций. Поскольку изыскания для хозяйствственно-питьевого водоснабжения при проектировании и строительстве гидроэлектростанций могут встречаться до некоторой степени сходные условия, то во избежание ненужных повторений в настоящем разделе будет обращено внимание только на те обстоятельства, которые вносят различие в направление и содержание изыскательских работ. В остальных случаях при изысканиях водозаборов для гидроэлектростанций следует руководствоваться указаниями, приведенными в предыдущей главе.

а) Изыскания для гидроэлектростанций плотинного типа

Участки в районах рек равнинного типа. Основным характерным отличием водохранилищ гидроэлектростанций от водохранилищ тепловых элек-

трических станций является значительно больший их размер и намного большие площади затопления. Поэтому в условиях долин рек равнинного типа почти исключается использование для целей водоснабжения подземных вод в отложениях аллювиальных террас. Но при некоторых благоприятных обстоятельствах водозаборы, сооруженные в хвостовой части водохранилищ тепловых электростанций, как уже было указано, могут удовлетворять относительно небольшую потребность в воде. Хвостовая же часть водохранилищ гидроэлектростанций удалена от головных сооружений на многие десятки, а иногда и сотни километров и сооружение водоводов такой протяженности не имеет смысла даже при самых хороших показателях водоотдачи аллювия.

Таким образом, в районах равнинных рек в зависимости от данных, собранных для составления технико-экономического доклада, изыскания подземных вод для постоянного водоснабжения чаще следует ориентировать на межморенные или подморенные водоносные горизонты, если работы ведутся в области бывшего распространения ледника или на водоносные горизонты в дочетвертичных отложениях.

В зависимости от степени изученности и обеспеченности района подземными водами, его гидрогеологической сложности, а также и размера водопотребления состав и объем полевых изысканий могут значительно изменяться. Однако даже при самых благоприятных сочетаниях всех перечисленных выше факторов в случае исследования четвертичных водоносных горизонтов они должны быть разведаны и опробованы таким количеством скважин, которые с учетом взаимодействия обеспечивали бы расход не менее 50% расчетного водопотребления. Такой предел дебита допустим только в таких условиях, которые не вызывают никаких сомнений в отношении достоверности дальнейшей интерполяции или экстраполяции.

При этом необходимо учитывать изменения режима подземных вод, а также увеличение их ресурсов в связи с подпором от водохранилища. В остальных случаях сохраняются те же требования, которые были описаны в главе, в которой рассматриваются изыскания участков водозаборов для тепловых электрических станций.

В условиях хорошей изученности и большой обеспеченности артезианскими водами при явном преобладании ресурсов подземных вод над проектируемым потреблением допускаются составление проекта разведочно-эксплуатационного бурения и передача буровых и опытных работ специализированной конторе бурения. В этом случае обязанностью изыскателей является только участие в выборе участка водозабора совместно с проектировщиками и представителями органов санитарного надзора, а также выбор точек заложения скважин на местности и в последующем — кураторство над производством буровых и опытных работ.

Во всех прочих случаях необходимо буровые и опытные работы производить силами и средствами проектно-изыскательского учреждения. Количество и глубина скважин в каждом отдельном случае назначаются в зависимости от местных условий, а также от различных сочетаний изученности, обеспеченности подземными водами и сложности района, а также от размера проектируемого водопотребления. В результате бурения и опробования скважин должны быть установлены их суммарный дебит при взаимодействии и удельный дебит отдельных скважин. Суммарный дебит всех скважин на участке водозабора по крайней мере должен составлять 75% от размера запроектированного дебита.

Если использование вод артезианских водоносных горизонтов, которые намечено использовать для постоянного водоснабжения, по каким-либо причинам не вполне приемлемо для удовлетворения временного водоснабжения на период строительства (значительная удаленность участка водозабора от мест потребления воды, сложность устройства временных водоводов, значительная рассредоточенность мест потребления воды и пр.), то в некоторых случаях целесообразно исследовать возможность использования для временного водоснабжения подземных вод в аллювиальных террасах, пока эти террасы будут не затоплены.

Участки расположения временных подземных водозаборов целесообразно располагать выше по течению по отношению к основным строительным объектам с соблюдением санитарных требований. Разведочными скважинами, размещаемыми в вершинах треугольников или на створах в зависимости от ширины террас и их кон-

фигурации в плане, нужно выявить места, в пределах которых аллювиальные отложения отличаются наибольшей водопроницаемостью. На таких местах можно располагать по две-три разведочно-эксплуатационные скважины, в результате опробования которых представится возможным определить оптимальное расстояние между остальными скважинами с учетом их взаимного влияния.

Разведочными работами обязательно должны быть выявлены границы внешних закраин террас, причленяющихся к коренным бортам долины, особенно в тех случаях, если последние сложены водоупорными породами. Это имеет очень большое значение для определения ширины потока подземных вод, условий его питания и решения принципиального вопроса методики дальнейших расчетов — принимать ли поток подземной воды в террасовых отложениях как неограниченный или рассчитывать его расход с учетом граничных условий.

При общей оценке перспективности использования подземных вод в аллювиальных отложениях, представленных мелкими и тонкими фракциями, следует учитывать возможность оборудования водозаборных скважин каркасно-стержневыми фильтрами большого диаметра с гравийной обсыпкой. При возможности применения таких фильтров иногда получают удовлетворительные результаты в водоносных породах даже с весьма незначительной водоотдачей.

Участки в районах рек горного типа. В долинах горных рек, особенно каньонообразных, обычно сооружаются высоконапорные плотины и в результате долина затапливается на высоту многих десятков и даже более 100 м. Поэтому в таких условиях совершенно исключается использование подземных вод в отложениях аллювиальных террас для постоянного водоснабжения. Невозможно использовать их и для временного водоснабжения, так как в каньонообразных долинах обычно развиты не аккумулятивные террасы, сложенные рыхлым аллювием, а эрозионные террасы, представленные дочетвертичными породами, часто водоупорными.

Поэтому в таких условиях направление изысканий будет в основном аналогично изысканиям подземных вод для водозаборов тепловых электрических станций в районах рек горного типа.

Основные инженерно-геологические изыскания будут направлены на изучение чаши водохранилища (в части долины в верхнем бьефе). В пределах этой части долины следует организовать и гидрогеологические изыскания и в первую очередь крупномасштабную (1:5000) гидрогеологическую или в зависимости от степени изученности комплексную геолого-гидрогеологическую съемку. Гидрогеологическая съемка может и должна вестись параллельно с инженерно-геологической съемкой на одинаковое протяжение от створа плотины вверх по долине. Разница будет заключаться только в высотном положении границ съемки. Если в результате инженерно-геологической съемки должны быть со всей полнотой освещены условия бортов долины от ее тальвега до верхней границы наивысшего положения проектируемого подпора воды в водохранилище, а выше — менее подробно, то нижней границей наиболее подробного гидрогеологического изучения должна быть как раз линия проектируемого подпора. Ниже этой линии изучение может быть менее подробным, поскольку вся эта зона будет в дальнейшем затоплена. Гидрогеологические условия и явления в этой зоне будут представлять интерес лишь постольку, поскольку они могут влиять на изменение гидравлической схемы дренирования верхней зоны после создания подпора в долине реки.

В верхней же зоне от линии проектируемого подпора и до водораздела должны быть изучены все естественные выходы подземных вод, геолого-литологическое строение, тектонические нарушения, распределение трещиноватости и прочие условия и явления, которые могут благоприятствовать или, наоборот, препятствовать питанию, накоплению и стоку подземных вод. Наряду с гидрогеологическими исследованиями должны быть проведены детальные электроразведочные работы с целью решения тех задач, которые были рассмотрены ранее.

Основной задачей всех этих работ является выявление источников, которые могли бы быть в дальнейшем использованы при условии устройства водосборных галерей. Для этого необходимо проведение также опытных измерений расхода на выявленных расчищенных и оборудованных источниках и организация наблюдений за их режимом.

Бурение разведочных и разведочно-эксплуатационных скважин специально может организоваться только как исключение в явно благоприятных гидрогеологических условиях.

В большинстве же случаев необходимо использовать данные инженерно-геологической разведки для соответствующих выводов о гидрогеологических условиях и о возможностях использования подземных вод для целей водоснабжения. Только в тех случаях, когда в результате бурения для инженерно-геологических целей получены данные о вскрытии водообильных зон, которые по общим условиям могут быть приняты в качестве источника питания водозаборных сооружений, бывает целесообразно организовать на них специальное бурение и опробование для получения необходимых параметров проектируемых водозаборных сооружений.

б) Изыскания для гидроэлектростанций деривационного типа

Гидроэлектростанции деривационного типа в большинстве случаев сооружаются в долинах горных рек с хорошо развитыми, относительно широкими аккумулятивными террасами, не считая сравнительно редких случаев, когда деривационные каналы проводятся в виде туннелей.

В связи с этим изыскания подземных вод в этих случаях в первую очередь должны быть направлены на изучение так называемых подрусловых потоков в аллювиальных отложениях. Состав и содержание этих изысканий, а также требования к выбору участка водозаборных сооружений принципиально ничем не отличаются от изысканий в аналогичных условиях, которые были рассмотрены ранее.

При изысканиях необходимо принимать во внимание протяженность деривационного канала и удаленность силового узла от головных сооружений. В тех случаях, когда расстояния между ними довольно большие, имеет смысл устройство двух отдельных водозаборов для головных сооружений и для силового узла, так как это может оказаться удобнее и экономически выгоднее, чем устройство длинных водоводов от одного водозабора.

18. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ

Как правило, в стадии рабочих чертежей никаких изысканий для водоснабжения гидроэлектростанций не должно выполняться. Все изыскания должны быть завершены к предыдущей стадии проектирования, и водозaborные сооружения частично должны быть уже устроены, а частично вводиться в эксплуатацию.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПОДСТАНЦИЙ, ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ И ДРУГИХ МЕЛКИХ ОБЪЕКТОВ

19. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Потребность воды на хозяйствственно-питьевые и технические нужды для подстанций, переключательных пунктов и других мелких объектов обычно бывает значительно меньше, чем для электрических станций любого типа. Поэтому эта потребность в большинстве случаев может быть удовлетворена за счет одиночных скважин на воду. В тех редких случаях, когда для водоснабжения подстанций и других подобных объектов требуется сооружение группового водозабора, следует организовать изыскания так же и в такой же последовательности, как и в случаях изысканий водозабора для электрических станций.

В большинстве же случаев задача изысканий подземных вод для водоснабжения подстанции или переключательного пункта сводится к составлению заключения о гидрогеологических условиях района и участка расположения объекта при выборе площадки и к составлению проекта бурения и опробования разведочно-эксплуатационной скважины к стадии проектного задания. В связи с этим ниже будут рассмотрены методы составления этих двух документов, а также их состав и содержание.

20. ВЫБОР ПЛОЩАДКИ ПОДСТАНЦИИ

При выборе площадки подстанции для решения вопроса о возможностях водоснабжения ее подземными водами должны быть произведены изучение и анализ гидрологических условий всех тех районов и участков, в пределах которых может быть намечено местоположение проектируемой подстанции или другого подобного энергетического объекта. В результате этой работы должен быть составлен гидрологический очерк-заключение (отдельно для каждого варианта расположения подстанции, если вариантов будет несколько). Этот же очерк-заключение, который в сущности является гидрологическим обоснованием проекта в более расширенном и детализированном виде, должен быть в дальнейшем включен в проект бурения и опробования разведочно-эксплуатационной скважины на воду. Последний входит в состав проектного задания подстанции.

Для хорошо изученных и сравнительно несложных и водообеспеченных районов очерк-заключение может быть составлен в весьма сокращенном, схематизированном виде. Наоборот, для районов малоизученных и сложных очерк должен составляться весьма подробно с тщательным анализом всех материалов, которые могут быть использованы для обоснования целесообразности бурения скважины на воду и ее технических показателей.

21. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА ОДИНОЧНОЙ РАЗВЕДОЧНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СКВАЖИНЫ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Многие обстоятельства, не предусмотренные или упущенные в проекте, могут повлечь за собой немало осложнений в процессе бурения и даже привести к тому, что скважина не выполнит своего назначения. Поэтому особо важное значение следует придавать надлежащей обоснованности предварительного гидрологического заключения.

После получения задания на проектирование разведочно-эксплуатационной скважины необходимо прежде всего ознакомиться со всеми опубликованными и фондовыми материалами, освещающими геолого-геоморфологическое строение, а также гидрологические условия

района намечаемого бурения, и установить степень изученности. В зависимости от степени изученности и сложности района могут в довольно значительных пределах изменяться границы территории, подлежащей исследованию.

Для относительно хорошо изученных и простых по геологическому строению районов подлежат исследованию и учету сравнительно небольшие площади; в районах, плохо изученных или очень сложных, независимо от степени изученности иногда бывает необходимо учитывать особенности геологического строения и гидрогеологических условий на весьма значительных территориях для нахождения наиболее правильного решения в отношении точки заложения и предполагаемого разреза разведочно-эксплуатационной скважины. При этом, конечно, необходимо принимать во внимание предполагаемое местоположение подстанции или другого проектируемого объекта.

Гидрогеологическое заключение не должно содержать описаний и тем более подробностей, касающихся общей характеристики природных условий района, если они в дальнейшем не могут получить соответствующего истолкования в смысле раскрытия определенных гидрогеологических закономерностей и не имеют прямого отношения к гидрогеологическому обоснованию проекта.

В то же время необходимо особо подчеркнуть, что проектирование разведочно-эксплуатационной скважины на воду может быть успешным только в том случае, если автор проекта вполне четко представляет себе комплекс природных условий района и основные закономерности их развития, а также достаточно уясняет взаимодействие всех естественных факторов, характерных для данного района. Поэтому изучение комплекса природных условий района является задачей первостепенной важности, так как правильные выводы и обобщения могут быть сделаны только на основе учета всех факторов, обусловливающих гидрогеологические условия и особенности района, которые должны быть положены в основу проекта разведочно-эксплуатационной скважины.

При составлении заключения не следует смешивать степень изученности участка заложения скважины со степенью изученности гидрогеологического района или отдельного водоносного горизонта.

Например, запасы подземных вод каменноугольных отложений Подмосковной артезианской котловины, хорошо изученной в гидрогеологическом отношении, не всегда могут быть приняты по категории *А* для отдельных районов. При достаточных общих запасах подземных вод здесь могут оказаться недостаточно водообильными отдельные скважины, расположенные в зонах менее интенсивной трещиноватости известняков или в зонах различных фациальных изменений горизонта.

Тем не менее, оценивая степень изученности района, в котором намечается бурение разведочно-эксплуатационной скважины, и анализируя его гидрогеологические особенности, необходимо совершенно отчетливо представлять себе тот геоструктурный регион, в пределах которого находится точка проектируемой скважины.

В процессе составления гидрогеологического обоснования проекта необходимо последовательно переходить от анализа общих данных к частным выводам. Необоснованными являются гидрогеологические заключения, авторы которых, используя, подчас весьма полные материалы, освещают детали литологических и гидрогеологических особенностей разреза, не давая схематической общей характеристики природных условий района, на фоне которых частные детали закономерно вырисовывались бы из основных черт геологического строения.

Встречаются и другие крайности, когда обилие материалов общегеологического характера при неумении истолковать их целеустремленно приводит к излишне подробному освещению вопросов, не имеющих прямого отношения к обоснованию проекта. В результате этого гидрогеологические выводы и обобщения оказываются неубедительными.

При составлении гидрогеологического заключения к проекту разведочно-эксплуатационной скважины необходимо в первую очередь рассматривать расположение участка бурения как точку, находящуюся в пределах отдельного элемента какого-то более крупного геоструктурного региона.

В качестве примера таких элементов для европейской части СССР можно указать Подмосковную синеклизы, а также ее более мелкие элементы, как, например, Окско-Цининский вал, Рязано-Костромской прогиб и т. п.

К каждому геоструктурному элементу обычно приворочена определенная гидрогеологическая область, провинция или гидрогеологический район, характеризующиеся комплексом в той или иной мере выдержаных водоносных горизонтов, отличающихся общностью условий питания подземных вод, режима их и т. п.

В пределах гидрогеологической области или района элементы геоморфологии должны быть учтены и проанализированы в обосновании проекта скважины, поскольку геоморфологические особенности влияют на местные гидрогеологические условия и процессы, а также на режим водоносных горизонтов (дренирование водоносных горизонтов, различная степень водоносности аллювиальных отложений на разных террасах, зависящая, в частности, от строения долины и характера прикрепления террас и пр.).

Рассмотрение и анализ гидрометеорологических факторов в гидрогеологическом заключении могут иметь ценность также только в том случае, если эти факторы оказывают непосредственное влияние на местные гидрогеологические условия и, в частности, на режим подземных вод.

Следует особо отметить, что в большинстве случаев гидрометеорологические факторы в обоснованиях к проектам должным образом не анализируются, освещаются безотносительно, как бы в порядке коистатации и вследствие этого нередко оказываются вообще излишними.

Так, например, неуместно приводить данные о количестве выпадающих осадков и испаряемости, относительной и абсолютной влажности воздуха в районе, в котором намечается бурение скважины с целью вскрытия глубоко залегающего напорного водоносного горизонта, перекрытого мощными водоупорными толщами и имеющего область питания, расположенную далеко за пределами данного района. С другой стороны, такие данные и, кроме того, данные о гидрологическом режиме реки будут представлять совершенно определенный интерес в том случае, если скважина проектируется с целью использования грунтовых вод, питание которых непосредственно связано с местными гидрометеорологическими условиями или с водами реки.

Для правильного проектирования скважины имеет большое значение анализ общих геолого-гидрогеологиче-

ских условий района, поскольку они в значительной степени обуславливают различную обводненность даже близко расположенных участков и, следовательно, различную водообеспеченность скважин, попадающих в тот или иной участок. Эти различия особенно ярко проявляются в горных и предгорных районах, но большое значение они имеют и в платформенных областях, на участках со сложной тектоникой.

При составлении предполагаемого гидрогеологического разреза проектируемой скважины нельзя применять методы прямой экстраполяции разрезов ближайших пробуренных скважин без учета особенностей общих тектонических условий района. Если в хорошо изученных платформенных областях, где распространены выдержаные пластовые водоносные горизонты и тектоника вполне ясна, такой метод может применяться с внесением поправки на разность в высотном положении существующей и проектируемой скважины, то он совершенно неприменим, например, в предгорных областях, в зонах развития отложений конусов выноса и пролювиальных шлейфов.

Отличительными особенностями горизонтов напорных вод, образованных отложениями конусов выноса, являются моноклинальная форма залегания с большими углами падения и весьма ограниченное распространение этих горизонтов по простиранию.

Поэтому, располагая данными только по одному гидрогеологическому разрезу скважины, заложенной в области развития пролювиальных отложений, можно допустить грубые ошибки при проектировании новой скважины, даже близко расположенной, если не учесть при этом характерные особенности геолого-гидрогеологических условий предгорий и, в частности, отсутствие здесь пластовых водоносных горизонтов, имеющих значительное простиранье.

Таким образом, гидрогеолог, проектирующий разведочно-эксплуатационную скважину на воду, обязан в процессе камерального изучения провести анализ всех имеющихся гидрогеологических материалов территории, в пределах которой возможен выбор точки заложения скважины. При этом в зависимости от наличия материалов рекомендуется применять все уместные в каждом конкретном случае формы графических построений для

составления вспомогательных рабочих профилей, карт изогипс кровли выбранного для использования водоносного горизонта и т. д. На основе этого представляется возможным путем экстраполяции или интерполяции составить предполагаемый гидрогеологический разрез проектируемой скважины с той или иной степенью достоверности.

Такие методы можно применять только в хорошо изученных районах и при наличии нескольких достоверных разрезов скважин, точно закрепленных в плановом и высотном отношении.

В условиях малоизученных районов, для которых, например, имеются только листы геологической карты в масштабе 1:1 000 000--1:500 000 и профили по отдельным направлениям, прежде чем переходить к составлению проектного разреза, необходимо разработать предварительную рабочую гипотезу о местных геологических структурах. В некоторых случаях, когда для этого имеются основания, целесообразно составить рабочую гипотезу в нескольких вариантах для возможности их сопоставления и выбора наиболее близкой к действительности.

Чрезвычайно важен после подробного камерального изучения материалов, но перед проектированием скважины выезд гидрогеолога на место, намечаемое для бурения с целью гидрогеологической рекогносцировки, участия в выборе точки заложения скважины и сбора дополнительных данных по существующим скважинам в местных организациях. При этом большую ценность могут представлять данные по эксплуатации существующих водозаборных скважин. Эти данные необходимо собирать непосредственно на объектах водоснабжения, причем нередко можно получить важные сведения у лиц, повседневно занятых на эксплуатации скважин, а также ремонтирующих насосное оборудование и пр.

Неправильным является часто применяемый метод проектирования, при котором точка заложения скважины намечается заранее на генеральном плане участка, исключительно на основании технико-экономических суждений без учета гидрогеологических условий. Однако в тех случаях, когда точка заложения проектируемой скважины не может быть перемещена или может быть перемещена в весьма ограниченных пределах (на-

пример, при необходимости усиления водоснабжения действующего энергетического объекта), необходимо иметь данные о точном намечаемом ее местоположении и абсолютной высоте. Эти сведения облегчают правильную «привязку» проектируемой скважины к определенному гидрогеологическому микрорайону или участку.

Иногда оказывается нужным выбрать местоположение и проектировать новую скважину в дополнение к существующей и находящейся в эксплуатации (например, в случае расширения объекта и необходимости усиления водоснабжения, как уже было сказано). Может также возникнуть необходимость заложения скважины на участке, находящемся неподалеку от эксплуатируемых скважин. Нередки также случаи, когда нужно проектировать вторую скважину, поскольку первая пробуренная скважина не обеспечивает расчетного дебита вследствие недостаточной водообильности вскрытого водоносного горизонта.

Вопрос о местоположении второй скважины следует решать в каждом случае особо, исходя из общих гидрогеологических условий, данных бурения и опробования первой скважины, а также технико-экономических и санитарных соображений. При этом каждый раз неизбежно возникает вопрос о наименьшем допустимом расстоянии между двумя скважинами, при котором взаимодействие не будет значительно снижать их суммарный дебит.

На участках расположения групповых подземных водозаборов допускается в определенных условиях взаимодействие скважин с относительно небольшими коэффициентами снижения дебита или влияния скважин. Это взаимодействие скважин группового подземного водозабора в каждом конкретном случае должно основываться на соответствующих опытных работах и расчетах.

В условиях проектирования одиночных разведочно-эксплуатационных скважин, как известно, не проводятся предварительные изыскания, включающие буровые и опытные работы, на основе которых может быть определен радиус влияния и коэффициент снижения дебита. В то же время задача установления величины радиуса влияния, определяющей допустимое расстояние между скважинами, должна быть решена. В литературе

иногда рекомендуется при отсутствии наблюденных данных о величине возможного радиуса влияния практически принимать ее равной 200—250 м. Приведенные величины являются необоснованными, поскольку радиус влияния зависит от многих факторов, которые в данном случае не учитываются.

В результате использования таких рекомендаций радиус влияния может оказаться в одних случаях завышенным, в других — заниженным. Следует также учитывать, что нередко по ряду причин возникает необходимость расположения второй скважины в пределах сравнительно небольшой площадки, значительно меньшей, чем удвоенная величина указанных выше значений.

Поэтому подобное ограничение величин радиуса влияния может иногда создать неправильное представление о невозможности расположения в пределах одной площадки двух скважин без их значительного взаимодействия. В то же время действительный радиус влияния может быть во многих случаях намного меньше приведенных выше величин. В связи с этим границы небольшой площадки нередко могут оказаться вполне достаточными для размещения двух не взаимодействующих скважин.

Радиус влияния является переменной величиной и зависит от степени водопроницаемости породы, а также от водообильности горизонта, зависящей в свою очередь также и от источника питания; все эти факторы в конечном счете находят свое отражение в величине понижения при откачке из скважины. Поэтому расстояние между скважинами следует принимать, исходя из конкретных условий удельного понижения или удельного дебита, а также в зависимости от величины и крутизны депрессионной воронки. Большое значение имеет и глубина положения статического и динамического уровней воды. При неглубоком положении этих уровней расстояние между скважинами можно допускать небольшое. В тех же случаях, когда эти уровни находятся на глубине, близкой к пределу возможной высоты подъема воды современными насосами, необходимо расстояние между скважинами увеличивать.

В то же время желательно расстояние между скважинами принимать не менее 50 м. Это требование обу-

словлено тем, что при поочередной эксплуатации скважин возможно помутнение откачиваемой воды, вынос песка и т. д.

Подобные явления обусловливаются резкими изменениями градиентов и направления потока подземной воды в зоне влияния скважины, нарушающими сортировку частиц водоносной породы, образующуюся в результате определенного постоянного режима эксплуатации, в условиях отбора воды из одной скважины.

При проектировании разведочно-эксплуатационной скважины на воду часто возникает вопрос о ее суммарном дебите, а также о положении статического и динамического уровня в ней в тех случаях, когда скважина будет соединять два или большее количество водоносных горизонтов. От правильного решения этого вопроса зависит выбор эксплуатационного водоподъемника, определение глубины, на которую его нужно опустить, создание необходимого наивыгоднейшего понижения и т. д.

В малоизученных районах эти вопросы могут быть решены только в процессе производства работ, после вскрытия и раздельного опробования каждого горизонта. В районах с хорошо изученными гидрогеологическими условиями прогноз может быть сделан заблаговременно в проекте скважины при условии наличия данных, характеризующих основные параметры водоносных горизонтов по скважинам, эксплуатирующим эти горизонты.

Суммарный дебит скважины при соединении в ней нескольких гидравлически разобщенных водоносных горизонтов будет равен сумме дебитов отдельных горизонтов при соответствующем понижении для каждого из них. При различной глубине статических уровней отдельных водоносных горизонтов, в то время когда из скважины не производится откачка, будет происходить поглощение воды из горизонтов, обладающих большим напором, в горизонты с меньшим напором.

22. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БУРЕНИЯ И ОПРОБОВАНИЯ ОДИНОЧНОЙ РАЗВЕДОЧНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СКВАЖИНЫ

Одновременно с проектным заданием подстанции должен выпускаться проект бурения и опробования разведочно-эксплуатационной скважины (или скважин)

для водоснабжения подстанции или другого подобного объекта. Этот проект с надлежащим гидрогеологическим обоснованием целесообразности намечаемых работ должен выпускаться отдельным томом для удобства передачи его подрядной производственной организации.

Работы по сооружению скважины должны осуществляться таким образом, чтобы к моменту окончания рабочих чертежей на участке подстанции была закончена и передана в эксплуатацию скважина для водоснабжения.

Все изыскания, за исключением рекогносцировки участка заложения скважины автором проекта бурения скважины, должны выполняться камеральным путем на основании изучения, анализа и обработки имеющихся материалов.

Проект бурения и опробования разведочно-эксплуатационных скважин на участке проектируемых водозаборов должен представлять собой самостоятельный технический документ и оформляться независимо от отчета по полевым гидрогеологическим изысканиям.

Проекты бурения и опробования скважин для постоянно действующего водозабора должны составляться в отделах изысканий инженерами-гидрогеологами и инженерами по бурению, поскольку инженеры-специалисты по водоснабжению не всегда достаточно знакомы с деталями технологии бурения и техническими возможностями выпускаемых буровых станков и оборудования.

Зaproектированные конструкции скважин надлежит согласовывать с руководителем группы водоснабжения отдела комплексного проектирования в части соответствия диаметра эксплуатационной колонны намеченному водоподъемнику.

Поскольку бурение, опробование и оборудование скважин, которые сооружаются конторами бурения и строительно-монтажными управлениями на договорных началах, финансируются за счет средств на капитальное строительство, сметы на производство этих работ должны составляться не по справочнику укрупненных показателей стоимости проектных и изыскательских работ, а на основании Сборника № 22 Единых районных единичных расценок на строительные работы — бурение скважин на воду, утвержденных Госстроем Совета Министров СССР.

нистров СССР для применения с 1 января 1961 г. (Госстройиздат, Москва, 1960 г.).

Сметы на работы должны составляться проектными отделами на бурение и опробование скважины и отдельно после сооружения, опробования и сдачи приема скважины — на монтаж водоподъемного оборудования. Это требование обусловливается необходимостью предварительно установить параметры скважины для выбора насоса соответствующего типа и марки и определить оптимальную глубину спуска его в скважину.

Проектирование конструкции скважин является одним из самых сложных элементов проекта.

При проектировании конструкции скважины необходимо учитывать: особенности предварительного геологического разреза; глубину залегания водоносного горизонта (или горизонтов); возможный удельный дебит скважины из намеченного горизонта (или из нескольких соединяемых горизонтов); расчетный динамический уровень; тип и конструкцию водоприемной части; потребный дебит; тип водоподъемника и способ бурения.

Элементы конструкции скважины в значительной степени зависят от природных факторов.

Так, например, глубина скважины в значительной мере определяет начальный и конечный диаметры скважины и в свою очередь зависит от глубины залегания водоносного горизонта. В то же время эксплуатационный или рабочий диаметр скважины должен соответствовать типу намечаемого эксплуатационного водоподъемника, а конечный диаметр скважины — водопропускной способности и типу намечаемого фильтра. Например, необходимо учитывать, что для гравийного фильтра диаметр последней колонны труб должен быть по меньшей мере на 50 мм большие, чем для фильтра без гравийной обсыпки. Тип фильтра в свою очередь в очень большой степени зависит от литологического состава водоносного горизонта и его водоотдачи, определяющейся, в частности, гранулометрическим составом и фильтрационной способностью пород водоносного горизонта.

В некоторых случаях фильтр может устанавливаться потайной. При этом в зависимости от предполагаемого положения динамического уровня иногда бывает необходимо рассчитать возможность спуска насоса ниже этого уровня и в то же время — расположения его выше над-

фильтровой трубы. В зависимости от геологического разреза нередко устанавливают фильтр на колонне труб, выходящей на поверхность земли. При этом является неизбежной так называемая «потеря диаметра» эксплуатационной колонны, что необходимо учитывать и согласовывать с диаметром намечаемого водоподъемника.

Выход колонн обсадных труб при проектировании скважин, рассчитанных на бурение ударным способом, определяется, исходя из предполагаемого геологического разреза. Для однообразных толщ пород выход колонны увеличивается; при частом переслаивании пород различного литологического состава, а в особенности при чередовании рыхлых и связных пород, резко уменьшается.

Средний выход каждой колонны должен приниматься равным 30—50 м. Следует иметь в виду, что даже при вполне благоприятных условиях (например, при бурении скважин и породах, однообразных по составу, устойчивых по сложению и легко проходимых по категории буримости) выход колонны диаметром 203—255 мм только в редких случаях может достигать 60—70 м.

В случае проектирования бурения скважины ударным способом с обсадкой трубами, снабженными обычными толстостенными муфтами, и при невозможности их обточить конструкция скважины должна намечаться с чередованием колонн обсадочных труб через один порядковый диаметр.

Обсадку колонн очередных порядковых диаметров при ударном бурении можно предусматривать только в тех случаях, если: а) трубы снабжены тонкостенными муфтами; б) имеется реальная возможность обточить толстостенные муфты (муфты навернуты на трубы не в горячем состоянии, от руки) и в) скважину намечается обсаживать трубами, соединяемыми сваркой.

Остановку башмака каждой колонны труб следует намечать только в водсупорных породах (за исключением башмака последней, эксплуатационной колонны). Это требование обусловливается тем, что при переходе на другой диаметр бурения в водоносной породе и особенно в мелкозернистых песках, обладающих свойствами плытунов, часто происходит спаривание колонн обсадных труб вследствие заклинивания их мелкими частицами пород. Избежать этого довольно трудно, особенно

при переходе на бурение с обсадкой колонны труб очередного (порядкового) диаметра, тем более, что методы тампонажа участка перехода глиной или цементом, применяемые при ударном бурении, обычно малоэффективны. Поэтому, если крайне необходимо переходить на обсадку колонны труб следующего, меньшего диаметра в рыхлых водоносных породах, следует предусматривать использование труб не очередного диаметра, а через диаметр, например, с диаметра 355 мм не на 305, а на 255 мм. Следовательно, начальный диаметр скважины в подобных случаях необходимо соответственно увеличивать.

Башмак последней глухой колонны обсадных труб при ударном способе бурения должен входить в водоносную породу на 1—3 м ниже ее кровли. Если водоносными являются пески или другие рыхлые породы и скважина оборудуется фильтром, то после установки фильтра башмак этой глухой колонны поднимается до указанного выше положения.

При роторном способе бурения конструкции скважин могут быть значительно проще, чем при ударном, так как при роторном бурении практически возможен неограниченный выход колонн для глубин 600—800 м, которые при бурении на воду встречаются как исключение. Кроме того, при роторном бурении возможна надежная изоляция ствола скважины путем цементации затрубного пространства.

При проектировании бурения скважины роторным способом необходимо предусматривать диаметры рабочего бурового инструмента минимум на 100 мм больше наружного диаметра обсадных труб. Например, для спуска колонны диаметром 12" скважина должна быть пробурена долотом диаметром $15\frac{3}{4}$ "; для колонны диаметром 10" — долотом диаметром $13\frac{3}{4}$ " и т. п. Обсадные колонны при роторном бурении всегда надо предусматривать также не в порядке очередных диаметров, а через один диаметр, т. е. например: 16"—12"—8" или 14"—10"—6" и т. д.

Проект состоит из текста и графических приложений. Кроме того, к проекту прилагается смета на производство работ. Текст в свою очередь подразделяется на две основные части — общую и специальную. Примерное содержание этих частей следующее:

а) Общая часть проекта скважины

Введение. Во введении должен быть указан объект, для водоснабжения которого намечено бурение скважины и приведена величина водопотребления (суточного или часового с учетом коэффициента неравномерности), указанная в техническом задании проектного отдела; должны быть указаны точное местоположение скважины, координаты и расстояния с указанием направления по странам света не меньше, чем от двух ближайших точных ориентиров (лучше всего от железнодорожной станции и крупного населенного пункта), название железной дороги, административного района, области (края) и республики. Должна быть приведена абсолютная высота намеченной точки заложения скважины над уровнем моря.

Во введении обосновывается выбор места заложения скважины. При этом следует учитывать не только гидрологические условия, но также и технико-экономические факторы (например, длину и стоимость водопровода), санитарные требования, например необходимость заложения скважины вне зоны затопления паводковыми водами и т. п.

В конце введения необходимо дать перечень материалов, использованных при составлении проекта.

В тех случаях, когда скважины проектируются на грунтовые воды, на режим которых решающее влияние оказывают местная гидрографическая сеть и климатические условия, после введения должна быть помещена глава, анализирующая влияние упомянутых выше факторов на режим грунтовых вод.

Если же эти местные факторы играют второстепенную роль (например, при проектировании скважины, рассчитанной на эксплуатацию артезианского водоносного горизонта), эта глава как самостоятельная может быть опущена и о гидрографической сети и климатических условиях участка может быть очень кратко упомянуто во введении.

Геоморфологическая и геологическая характеристика района и участка бурения. В первом разделе главы необходимо коротко рассмотреть геолого-геоморфологические условия района как части какого-то более крупного геологического региона, геоморфологической области или определенной ланд-

шахтной зоны и собственно участка бурения как элемента этой части или зоны. Эти условия должны быть рассмотрены и оценены с точки зрения влияния их на гидрогеологические особенности района и участка бурения и с точки зрения того, насколько они благоприятны для заложения скважины.

Во втором разделе, посвященном стратиграфии и литологии, должны быть рассмотрены последовательно, начиная с древнейших, все известные (разведанные) свиты, ярусы, горизонты и пласти с указанием условий их залегания, мощности, состава и пр. В пределах проектной глубины скважины эта характеристика должна быть подробной, для больших глубин — схематичной.

В этом же разделе целесообразно привести геологические разрезы существующих скважин, если они являются типичными для геологического строения района и могут являться опорными для проектирования новой скважины.

Для районов, сложных в тектоническом отношении (преимущественно в горных и предгорных), в отдельном — третьем разделе должны быть приведены основные черты тектоники, имеющие значение для гидрогеологической характеристики района и влияющие на степень и характер обводненности пластов.

Гидрогеологическая характеристика района и участка бурения. В главе должны быть рассмотрены все водоносные горизонты, начиная с древнейших, причем желательно осветить условия их питания и дренирования, а также привести их количественные и качественные показатели: удельные дебиты скважин, коэффициенты фильтрации пород, сведения о химическом и бактериальном составе, а также о физических свойствах воды и пр.; сведения о положении статического (пьезометрического) уровня каждого горизонта, данные о пределах сезонных изменений уровня, об изменении степени минерализации воды в течение года и другие данные, касающиеся режима подземных вод рассматриваемого горизонта, если они могут являться решающим фактором для его качественной и количественной оценки.

Выводы. Должны быть сделаны краткие выводы и приведена сравнительная оценка всех природных, санитарных и экономических факторов, а также преимуществ

и недостатков того или иного водоносного горизонта. На основе этой оценки должен быть сделан всесторонне обоснованный выбор одного или нескольких горизонтов, наиболее соответствующих требованиям задания и в связи с этим подлежащих вскрытию и опробованию, должна быть установлена целесообразность бурения разведочно-эксплуатационной скважины и намечена ее глубина.

6) Специальная часть проекта скважины

В специальной части проекта освещаются вопросы, непосредственно связанные с бурением и опробованием разведочно-эксплуатационной скважины.

Предварительный геологический разрез. Предварительный геологический разрез скважины на запроектированную глубину составляют на основе интерполяции по данным разрезов ближайших скважин или дублируют разрез ближайшей скважины с соответствующими корректировками, например на разницу по высоте поверхности земли, на возможные геоструктурные изменения и др., или строят предположительно на основе общих геологического-гидрогеологических данных по району. В предварительном разрезе должны быть указаны: 1) стратиграфические индексы подлежащих проходке горных пород, ярусов, горизонтов, свит и пластов; 2) литологическое описание пород; 3) категории пород по буримости (в соответствии с классификацией их, утвержденной для принятого вида бурения согласно справочнику сметных норм, по которому составляется смета на бурение и опробование проектируемой скважины); 4) мощность и глубина залегания подошвы пород; 5) водоносные горизонты с указанием положения уровня воды и ориентировочно удельные дебиты.

Проектируемая конструкция скважины и фильтра. Проектируемую конструкцию скважины приводят с указанием начального и конечного диаметров и отдельных колонн обсадных труб сообразно с намеченным способом бурения. В некоторых случаях не исключается возможность разработки конструкции в двух вариантах — для ударно-канатного и роторного способа бурения (если оба способа приемлемы для бурения или если каждый из них характеризуется определенными показателями, позволяющими рекомендовать его, а так-

же если неизвестно, каким оборудованием располагает буровая организация).

В конструкции скважины должны быть предусмотрены все дополнительные и вспомогательные ее элементы—сальниковые устройства, добавочные (технические) колонны, цементация и пр.

При проектировании конструкции всегда надо учитывать непредвиденные обстоятельства, в результате чего может быть так называемая «потеря диаметра» скважины. Поэтому целесообразно предусматривать в проекте резерв диаметра, т. е. задаваться конечным диаметром скважины, большим на один очередной диаметр против нормального расчетного.

Конструкцию фильтра разрабатывать во всех деталях не рекомендуется, так как литологический состав водоносного горизонта, а также его мощность в большинстве случаев уточняются, а иногда и устанавливаются только после его вскрытия и проходки. Поэтому рекомендуется предусматривать в проекте только тип фильтра и его основные габариты с некоторым запасом, и с учетом внесения необходимых поправок в конструкцию в соответствии с фактическими условиями.

Опробование скважины. В разделе должны быть перечислены откачки всех видов (предварительные— для опробования водоносных горизонтов, встречающихся в процессе бурения скважины, а также опытные и пробно-эксплуатационные— для опробования горизонта, намеченного по проекту к эксплуатации в качестве источника водоснабжения объекта).

В разделе должны быть указаны продолжительность и производительность откачки, количество, величины и последовательность понижений, а также особые условия проведения откачки, например откачки при питании скважины только через дно, после установки временного фильтра, при соединении нескольких горизонтов, при изоляции одного или нескольких из них и пр.

Здесь же должны быть указаны порядок отбора проб воды для химико-бактериологического исследования, количество отборов и объем проб.

Условия проведения работ. В разделе должны быть даны указания о способе бурения, длине отдельных обсадных колонн труб и особых условиях проходки различных горных пород при том или ином спо-

собе бурения, например при роторном бурении — параметры глинистого раствора (удельный вес, вязкость, водоотдача и т. д.), применение колонковых долот для отбора керна на определенных глубинах и интервалах, представляющих интерес в геолого-гидрологическом отношении и требующих точной характеристики разреза, каротажных исследований и т. п.; при ударном бурении — применение метода расхаживания и «вывешивания» отдельных колонн труб в процессе обсадки, установка на некоторых колоннах переходников с левой резьбой для их последующего отвинчивания и извлечения, применение тампонажа глиной во избежание заклинивания колонн при неизбежном переходе на колонну меньшего диаметра в песчаной толще и пр.

В следующем параграфе должны быть даны указания о приемах изготовления и установки фильтра, описаны способы изготовления и установки сальника; здесь же необходимо сделать оговорку о том, что отдельные элементы конструкции фильтра (в некоторых случаях даже тип фильтра) могут быть изменены после окончания бурения в зависимости от особенностей литологического состава вскрытого водоносного горизонта, применительно к которым должны вноситься соответствующие корректизы. Должны быть даны указания о подъеме рабочей колонны труб для обнажения фильтра, если его устанавливают впотай, и пр.

В параграфе о проведении откачки из скважины необходимо указать тип рекомендуемого водоподъемника, а также, если это необходимо, некоторые приемы создания нескольких понижений, способы измерения дебита и уровня, частоту этих измерений, особые наблюдения за ходом откачки, порядок наблюдений за уровнем в соседних скважинах, если они имеются, и т. п.

В отдельном параграфе должен быть детально указан порядок отбора и документации образцов горных пород, проходимых в процессе бурения скважин, направления их на анализ гранулометрического состава и т. д.

В параграфах, завершающих этот раздел проекта, необходимо указать на специальные работы, выполняемые перед сдачей скважины в эксплуатацию: вид и способ цементации отдельных колонн труб, полное или частичное извлечение некоторых колонн после их отвинчивания или вырезки и т. д.

Окончательно согласовать местоположение скважины следует с участием представителя местной санитарной инспекции. Весьма желательно иметь заключение сани-

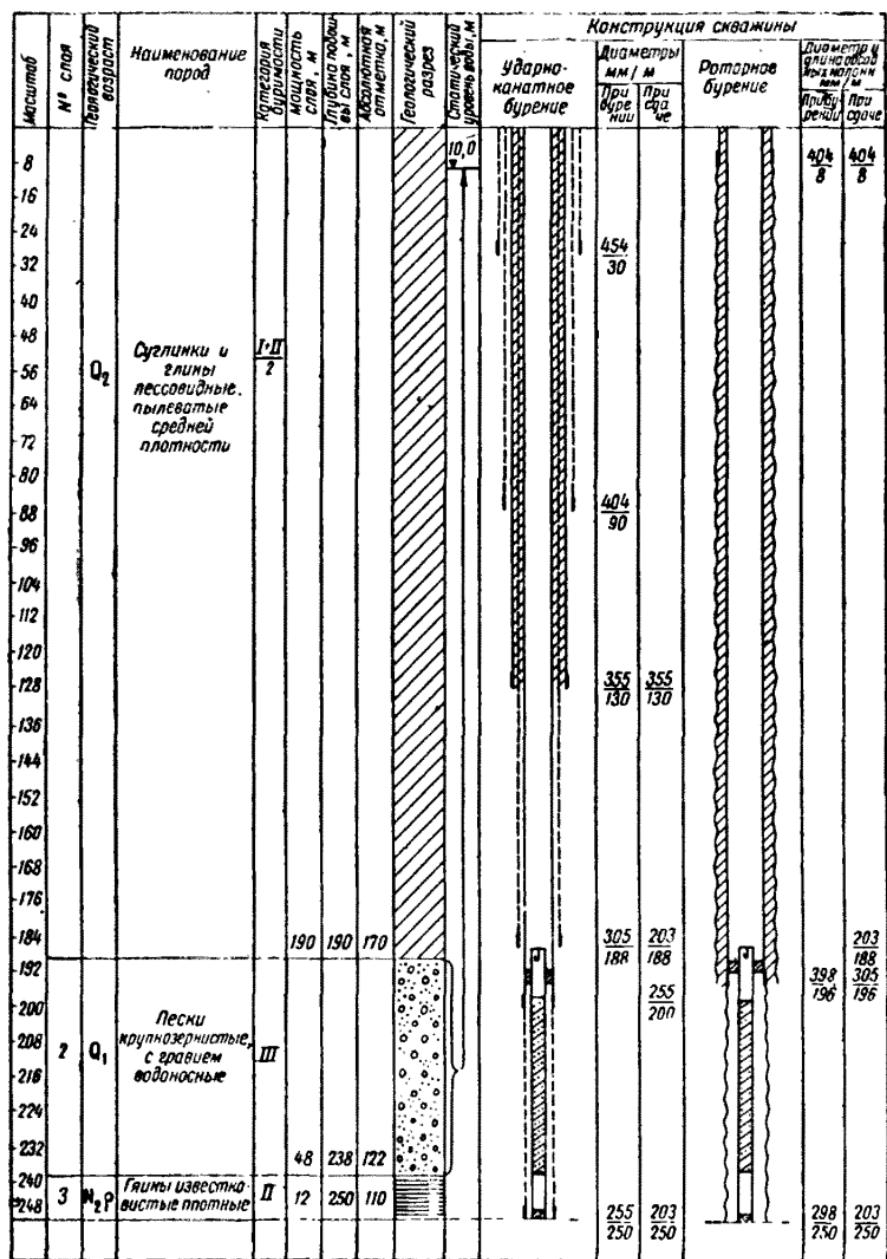


Рис. 6. Геолого-технический разрез проектируемой

тарной инспекции о местоположении скважины еще перед составлением проекта. Это в значительной мере облегчит составление его и будет способствовать нахожде-

Основные проектные данные скважины					Условия производства работ				
I. Для бурения ударно-канатного					II. Для бурения роторного				
1. Местоположение - санаторий "Мечта" в 2 км к югу от ст. Машин Черноморской ж. д. и в 3 км к западу от пос. Майданский Васильевского района Шевченковской области Украинской ССР	2. Абсолютная высота устья, м	360,0	3. Глубина до забоя, м	250,0	4. Геологический возраст намечаемого и эксплуатации водонасыщенного горизонта № 1.	5. Статический уровень воды, м	10,0	6. Расчетный дебит воды, м ³ /ч	600
7. Удельный дебит, м ³ /ч	8.0	9. Динамический уровень, м	18-20	10. Фильтр проволочный, шаг навивки проволоки подбирается в соответствии с механическим составом водонасыщенной породы, скважинность колпака 20%, перфорация по стандарту.	11. Тип сальника - резиновый, зажимной	12. Эксплуатационный насос АТН 10-7-11 или 10-АП-18-6	13. Показатели минерализации воды - сухой остаток 0,5-0,6 г/л, общая жесткость 15-18°	14. Проведение бурения в водонасыщенном горизонте	15. Установка фильтра
16. Спецификация материалов	17. Наименование	18. Диаметр, мм	19. Длина, м	20. Кол-во	21. Число	22. Вес, кг	23. Единица изм.	24. Примечание	25. Вес, кг
I. Для ударно-канатного бурения									
Трубы обс. стальные	454	п.м	30	1379	4,2	Без ворот 100%			
	404		90	112,6	10,1				
	355		130	99,3	13,0				
	305		188	77,7	14,6	Без ворот 100%			
	255		250	58,8	14,7	Без ворот 100%			
	203		62	41,6	2,6				
башмаки стальные	454	шт	1		592				
	404		1						
	355		1						
	305		1						
	255		1						
Проволока ст. нерж. Цемент	3-4	кг				в оросчет			
II. Для роторного бурения									
Трубы обс. стальные	404	п.м	8	112,6	0,9				
	305		186	77,7	15,2				
	283		62	41,6	2,6				
башмаки стальные	404	шт	1		187				
	305		1						
Проволока ст. нерж. Цемент		кг				в оросчет			

Оборудование водоприемной части и оросование скважины

Водоприемная часть скважины при обоих способах бурения оборудуется проволочным фильтром (φ 200-230 мм). Фильтр устанавливается в погон с разжимным сальником, резиновым или пленочным. Кабельная часть должна входить в эксплуатационную колонну не менее чем на 5 м. Вся откатка должна находиться на 2-3 м выше водонапорной подошвы.

Пробную откатку необходимо провести с помощью эрлифта. Дебит при откатке следует довести до 80-100 м³/ч.

Ориентировочная продолжительность откатки 15 смен, из которых не менее 6 смен откатка должна продолжаться после погонного оросения воды при установленном дебите и стабильном понижении уровня.

В конце откатки должна быть взята проба воды для химико-бактериологического исследования.

Штамп проектной организации

Проект
разведочно-эксплуатационной
скважины на воду

Объект

Подпись лиц, составивших, проверивших и выпустивших проекты

разведочно-эксплуатационной скважины на воду.

нию правильных решений при разработке деталей конструкции скважины с учетом местных санитарных условий.

Приложением к разделу, освещающему условия работ, является спецификация материалов, необходимых для сооружения скважины: лесоматериал для сооружения вышки, цемент, глина, обсадные трубы, башмаки, тросы и т. п.

Кроме текста, проект разведочно-эксплуатационной на воду скважины состоит из проектного разреза, оформленного в виде чертежа. На этом разрезе показываются гидрогеологическая характеристика водоносных горизонтов, проектная конструкция скважины и другие необходимые данные (рис. 6).

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ПРИМЕНИМОСТЬ РАЗНЫХ СПОСОБОВ БУРЕНИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ И РАЗВЕДОЧНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СКВАЖИН ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

23. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Успешность результатов изысканий подземных вод зависит в первую очередь от методически правильной их организации. Однако немалую роль в благоприятном исходе изысканий играет также соответствие технологии буровых работ поставленным задачам разведки и исследования запасов подземных вод.

В настоящее время при бурении скважин на воду преимущественно применяются три способа: ударно-кашатный, роторный и колонковый. Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки и пределы применимости в различных условиях, а также в зависимости от задач, которые поставлены перед буровыми работами.

В практике весьма нередко отдается предпочтение какому-либо одному из перечисленных способов бурения на основании только какого-нибудь из его преиму-

ществ перед другими. При этом не принимаются во внимание его недостатки для данных условий или несоответствие его основной задаче изысканий. Поэтому необходимо остановиться на этих вопросах несколько подробнее с целью правильного выбора способа бурения и во избежание случаев брака или ненужных работ при изысканиях. Часто даже в благоприятных гидрогеологических условиях можно получить отрицательные результаты только из-за неправильного выбора способа бурения.

24. УДАРНО-КАНАТНЫЙ СПОСОБ БУРЕНИЯ

Ударно-канатный способ бурения в настоящее время некоторыми специалистами считается морально устаревшим способом бурения главным образом вследствие сравнительно небольшой механической скорости бурения в породах любой категории, особенно при глубине 120—150 м и более, а также из-за большого расхода обсадных труб и плохой транспортабельности (отечественная промышленность не выпускает самоходных установок ударно-механического канатного бурения). Однако, несмотря на существенность перечисленных недостатков, ударно-канатный способ имеет перед другими способами бурения много больших преимуществ, позволяющих отдавать ему предпочтение при сооружении скважин на воду. Эти преимущества заключаются в следующем.

При бурении этим способом скважина и проходимые водоносные горизонты все время остаются чистыми от посторонних примесей; по данным наблюдений за положением уровня воды в скважине в процессе бурения всегда представляется возможным судить о водоносности или о водоупорности проходимых пород; оказывается возможным последовательно опробовать проходимые водоносные горизонты и при необходимости возвращаться к ранее пройденному горизонту; при соединении двух и более горизонтов одной скважиной можно сравнительно быстро зафиксировать установившийся средний уровень соединенных горизонтов; по косвенным признакам в процессе бурения всегда можно судить о степени водообильности проходимого горизонта; геологический разрез проходимых пород удается документировать с вполне удовлетворительной точностью, включая

прослои даже незначительной мощности; имеется возможность сооружать скважины с большими начальными диаметрами и т. п. Иными словами, при бурении скважины ударным способом представляются довольно широкие возможности для операций с колоннами обсадных труб и для производства опытных исследований проходимых водоносных горизонтов, что особенно важно при изысканиях на воду.

Что касается скорости бурения, то, как показывает опыт, при соответствующей организации работы в этом отношении можно достичь неплохих показателей. Так, например, в Киргизском геологическом управлении бригадой старшего мастера А. Д. Ермош при бурении станком УКС-22 скважин глубиной 100—150 м, расположенных на расстоянии 100—150 км одна от другой, была достигнута средняя парковая скорость 95,5 м на станок в месяц (за период 10 мес.). Начальный диаметр скважин составлял 18" (454 м), конечный 8" (203 мм) или 6" (154 мм), две трети проходимых пород относились к V и VI категориям и одна треть — к VII категории (по классификации Министерства геологии и охраны недр для ударно-канатного бурения).

Из этого видно, что достигнутая бригадой скорость ударного бурения превышала почти на 20% парковую скорость, которая планируется специализированными конторами для роторного бурения в Центральном районе европейской части СССР, для пород, относящихся к III, IV и не выше V категорий буримости.

Из практики производства буровых работ за рубежом известно, что многие крупные буровые фирмы США, Англии и Федеративной Республики Германии, ведущие бурение на воду на всех континентах, до сих пор не только не отказались от ударно-канатного способа¹, но в очень многих случаях отдают ему предпочтение перед роторным способом.

Американские специалисты считают, что по техническим и экономическим соображениям, например, в крепких породах выгоднее бурить ударно-канатным способом. При этом по их наблюдениям и расчетам отмечается, что механическая скорость ударного бурения в очень

¹ Журналы «Bohrtechnik und Brunnenbau» (ФРГ), «Civil Engineering», «Driller» (США), «Water» (Англия) за 1959, 1960 и 1961 гг.

крепких породах близка к скорости роторного бурения, а иногда даже равна ей; в то же время затраты на ударное бурение при этих условиях в $2\frac{1}{2}$ раза меньше, чем на роторное бурение. Американцы считают, что ударное бурение обеспечивает получение гораздо более точного геологического разреза в малоизученных районах и успешную проходку скважины в безводных районах, где роторный способ может применяться только при условии специального подвоза воды.

Из всего изложенного видно, что ударно-канатный способ, несмотря на присущие ему недостатки, вполне может широко применяться при изысканиях на воду — для бурения разведочных и разведочно-эксплуатационных скважин.

25. РОТОРНЫЙ СПОСОБ БУРЕНИЯ

Этот способ бурения скважин для водоснабжения в последние годы получил неоправданно большое распространение и усиленно пропагандируется противниками ударного способа бурения как прогрессивный, олицетворяющий внедрение в производство новой техники. В самом же деле это далеко не соответствует действительности, и роторный способ бурения имеет много прямых противопоказаний успешному использованию его для сооружения скважин на воду.

Этот способ бурения скважин на воду был механически заимствован из практики бурения скважин на нефть, т. е. из области, в которой он уже почти не применяется в настоящее время (еще в 1957 г. около 85% всего метража скважин на нефть и для законтурного заводнения нефтяных месторождений было пробурено с помощью забойных двигателей — турбобуров) ¹.

В свое время роторное бурение получило большое распространение в нефтяной промышленности вследствие очень высокой механической скорости бурения в породах низких категорий и возможности быстрого достижения относительно больших глубин (1500—2000—3000 м), на которых обычно находятся месторождения нефти.

Другим фактором, способствовавшим успешному

¹ Овнатанов Г., Высокие скорости бурения — не самоцель, «Промышленно-экономическая газета», 8 января 1958 г.

внедрению роторного бурения для добычи нефти, был значительно меньший, чем при ударном бурении, расход обсадных труб; при роторном бурении выход колонны обсадных труб одного диаметра может измеряться многими сотнями метров, тогда как для ударного бурения он в лучшем случае составляет несколько десятков метров. Благодаря этому обстоятельству значительно снижалась стоимость глубоких скважин, пробуренных роторным способом в мягких породах, слагающих геологический разрез нефтяных месторождений юга СССР.

Наконец проходка скважины глубиной 2 000—3 000 м ударным способом практически неосуществима, и поэтому внедрение роторного и турбинного бурения в нефтяной промышленности обусловлено технической необходимостью и экономической целесообразностью.

Однако, если обратиться к изысканиям и добыче подземной воды, то нетрудно убедиться, что в этой области в большинстве случаев нет никакой технической необходимости повсеместно применять роторное бурение.

Подземные воды, используемые для целей водоснабжения, находятся на территории СССР на сравнительно небольших глубинах, и поэтому преобладающее большинство скважин на воду также имеет небольшую глубину. Исключением являются относительно малые районы Харькова, Полтавы или еще слабо освоенные территории страны, как, например, отдельные участки Западной Сибири, Северо-Восточного Казахстана и т. п., где глубины скважин достигают 700—800 м и более.

Это положение может быть иллюстрировано данными одной из ведущих буровых организаций о распределении разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения по глубине на территории СССР по состоянию на 1960 г. (%) .

Глубина скважин, м			
	менее 60		—37,1
"	61—100		—25,1
"	101—150		—17,5
"	151—200		— 7,8
"	201—250		— 4,7
"	251—300		— 3,2
"	более 300		— 4,2
			100,0

Из этих данных видно, что скважины глубиной до 100 м составляют 62,2% от их общего количества, а сква-

жины глубиной до 150 м — почти 80%, т. е. явно преобладающее большинство.

При сооружении скважин такой глубины ударным способом обычно не встречается никаких технических затруднений.

Роторное бурение, как известно, неосуществимо без применения промывочной жидкости — глинистого раствора. Глинистый раствор предназначен для изоляции водоносных горизонтов, сохранения устойчивости ствола скважины и выноса из скважины частиц разбуренной породы. В связи с этим в процессе бурения в мягких и рыхлых породах невозможны не только опробование, но и наблюдения за изменением положения уровней проходимых водоносных горизонтов.

Проведение операций по полноценному опробованию промежуточных водоносных горизонтов после спуска обсадной колонны и разглинизации водоносного горизонта также невозможно по следующим причинам. Если водоносный горизонт встречен в рыхлых породах, то в скважину необходимо опустить фильтр и приподнять обсадную колонну. Однако ее нельзя будет приподнять, так как по техническим условиям роторного бурения эта колонна должна быть зацементирована, если она является кондуктором. Если же она почему-либо не зацементирована, то вследствие большого зазора за трубами (по техническим условиям — не менее 50 мм на сторону) после подъема колонны возможно оплыивание пород кровли. Следствием этого может быть или дополнительная закупорка водоносного горизонта, или, наоборот, искажение истинного положения статического уровня в том случае, если в кровле имеется еще один неперекрытый водоносный горизонт и оба горизонта соединились через затрубное пространство.

Положение нисколько не меняется и при бурении в устойчивых трещиноватых скальных породах, так как применение глинистого раствора все равно остается обязательным¹ и, следовательно, необходимо проведение

¹ Применение чистой воды в качестве промывочной жидкости и бурение «без циркуляции» может быть рекомендовано только в исключительных случаях — при проходке крупнотрещиноватых скальных пород. Промывка же водой при проходке мелкотрещиноватых скальных пород может привести к полной закупорке трещин и «бездвиности» скважин.

всех работ по разглинизации водоносного горизонта; вероятность соединения водоносных горизонтов увеличивается как при наличии незацементированной колонны, так и без нее.

Как видно, вследствие всех этих особенностей технологий роторного бурения чрезвычайно затрудняется не только гидрогеологическая документация скважины в процессе ее проходки и исключается возможность опробования попутно встреченных водоносных горизонтов, но значительно осложняется и обычная документация геолого-литологического разреза, поскольку проходимые породы измельчаются и выносятся только в виде шлама.

Кроме затруднений с документацией и невозможности опробования попутно встреченных водоносных горизонтов, промывка забоя глинистым раствором весьма отрицательно сказывается также на степени водоотдачи основного водоносного горизонта, подлежащего вскрытию и передаче в эксплуатацию.

Это обстоятельство требует каждый раз при сооружении скважины на воду организации специальных работ по восстановлению водоотдачи водоносного горизонта.

Сторонники широкого применения роторного бурения для целей водоснабжения утверждают, ссылаясь на данные лабораторных исследований, что при условии применения кондиционного глинистого раствора и режима бурения, строго соответствующего проходимым породам, на стенах скважины образуется тонкая глинистая корка, легко удаляемая при работах по восстановлению водоотдачи водоносного горизонта.

Не оспаривая точности и достоверности данных лабораторных испытаний, необходимо отметить, что в производственных полевых условиях никогда не удается воссоздать условия лаборатории, а рецептура приготовления глинистого раствора всегда нарушается. В этом повинны не только исполнители работы, пользующиеся, как правило, не привозной кондиционной, а подручной глиной. Гидрогеологические условия проходимой скважины также все время меняют параметры глинистого раствора. В результате этого глинистый раствор иногда проникает в пласт на расстояние многих десятков и даже сотен метров. Подобные явления были отмечены да-

же в докладах на IV Международном конгрессе по водоснабжению в Брюсселе в 1958 г.

Как показывает практика, все водоносные горизонты почти всегда оказываются в той или иной степени заглинизованными, причем в отдельных случаях настолько сильно, что восстановить их водоотдачу вообще не удается или на эту работу необходимо затратить многие недели и месяцы труда. Такие явления особенно характерны для скважин, вскрывающих водоносные горизонты, приуроченные к прослойям незначительной мощности и отличающиеся небольшими напорами.

Нередки случаи вынужденного повторного бурения скважин даже в весьма водообильных и хорошо изученных артезианских бассейнах, в которых роторным способом не были достигнуты удовлетворительные результаты. Так называемая маловодность или безводность скважин в таких условиях может быть объяснена исключительно особенностями технологии роторного бурения, которая в своей основе направлена на уменьшение «обводнения» скважин и на подавление водопроявлений, встречающихся в процессе бурения.

Очень большим организационно-техническим недостатком роторного бурения является необходимость доставки воды для непосредственной промывки скважины или для приготовления глинистого раствора. При отсутствии воды на месте бурения, особенно в безводных пустынных местностях, это обстоятельство создает весьма значительные затруднения и делает это бурение невыгодным.

Заканчивая характеристику условий роторного бурения, следует указать, что этот способ является типичным способом проходки промысловых скважин, т. е. уместным только в тех случаях, когда геолого-гидрогеологические условия данного конкретного участка заранее подробно разведаны и исследованы, водоносные горизонты опробованы и выбран горизонт (или горизонты) для постоянной эксплуатации.

При бурении одиночных разведочно-эксплуатационных скважин, выполняемом без предварительной разведки, все упомянутые вопросы — разведки, исследования, опробования и выбора водоносного горизонта — должны решаться в процессе сооружения скважин. Требования же и условия технологии роторного бурения

исключают возможность технически правильного ведения гидрогеологических наблюдений и соответствующего опробования проходимых водоносных горизонтов при бурении разведочно-эксплуатационных скважин на воду.

Серьезным техническим недостатком роторного бурения является также ограниченность начальных диаметров бурения, не превышающих в настоящее время 16". Бурение забойным инструментом большего диаметра создает технические затруднения, а также вызывает преждевременный износ станков.

Все изложенное позволяет сделать вывод, что роторный способ может применяться для бурения глубоких одиночных разведочно-эксплуатационных скважин в условиях недостаточной изученности только в тех случаях, когда бурение ударно-канатным технически неосуществимо или явно нерентабельно. Кроме того, роторное бурение скважин независимо от их глубины может производиться на участках групповых водозаборов после того, как эти участки были предварительно разведаны и опробованы в гидрогеологическом отношении.

28. КОЛОНКОВЫЙ СПОСОБ БУРЕНИЯ

Колонковый способ бурения скважин для водоснабжения имеет весьма ограниченное распространение главным образом вследствие малых диаметров инструментов, ограничивающих возможности оборудования скважин фильтрами нужного диаметра, а также опробования скважин и установки в них водоподъемников соответствующей производительности.

Кроме того, широкому распространению колонкового бурения для гидрогеологических целей препятствуют конструктивные особенности станков и забойного инструмента, вызывающие осложнения при бурении в часто чередующихся слоях крепких и рыхлых, а также водоносных и водоупорных пород.

Между тем колонковое бурение может довольно успешно применяться при изысканиях подземных вод в достаточно однородных мелкотрещиноватых, скальных и полускальных породах, особенно при бурении разведочных скважин на большую глубину. Одним из основных преимуществ колонкового бурения является транспортабельность станков (многие типы станков колонко-

вого бурения представляют собой самоходные установки), а также возможность обеспечения высокого качества геолого-литологической документации скважины по извлекаемому керну.

Подытоживая все сказанное, можно сделать следующие выводы о применимости различных способов бурения при изысканиях подземных вод и сооружении разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения.

Ударно-канатный способ целесообразно применять при:

а) бурении скважин в районах, недостаточно изученных в геологическом и гидрогеологическом отношениях;

б) необходимости предварительного и раздельного опробования водоносных горизонтов в процессе бурения;

в) прохождении часто чередующихся водоносных горизонтов малой мощности, а также горизонтов, характеризующихся незначительным напором или вовсе не имеющих напора;

г) производстве работ в районах, где затруднительно или невозможно организовать водоснабжение для промывки скважины в процессе бурения;

д) бурении скважины глубиной 100—150 м и меньше;

е) бурении скважин с большим (500 мм и больше) начальным диаметром.

Роторный способ допускается применять при:

а) хорошо изученном геолого-гидрогеологическом разрезе участка бурения;

б) вскрытии заранее разведанных и опробованных водоносных горизонтов, для которых имеется подробная характеристика качества и количества воды;

в) условии, что эти горизонты характеризуются большими напорами;

г) возможности последующего проведения каротажа скважины;

д) возможности беспрерывного снабжения водой и глиной высокого качества;

е) надлежащем утеплении бурового агрегата в морозный период года;

з) бурении скважин глубиной более 150 м.

Колонковый способ можно применять при:

а) бурении скважин, для которых большой эксплуатационный диаметр не является обязательным;

- б) бурении скважин любой глубины в однородных скальных и полускальных породах большой мощности;
- в) бурении скважин в труднодоступных местах;
- г) бурении скважин бесфильтровых, а также скважин, предназначенных для режимных наблюдений;
- д) бурении скважин, которые могут эксплуатироваться за счет самоизлива.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ОТЧЕТНЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

27. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Отчетные гидрогеологические материалы о результатах изысканий подземных вод в зависимости от этапа и стадии изысканий имеют разное назначение точно также, как и полевые работы.

На предварительных этапах изысканий — для выбора площадки и для составления схемы использования реки — в отчетных материалах должны быть освещены общие гидрогеологические условия района или долины реки, сделан анализ этих условий и даны рекомендации наиболее перспективных участков для организации на них детальной разведки и исследований на следующем этапе изысканий для проектного задания.

На основном этапе изысканий — для проектного задания — отчетные материалы должны включать достаточно полные и обоснованные сведения и данные, которые могли бы служить исходным материалом для проектирования водозаборных сооружений. При этом степень подробности камеральной обработки полевых материалов должна быть такой, чтобы все параметры проектируемых водозаборных сооружений и эксплуатационных водоподъемников могли быть определены в проектном задании совершенно точно.

Это требование обусловливается тем, что после утверждения проектного задания должны размещаться заказы на соответствующее оборудование проектируемой электрической станции, в том числе и на водоподъемное оборудование для целей водоснабжения.

Отчетные материалы каждого этапа и стадии изысканий подразделяются на два вида документации: собственно отчет о результатах изысканий и записка, включаемая непосредственно в проектные материалы в качестве их гидрогеологического обоснования.

28. ОТЧЕТЫ И ЗАПИСКИ ПО ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ДЛЯ ВЫБОРА ПЛОЩАДКИ И ДЛЯ СХЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕКИ

Во введении должны быть указаны цели и задачи изысканий, величина намечаемого водопотребления и особые требования к качеству воды, а также должны быть перечислены все исполнители полевых и камеральных работ.

В следующем разделе должно быть указано местоположение района изысканий. В отчете по изысканиям для выбора площадки должен быть указан общий район изысканий и внутри его отдельные участки, подвергавшиеся изучению, а в отчете по изысканиям для схемы использования реки — долина реки, для которой эта схема составляется, и участки первоочередных створов, близ которых изучались подземные воды. Должна быть дана характеристика степени геологической и гидрогеологической изученности района в целом и изученных участков, а также степень их сложности. При этом не исключена возможность таких сочетаний, что в районе, в общем хорошо изученном, могут встречаться совершенно неразведанные участки, и наоборот, в малоизученном районе могут быть встречены отдельные хорошо изученные участки.

В разделе, тракующем о геолого-геоморфологическом строении района, должны быть кратко рассмотрены общие черты этого строения и те его особенности, которые оказывают решающее влияние на гидрогеологические условия района. Характеристика геологического строения должна даваться в пределах такой глубины, на которой могут быть встречены подземные воды, пригодные для практического использования.

В разделе о гидрогеологических условиях следует дать общий краткий обзор водообеспеченности района и водоносности отдельных горизонтов и, кроме того, более

подробную гидрогеологическую характеристику подвергнутых изучению участков.

В заключении должна быть сделана сравнительная оценка обследованных участков по материалам всех выполненных работ — гидрогеологической съемки, геофизических исследований, бурения и опытных откачек. В выводах, основанных на этой оценке, должны быть определены направление и ориентировочный состав дальнейших гидрогеологических изысканий на следующем этапе работ — для проектного задания.

В числе графических материалов к отчету должны быть приложены обзорная геолого-гидрогеологическая карта района в масштабе 1:100 000 — 1:500 000 (в зависимости от степени изученности) и гидрогеологические карты отдельных участков в масштабе проводившейся съемки, а также геолого-гидрогеологические разрезы по данным проведенного бурения и геофизических исследований, а также существующих скважин и колодцев.

Записки, включаемые в состав материалов по выбору площадки или схемы использования реки, следует оформлять в виде отдельных глав под названием «Гидрогеологические условия подземных водозаборов хозяйственно-питьевого (и технологического) водоснабжения», входящих наряду с другими главами в основную часть материалов по выбору площадки или схемы использования реки.

Текстовая часть записи может быть ограничена сокращенной гидрогеологической характеристикой участков и выводами. В качестве графических приложений должны быть приложены гидрогеологические профили — разрезы по наиболее перспективным участкам.

29. ОТЧЕТЫ И ЗАПИСКИ ПО ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ДЛЯ ПРОЕКТНОГО ЗАДАНИЯ

Отчет должен подразделяться на общую и специальную части.

Во введении к общей части отчета, кроме всех тех вопросов, которые должны быть освещены аналогично тому, как это должно быть сделано в отчете к выбору площадки или к технико-экономическому докладу, необходимо указать виды и объемы изысканий, намечав-

шиеся по программе и фактически выполненные. Всем изменениям и дополнениям, которые были допущены в процессе работ, должно быть дано мотивированное объяснение. Для всех выполненных работ нужно кратко указать методику их производства.

В следующем разделе под названием «Местоположение и изученность района» должно быть точно охарактеризовано плановое и высотное положение района и участка, в пределах которых были выполнены разные виды проводившихся изысканий. Отдельно должна быть описана степень изученности района и приведен перечень опубликованных и фондовых материалов, которые были использованы при изучении района.

Следующий раздел общей части должен быть посвящен орографии и климатологии района изысканий.

Орографическая и климатическая характеристики должны быть приведены в весьма сокращенном виде — в виде выдержек из очерков, составленных гидрологами и климатологами для района в целом. При этом упомянутые характеристики должны приводиться только в том случае, если упомянутые выше факторы имеют решающее влияние на местное питание и режим подземных вод. Например, краткую гидрографическую характеристику реки следует привести в том случае, если в дальнейшем в отчете будут рассматриваться вопросы использования аллювиальных вод, имеющих непосредственную связь с рекой. Точно так же необходимо привести краткую климатическую характеристику и в первую очередь по количеству осадков в том случае, если намечается использовать грунтовые воды, основным источником питания которых являются местные атмосферные осадки.

Такого рода данные будут необходимы в дальнейшем для обоснования расчетов динамических запасов подземных вод, если эти запасы придется определять по величине коэффициента инфильтрации атмосферных осадков.

В разделе «Геологическое строение района и участка изысканий» должно быть дано подробное описание геолого-литологического строения территорий, подвергнутых исследованиям в период изысканий.

В тех случаях, когда это необходимо, при этом должны быть подробно охарактеризованы не только те площади, в пределах которых производились буровые и

опытные работы и на которых намечено расположить проектируемые водозаборные сооружения, но и те, которые представляют собой область питания водоносных горизонтов. Это необходимо почти во всех случаях использования горизонтов в отложениях аллювиальных террас, а также вод в пролювиальных отложениях конусов выноса. Нет необходимости представлять подробную геолого-литологическую характеристику областей питания в случаях разведки и исследования глубоких напорных вод в хорошо изученных артезианских бассейнах.

В разделе «Гидрогеологические условия района и участка изысканий» должна быть дана исчерпывающая характеристика питания и дренирования водоносных горизонтов (горизонта), имеющихся в районе и особенно подробно подвергнутых разведке и исследованию. Необходимо привести характеристику качества и количества подземных вод в этих горизонтах, дать их сравнительную оценку и обосновать соответствующими показателями выбор того или иного горизонта (или горизонтов).

Этим разделом должна быть завершена общая часть отчета.

Специальная часть отчета должна начинаться с раздела, подробно характеризующего методику всех выполненных работ. При этом особое внимание должно быть уделено обработке результатов опытных работ — расчетам дебита, удельного дебита, радиуса влияния, коэффициента снижения дебита при взаимодействии и т. д. Очень важно при этом правильно выбрать расчетные формулы, соответствующие тем или иным условиям притока воды к скважинам, учесть гидравлическое состояние водоносного горизонта, режим движения подземных вод, а также пределы применимости расчетных формул. В частности, для правильности выводов при обработке результатов откачек из горизонтов, представленных трещиноватыми породами, необходимо принимать все исходные данные для расчетов по данным фактических наблюдений и отдавать им предпочтение перед теоретическими данными.

Раздел «Подсчет запасов подземных вод» необходимо включать в специальную часть отчета в двух случаях:

а) при необходимости передачи отчета в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых для

утверждения запасов подземных вод (см. ниже) и б) во всех случаях, когда расчетное водопотребление станции значительно, а запасы подземных вод изученного района не превышают средних величин или когда в качестве источника водоснабжения принимаются локальные потоки или бассейны подземных вод.

Методы подсчета и оценки запасов подземных вод должны приниматься в каждом конкретном случае различные, наиболее соответствующие реальным гидрогеологическим условиям, а также тем материалам и данным, которые были получены в результате проведения полевых разведочных и опытных работ и стационарных режимных наблюдений.

В заключительных выводах в целом по отчету должны быть подытожены результаты работ с положительной или отрицательной оценкой этих итогов.

Записка, включаемая в состав основного проекта в обоснование главы «Хозяйственно-питьевое (и технологическое) водоснабжение», должна содержать краткие гидрогеологические итоги выполненных работ и расчеты, обосновывающие гарантированный суммарный дебит водозабора.

При необходимости передачи отчета на утверждение запасов подземных вод при его составлении следует учитывать следующие требования комиссии по запасам полезных ископаемых.

Материалы по подсчету запасов должны иметь все данные, необходимые для проверки подсчета, и быть представляемыми в таком виде, чтобы можно было проверить все выводы авторов и при необходимости произвести пересчет запасов без их участия.

Материалы по подсчету запасов должны содержать: 1) текст отчета; 2) табличные материалы; 3) графические материалы; 4) документацию разведочных и опытных работ, а также другие исходные данные, использованные для подсчета запасов.

В тексте отчета должны быть даны общие сведения о районе, краткая характеристика геологического строения и более полная характеристика гидрогеологических условий месторождения, описание всех произведенных на нем геологических, разведочных, опытных гидрогеологических, геофизических, гидрологических и других работ и их результаты, а также обоснование подсчета за-

пасов с оценкой перспектив месторождения, а по повторно представляемым объектам — выполнение рекомендаций государственной или территориальной комиссии по запасам. При составлении текста отчета рекомендуется пользоваться следующей схемой:

введение;

общие сведения о месторождении (участка);

краткая характеристика геологического строения и гидрогеологических условий района;

методика гидрогеологических разведочных и опытных работ;

геологическое строение месторождения (участка);

гидрогеологические условия месторождения (участка);

качественная характеристика подземных и поверхностных вод;

подсчет эксплуатационных подземных вод;

эффективность гидрогеологических работ;

заключение.

Объем и содержание каждого раздела, так же как и последовательность изложения материалов, определяются авторами в зависимости от типа и размера месторождения, объема и характера проведенных работ.

Примерный объем текста отчета для месторождений простого строения с небольшим количеством разведочных выработок, как правило, не должен превышать 70—100 страниц, а для крупных или сложных месторождений, разведанных значительным количеством выработок, 150—200 страниц. Описание результатов разведки месторождений, запасы которых впервые представляются на утверждение, должно быть дано с возможной полнотой. При повторном рассмотрении материалы, оставшиеся без изменения с момента предыдущего рассмотрения, могут быть даны в сокращенном объеме.

Расположение таблиц к подсчету запасов и граф в них должно соответствовать порядку, в котором производятся вычислительные операции. Таблицы должны содержать все исходные и промежуточные данные, полученные в процессе вычислений, необходимые для проверки всех операций по подсчету запасов.

По району месторождения графические материалы должны содержать:

обзорную карту в масштабе 1:500 000 — 1:1 000 000 с указанием железных и шоссейных дорог, рек, населен-

ных пунктов, месторождения или участка водозабора, по которому произведен подсчет запасов, пункта или объекта водоснабжения, участков действующих водозаборов; карта помещается в соответствующем разделе текста отчета;

геологическую и гидрогеологическую карты в масштабе 1:25 000—1:200 000 со стратиграфической колонкой, сводным гидрогеологическим разрезом, геологическими и гидрогеологическими разрезами, проходящими по характерным направлениям через месторождение (участок) или вблизи него; в тех случаях, когда оцениваемые водоносные горизонты приурочены к четвертичным отложениям — карты геоморфологическую и четвертичных отложений того же масштаба.

По детально разведенной площади (месторождению, участку водозабора) графические материалы должны содержать:

гидрогеологическую карту с изображением на ней устьев скважин (разведочных, наблюдательных, с выделением опытных кустов, эксплуатационных), всех других водопунктов, поверхностных водоемов и водотоков, пунктов гидрометрических и режимных наблюдений, контуров отдельных водоносных горизонтов и оцениваемых площадей, участков, ранее разведенных, с оцененными запасами, участков действующих водозаборов и горных выработок (шахтных, рудничных полей);

карты гидроизогипс оцениваемых водоносных горизонтов;

гидрохимическую карту с изображением на ней всех качественно опробованных водопунктов и контуров подземных вод различной минерализации или различного содержания того или иного химического компонента (составляется при сложных гидрохимических условиях);

план подсчета запасов с изображением общего контура оцениваемой площади, контуров отдельных блоков с запасами различных категорий, схемы водозабора, применительно к которой подсчитаны запасы.

Поименованные карты по детально разведенной площади составляются в масштабе 1:5 000—1:10 000, а для крупных месторождений или участков, занимающих большие площади, в масштабе 1:25 000—1:50 000. Они могут совмещаться в любых допустимых сочетаниях,

но без ущерба для удобочитаемости помещенного на них материала;

геолого-гидрогеологические разрезы по разведочным линиям в горизонтальном масштабе карт;

графики откачек или выпусков воды и восстановления уровней, зависимости дебитов от понижений, режима поверхностных и подземных вод, режима сезонной и многолетней мерзлоты, химического состава вод.

Чертежи должны быть наглядными, удобочитаемыми и составленными для всего отчета в одних условных обозначениях. Следует избегать представления дублирующих чертежей.

К подсчету запасов должны быть приложены следующие материалы:

справка водопотребляющей или проектирующей организации о назначении воды и потребном ее количестве, сроке водопотребления, требованиях к качеству и режиму эксплуатации;

разрешение местных органов по использованию и охране водных ресурсов на размещение намечаемого водозабора;

документ о согласовании участка водозабора с проектирующими или водопотребляющими организациями; для водозаборов питьевого назначения — заключение органов Государственной санитарной инспекции о согласовании выбора участка, пригодности воды для питьевых целей и возможности установления зон санитарной охраны, в случаях наличия на участке водозабора жилых или производственных строений, животноводческих ферм и других сооружений — заключение соответствующих органов о возможности их переноса;

геолого-гидрогеологические колонки всех буровых скважин или журналы их документации;

в случае проведения геофизических работ — каротажные диаграммы;

сводные ведомости (таблицы) химических и бактериологических анализов подземных и поверхностных вод с указанием лабораторий, производивших анализы;

журналы (таблицы) откачек из скважин и наблюдений за режимом подземных и поверхностных вод;

записка о проведенных топогеодезических работах с приложением ведомости координат и высотных отметок устьев всех скважин и других водопунктов;

сведения о действующих водозаборах, отдельных эксплуатационных скважинах, их производительности и эксплуатационном режиме; все имеющиеся данные по действующим водозаборам должны быть приведены в соответствующих таблицах и показаны на чертежах;

копии актов о тампонаже и ликвидации скважин.

При большом количестве наблюдательных скважин, пройденных по одинаковым породам, и при геологически сходном разрезе вместо колонок и буровых журналов могут быть даны сводные таблицы или реестры, которые, однако, должны содержать необходимые сведения, требующиеся для проверки правильности графических построений и подсчета запасов.

Подробные указания о составлении и оформлении отчетов по изысканиям подземных источников водоснабжения, представляемых на утверждение эксплуатационных запасов подземных вод, приведены в Инструкции по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (Госгеолтехиздат, 1962 г.).

Проект бурения и опробования разведочно-эксплуатационных скважин на участке водозабора. В тех случаях, когда в результате выполненных изысканий в отчете дается рекомендация о сооружении на участке водозабора скважин для постоянной эксплуатации, то, кроме отчета, должен быть составлен и выпущен проект бурения и опробования этих скважин, сооружение которых должна будет осуществлять контора бурения или специализированная строительно-монтажная организация.

Проект на производство этих работ для участков группового водозабора должен быть составлен примерно в таком же плане, как и проект бурения и опробования сдвоенной разведочно-эксплуатационной скважины. Разница будет заключаться только в том, что этот проект может состоять только из введения, в котором должны быть указаны количество скважин и их точное размещение на участке, и специальной части. Общая часть в нем может быть опущена, так как все геолого-гидро-геологическое обоснование проекта заключается в отчете по выполненным изысканиям.

30. ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ОДИНОЧНОЙ РАЗВЕДОЧНО- ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СКВАЖИНЕ НА ВОДУ

Окончательная документация должна представлять собой отчет о работе и одновременно геолого-технический паспорт скважины, в который со всей полнотой заносятся сведения, касающиеся проходки и оборудования скважины, что при эксплуатации может оказаться полезным, особенно в случае возникновения каких-либо дефектов в работе скважины.

Окончательная документация по сооруженной скважине, состоящая из текста и графических приложений, должна быть подчинена единой цели — краткому отображению геологического строения и гидрогеологических условий участка, в пределах которого сооружена скважина; кроме этого, она должна содержать исчерпывающую техническую характеристику скважины, как постоянно действующего инженерного сооружения.

Окончательный документ — краткое гидрогеологическое заключение по сооруженной скважине должно составляться по следующей схеме.

Введение, в котором должны быть указаны координаты скважины и даны сведения о ее точном местонахождении (расстояние в километрах и метрах), с указанием направления по странам света от ближайшего определенного ориентира (населенного пункта и железнодорожной станции), а также приведены названия района, области, края, республики, абсолютная высота устья скважины, проектный (потребный) расход воды в кубических метрах на час, или литрах на секунду, особые требования к качеству воды (к ее физическим свойствам и химическому составу), целевое назначение воды и тип эксплуатационного водоподъемника.

Геолого-геоморфологический очерк¹. В этом разделе общие вопросы геологического строения должны рассматриваться в той мере, в которой они обусловливают гидрогеологические особенности района.

Гидрогеологический очерк должен представлять краткую характеристику качества и количества воды из горизонта, включенного в эксплуатацию, и содержать его сравнительную оценку по отношению

¹ Составляется только для малоизученных районов.

к другим горизонтам, пройденным скважиной, особенно в тех случаях, когда они были опробованы согласно требованию проекта.

Исследования химического состава воды, обычно выполняемые районными санитарно-эпидемиологическими лабораториями, отличаются значительной неполнотой. Поэтому желательно включение в окончательный документ данных гидрохимических исследований, проведенных также в более полно оснащенной лаборатории.

Специальная часть должна содержать следующее:

а) Данные о конструкции скважины и фильтра, сведения о произведенной цементации или тампонаже, о вырезке и извлечении излишних колонн обсадных труб, о типе сальника и т. д. Все эти данные должны сопровождаться описанием способов и приемов проведенных работ.

Совершенно необходимо здесь же проводить сравнение с проектными данными конструкции и объяснить причины, вызвавшие необходимость внесений в запроектированную конструкцию.

б) Подробное описание выполненных предварительных, пробно-эксплуатационных и опытных откачек с указанием их продолжительности и на основании их — расчетное обоснование проектной или максимально возможной производительности скважины. В связи с этим расчет кривой дебита должен основываться на данных не менее двух понижений уровня при откачке, за исключением тех случаев, когда производительность скважины при откачке была равна проектной или превышала ее. При расчете возможной производительности по различным формулам необходимо принимать во внимание, что пределы допустимой экстраполяции зависят от гидравлического состояния водоносного горизонта, сообразно с чем возможно применение той или другой формулы для расчета.

в) Рекомендацию наиболее выгодного и удобного типа постоянного водоподъемника, режима эксплуатации и основных правил санитарной охраны.

В этом разделе необходимо также привести указания о рациональной глубине погружения того или иного типа водоподъемника в скважину применительно к положению расчетного динамического уровня, а также

Насыпь Геологический индекс	№ слоя	Описание пород	Мощность слоя, м	Площадь заливания подошвой слоя, м ²	Геологический разрез и конструкция скважины	Дебет и глубина подачи воды в скважину	Уровень воды, м	Дополнительные сведения	
								дебет и глубина подачи воды в скважину	уровень воды
0	Q_2^{la}	Суглиночек лессовидный, макропористый, слюдистый с прослойками бурого цвета	17,5	17,5		15	15	185	
10								205	
15	1								
20	Q_2^{an}	Песок серый, мелкозернистый	2,5	20		16° 16°			
25									
30	Cr^{sn}	Глина зеленая, тонкослоистая, сланцеватая, плотная, слюдистая				25 25			
35									
40	3		20	40			35		
45									
50									
55									
60	4	Песок зеленый, мелкозернистый, книзу глинистый, водомоющий	20	60		60	60	32	
65									
70	Cr^{cm}	Мергель голубоватый, плотный, жирный, слюдистый, слабо водомоющий	15	75		12° 12°			
75	5					65 65			
80									
85	6	Песок серый, мелкозернистый, водомоющий	10	85					
90									
95	7	Глина зеленовато-бурая, плотная	9	94		6° 6°			
100	Cr^{alb}					90° 10°			
105	Cr^{art}					95° 95°			
110						100°			
115									
120	8	Песок серый, средне- и мелкозернистый, с мелким гравием, водомоющий	26	120		6°			
125	Cr^{br}	Глина зеленовато-бурая, плотная	5	125		115			
	9								

Штамп конторы бурения или специализированного СМУ, даты начала и окончания работы

9

График зависимости понижения уровня воды от дебита

0 5 10 15 Q
2 4 6 8 10 12 S
0 2 4 6 8 10 12 14 16
S = 2,5H q = 2,9H^{1/4}
Q₁ = 7,2 H^{3/4} S₁ = 2,5 H q₁ = 2,9 H^{1/4}
Q₂ = 9,0 H^{3/4} S₂ = 4,0 H q₂ = 2,25 H^{1/4}
Q₃ = 12,24 H^{3/4} S₃ = 7,5 H q₃ = 1,6 H^{1/4}
(при откачке)
Q₄ = 14,4 H^{3/4} S₄ = 10,0 H q₄ = 1,44 H^{1/4}
(по формуле S = αQ + βQ²)

Химический состав воды/г/л

Плотный остаток 382,4
Хлор Cl' 13,0
Сульфат SO₄²⁻ 46,1
Гидрокарбонат HCO₃⁻ 153,8
Кальций Ca²⁺ 77,5
Магний Mg 34,6
Железо общее 0,5
Аммоний салевый NH₄⁺ нет
Азотистая кислота NO₃⁻ нет
Азотная кислота HNO₃ нет
Окисляемость в mg O₂ 8,7
Щелочность в см³/н/НСЛ 5,8
Жесткость общая 18,89^b
рН 7,5
Бактериологическое исследование
Колоний 5,8 1 см³ СОИ-титр > 500

Рис. 7. Геолого-технический разрез сооруженной разведочно-эксплуатационной скважины на воду.

к особенностям типа, размерам и конструкции самого водоподъемника.

В целом краткое гидрогеологическое заключение должно являться основным исходным техническим документом для инженера, проектирующего водоснабжение с использованием данной скважины, содержать краткую памятку по эксплуатации для владельца скважины и в то же время быть полноценным документом для пополнения государственного геологического фонда.

Содержание гидрогеологического заключения будет неодинаковым в зависимости от степени изученности района, в котором пробурена скважина. Если скважина сооружена в районе, хорошо изученном и разведенном, то общая часть, в которой должны быть охарактеризованы геолого-геоморфологическое строение и гидрогеологические условия района, может быть весьма сокращенной.

Графическая часть заключения может быть ограничена одним листом — выкопировкой из мелкомасштабной карты (ситуационным планом местности), с нанесением местоположения скважины и изображением геолого-технического разреза (рис. 7) сооруженной скважины в том состоянии, в котором она передается в эксплуатацию. На чертеже должны быть обязательно указаны: точное местоположение скважины по отношению к ближайшим ориентирам или ее географические координаты, а также абсолютная отметка устья, конструкция скважины и сроки начала и окончания работ. На чертеже должны быть указаны принятый масштаб и шкала глубины, порядковые номера слоев пройденных пород, стратиграфические индексы, литологическая характеристика пройденных пород и т. д.

В правой части чертежа можно поместить график кривой дебита скважины, полученного при откачке, продолжив пунктирной линией кривую возможного дебита, полученную расчетным путем. Здесь же следует привести формулу, по которой производился расчет, и указать величину удельного дебита для разных понижений.

Под графиком производительности скважины могут быть приведены данные лабораторного исследования физических свойств, химического и бактериологического состава воды, а также гранулометрического состава водоносной породы.

ЛИТЕРАТУРА

1. По методике изысканий

1. Абрамов С. К., Биндеман Н. Н., Бочевер Ф. М., Веригин Н. Н., Влияние водохранилищ на гидрогеологические условия прилегающих территорий, АСиА ВНИИ Водгео, Госстройиздат, 1960.
2. Абрамов С. К., Семенов М. П., Чалищев А. М., Водозаборы подземных вод, изд. 2-е, Госстройиздат, 1956.
3. Алексеев Д. А., Дубровский В. В., Опытные работы при гидрогеологических исследованиях (серия учебных плакатов), Госгеолтехиздат, 1954.
4. Альтовский М. Е., Методика гидрогеологических изысканий в целях водоснабжения, ОНТИ, 1935.
5. Альтовский М. Е., Расчет дебита по откачкам из одиночных скважин, Госгеолиздат, 1940.
6. Альтовский М. Е., Методическое руководство по расчету взаимодействующих артезианских и грунтовых водозаборов, Госгеолиздат, 1947.
7. Белицкий А. С., Дубровский В. В., Разведочно-эксплуатационные скважины для водоснабжения и их проектирование, Госгеолтехиздат, 1956.
8. Белицкий А. С., Вопросы гидрогеологического обоснования зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения, «Гигиена и санитария», 1961, № 1.
9. Биндеман Н. Н., Методы определения водопроницаемости горных пород откачками, наливами и нагнетаниями, ВНИТО горное, Углетехиздат, 1951.
10. Биндеман Н. Н., К вопросу об использовании запасов подземных вод, «Разведка и охрана недр», 1960, № 4.
11. Биндеман Н. Н., К определению запасов грунтовых вод зандровых и аллювиальных равнин, «Разведка и охрана недр», 1960, № 10.
12. Биндеман Н. Н., К определению расхода грунтовых вод в аллювии, «Советская геология», 1960, № 6.
13. Бочевер Ф. М., Об оценке эксплуатационных запасов подземных вод по степени изученности, «Разведка и охрана недр», 1960, № 4.
14. Биндеман Н. Н., Данилов В. В., К расчету линейных водозаборов подземных вод, «Водоснабжение и сантехника», 1961, № 1.

15. Биндерман Н. Н., К определению естественных запасов подземных вод, «Разведка и охрана недр», 1962, № 1.
16. Бочевер Ф. М., Веригин Н. Н., Методическое пособие по расчетам эксплуатационных запасов подземных вод для водоснабжения, Госстройиздат, М., 1961.
17. Горелик А. М., Нестеренко И. П., Постовиков А. А., Ряполова В. А., Электроразведка источников водоснабжения, ВНИИ Транспортного строительства, Гипросовхозстрой, М., 1956.
18. Дубровский В. В., О продолжительности откачек из скважин, вскрывающих напорные водоносные горизонты, «Разведка недр», 1951, № 5.
19. Дубровский В. В., Карпов В. Ф., Откачки эрлифты с несколькими понижениями уровня, «Разведка недр», 1952, № 3.
20. Дубровский В. В., Гидрогеологическая служба при бурении и отработке скважин на воду (ВНИТО горное и водоснабжение), Сооружение, оборудование и эксплуатация скважин для сельского водоснабжения, Труды совещания, Госгеолтехиздат, 1955.
21. Дубровский В. В., Основные вопросы повышения качества бурения разведочно-эксплуатационных скважин на воду, «Водоснабжение и сантехника», 1957, № 8.
22. Дубровский В. В., О проектировании артезианских скважин и гидрогеологическом районировании, «Разведка и охрана недр», 1958, № 11.
23. Дубровский В. В., Задачи гидрогеологических изысканий групповых подземных водозаборов в зависимости от стадии проектирования, «Водоснабжение и сантехника», 1959, № 10.
24. Дубровский В. В. и др., Справочник по бурению скважин на воду, 2-е изд., переработанное и дополненное, Гостоптехиздат, 1960.
25. Дубровский В. В. и др., О технических условиях проектирования и сооружения буровых скважин на воду (СН 14-57), «Водоснабжение и сантехника», 1962, № 1.
26. Дубровский В. В., Определение величины понижения при откачках глубоких скважин штанговыми насосами, «Разведка недр», 1951, № 2.
27. Инструкция по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод, Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР, Госгеолтехиздат, М., 1962.
28. Качалов М. П., О качестве бурения на воду, «Водоснабжение и сантехника», 1958, № 8.
29. Климентов П. П., Методика гидрогеологических исследований, Госгеолтехиздат, 1961.
30. Куделин Б. И., Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод, Изд. Московского университета, М., 1960.
31. Методическое руководство по изучению режима подземных вод, редакторы М. Е. Альтовский и А. А. Коноплянцев, Госгеолтехиздат, 1954.
32. Плотников Н. А., Оценка запасов подземных вод, Госгеолтехиздат, 1959.
33. Положение о порядке использования и охране подземных

вод на территории СССР, Министерство геологии и охраны недр СССР — Министерство здравоохранения СССР, М., 1960.

34. Санитарные правила работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений, Министерство здравоохранения СССР, Госкомитет СМ СССР по использованию атомной энергии, Госатомиздат, 1960.

35. Семенов М. П., Классификация запасов подземных вод применительно к требованиям проектирования водоснабжения, «Советская геология», 1947, № 25.

36. Семенов М. П. Основные определения и классификация подземных вод для целей водоснабжения, «Советская Геология», 1947, № 19.

37. Скабаланович И. А., Методика опытных откачек, Госгеолтехиздат, 1960.

38. Справочное руководство гидрогеолога под общей ред. Максимова В. М., Гостоптехиздат, Ленинград, 1959.

39. Технические условия и сооружения буровых скважин на воду СН 14-57, Госкомитет Совета Министров СССР по делам строительства, Госстройиздат, 1958.

40. Фертель Г. Я., Практические методы разгленизации водоносных пластов в артезианских скважинах, «Гидротехника и мелиорация», 1958, № 3.

41. Фертель Г. Я., Строительство эксплуатационных водозаборных скважин, выполняемых роторным бурением, должно быть улучшено, «Водоснабжение и сантехника», 1958, № 8.

2. По региональной гидрогеологии

1. Артемьев В. И., Подземные воды Саратовской и прилегающих районов Воронежской и Ставропольской областей, ч. I. Гидрогеологическое описание, Министерство сельского хозяйства РСФСР, «ПриволжгипроСельхозстрой», Саратов, 1954.

2. Артемьев В. И. Устройство, эксплуатация артезианских скважин на территории Саратовской области и ее гидрогеологическое районирование в целях водоснабжения. Министерство сельского хозяйства РСФСР, ГПИ «ПриволжгипроСельхозстрой», Саратов, 1961.

3. Атлас тектонических, фациальных, гидрогеологических карт и разрезов Западно-Сибирской инзименисти, Всес. науч.-исслед. геологический институт МГиОН, Госгеолтехиздат, 1957.

4. Афанасьев Т. П., Подземные воды Среднего Поволжья и Прикамья и их гидрохимическая зональность, АН СССР, Лабор. гидрогеологических проблем им. Ф. П. Саваренского, Изд. АН СССР, М., 1956.

5. Ахмедсафин У. М., Подземные воды Казахстана и перспективы их изучения и использования в народном хозяйстве в шестой пятилетке, Водные ресурсы Казахстана, Изд. АН КазССР, Алма-Ата, 1957.

6. Ахмедсафин У. М., Методика составления карт прогнозов и обзор артезианских бассейнов Казахстана, Алма-Ата, Изд. АН КазССР, 1961 (АН КазССР, Ин-т геол. наук, Министерство геологии и охраны недр КазССР).

7. Балашов Л. С., Сурхан-Дарьинский артезианский бассейн, Лабор. гидрогеологических проблем АН СССР, Изд. АН СССР, 1960.

8. Бородин Р. В., Подземные воды межгорной долины реки Ангрен, Изд. СамГУ, 1960 (Ташк. Гос. ун-т, Труды Новая серия, вып. 173, Геол. науки кн. 12).
9. Бедер Б. А., Воды артезианских бассейнов Узбекистана, «Геологический журнал», Ташкент, 1958, № 6.
10. Бедер Б. А., Артезианские воды Юго-Западного Узбекистана, МГ и ОН СССР, Ср.-Аз. НИИ геологии и минер. сырья, Труды, вып. 2, Ташкент, 1961.
11. Буачидзе И. М., Гидрогеологическое районирование территории Грузии, Труды Политехнического института им. Кирова, № 3 (38), Тбилиси, 1953.
12. Буачидзе И. М., О распространении артезианских бассейнов на территории Грузии, Труды Геол. института АН ГрузССР, серия геолог. VII (12), Тбилиси, 1953.
13. Гатуев С. А. и Шагоянц С. А., Гидрогеологические районы Северо-Кавказского края и условия водоснабжения в них, Госгеолиздат, 1946.
14. Гидрогеологические очерки целинных земель Актюбинской, Кокчетавской и Северо-Казахстанской областей, под ред. У. М. Ахмедсафина, Институт геологических наук АН КазССР — Министерство геологии и охраны недр КазССР, Изд. АН КазССР, Алма-Ата, 1958.
15. Дубильер А. С., О гидрогеологических условиях Павлодарской области в связи с освоением ее целинных и залежных земель, Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XXXI, вып. 1, Изд. МГУ, 1956.
16. Дубровский В. В., К проблеме водоснабжения Турксиба, «Народное хозяйство Казахстана», Алма-Ата, 1934, № 2—3.
17. Дубровский В. В., К проблеме водоснабжения левобережья Чуйской долины, «Советская Киргизия», Фрунзе, 1937, № 68.
18. Дубровский В. В., Очерк подземного рельефа известняков Подмосковной артезианской котловины, под ред. проф. А. Н. Семихатова, Министерство строительства топливных предприятий СССР, Бурвод, М., 1947.
19. Дубянский А. А., Воронежская область, Гидрогеология СССР, вып. V, кн. 3, Госгеолиздат, М.—Л., 1941.
20. Дубянский А. А., Геология и подземные воды Курской и Орловской областей, т. I, Воронежская гидрогеол. станция МСХ РСФСР, Воронежский сельскохозяйственный институт, Кафедра геологии, Воронеж, 1948.
21. Дубянский А. А., Муравьева Н. И., Геология и подземные воды Курской и Орловской областей, т. II, Основные показатели скважин, заложенных на воду, Воронежский сельскохозяйственный институт, Кафедра геологии, Воронежская гидрогеологическая станция МСХ РСФСР, Воронеж, 1947.
22. Дубянский А. А., Сорокин А. А., Геология и подземные воды Курской и Орловской областей, т. III (Картографический материал), Воронежская гидрогеологическая станция МСХ РСФСР, Воронежский сельскохозяйственный институт, Кафедра геологии, Воронеж, 1949.
23. Дубянский А. А., Аидреищев М. М., Елфимов Т. Н., Геология и подземные воды Воронежской области, т. II, Основные показатели скважин, заложенных на воду, МГиОН. Всес. гидрогеологический трест, Воронежская гидрогеологическая станция, Воронеж, 1959.

24. Ефимов А. И., Источники водоснабжения Центральной Якутии, Материалы о природных условиях и сельском хозяйстве Центральной Якутии, Изд. АН СССР, 1954.
25. Жирмунский А. М., Подземные воды Западного края, Геологический комитет, Материалы по общей и прикладной геологии, вып. 63, Изд. Геологического комитета, Л., 1927.
26. Жуков В. А., Толстой М. П., Троянский С. В., Артезианские воды каменноугольных отложений Подмосковной палеозойской котловины, ГГУ НКТП СССР, Труды НИИ минерального сырья, вып. 153, ГОНТИ, М.—Л., 1939.
27. Иванов А. Т., Подземные воды Монгольской Народной Республики, Труды Лабор. гидрогеологических проблем АН СССР, т. XIX, Изд. АН СССР, 1958.
28. Иванов В. Н., Гидрогеологическое районирование подземных вод Молдавии для целей водоснабжения, НИТО сельск. и лесн. хозяйства, Кишинев, 1958.
29. Калабин А. И., Вечная мерзлота и гидрогеология Северо-Востока СССР, Труды ВНИИ золота и редких металлов, т. XVIII, Магадан, 1960.
30. Калугин К. А., Подземные воды Центрального Казахстана, Известия АН КазССР, Серия геологическая, вып. 4, Алма-Ата, 1960.
31. Каменский Г. Н., Толстухина М. М., Толстухин Н. И., Гидрогеология СССР, Госгеолтехиздат, 1959.
32. Каталог буровых скважин на воду Московской области, ч. I, вып. 1 и 2 составлены Гаганидзе А. Р. и Муравьевой Н. И. под ред. Жукова В. А., ГГУ НКТП СССР, Труды Мос. геолог. треста, вып. 25 и 26, ГОНТИ, М.—Л., 1936—1937.
33. Каталог буровых скважин Украины (Волынская, Киевская, Подольская, Полтавская и Черниговская губернии), вып. 1, составлен Личковой Г. Л., УССР НКЗ, Северная обл. Мелиоративная организация СССР—ВСНХ Укр. отд. Геологического комитета, Киев, 1927.
34. Каштанов С. Г., Подземные воды Татарской АССР и их использование, Учен. записки Казанского университета, т. 112, кн. 2, Геология, Казань, 1952.
35. Каштанов С. Г., Грутовые воды г. Казань, Изд. Казанского университета, Казань, 1959.
36. Kovalev V. F., Подземные воды Среднего и Северного Зауралья и вопросы газонефтеносности, Урал, филиал АН ССР, Труды горно-геол. института, вып. 47, Свердловск, 1960.
37. Коланев Г. В., Подземные и поверхностные воды Бурятской АССР, АН СССР, СОПС, Забайкальская комплексная экспедиция, Изд. АН СССР, М., 1960.
38. Крылов М. М., Краткий обзор подземных вод Китая, Изд. АН УзбССР, Ташкент, 1958.
39. Кучин И. И., Подземные воды Обь-Иртышского бассейна, Гостоптехиздат, М.—Л., 1940.
40. Лайге О. К. (ред.), Гидрогеологический очерк Чирчик-Айгрен-Келесского бассейна, Труды Ср.-Аз. геол. треста, вып. 4, Изд. «Недра Ср. Азии», Ташкент, 1937.
41. Лайге О. К., Гидрогеологическое районирование Средней Азии, «Советская геология», 1948, № 34.
42. Лайге О. К., О зональном распределении грутовых вод

- на территории СССР, Матер. к познанию геологического строения СССР, Мос. общ. испыт. природы (нов. сер.), вып. 8 (12), 1947.
43. Ланге О. К., Подземные воды Русской платформы и их районирование, Труды лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР, т. III, Изд. АН СССР, 1948.
44. Ланге О. К., Подземные воды СССР, ч. I, Подземные воды Европейской части СССР, Изд. Московского университета, М., 1959.
45. Леонов Г. М., Формирование подземных вод на предгорной равнине Заилийского Алатау, Сборник научных трудов Казахского горно-металлургического института, Алма-Ата, 1959, № 16.
46. Маков К. И., Подземные воды Причерноморской впадины, Госгеолиздат, Киев — Москва, 1940.
47. Маков К. И., Подземные воды Днепровско-Донецкой впадины, Изд. Укр. геолог. управления, Киев, 1941.
48. Маков К. И., Подземные воды Башкирской АССР, АН СССР, Госгеолиздат, М. — Л., 1946.
49. Материалы по гидрогеологии Узбекистана, вып. 1—12, Узподземвод, Ташкент, 1932—1935.
50. Подземные воды Балашовской и Саратовской областей, ч. II, Каталог буровых на воду скважин, Саратовский филиал Гидропроводхоза МСХ РСФСР, Саратов, 1957.
51. Пономарев В. М., Подземные воды территории с мощной толщей многолетнемерзлых горных пород, АН СССР, Институт мерзлотоведения им. В. А. Обручева, Изд. АН СССР, М., 1960.
52. Порошин Ю. В., Материалы по бурению в Нижегородской губернии, Н. Новгород, 1927.
53. Порошин Ю. В., Гидрогеологический очерк Горьковской и Кировской областей и Чувашской, Марийской и Удмуртской АССР, Гидрогеология СССР, вып. VI, ГОНТИ, М. — Л., 1939.
54. Ришел Е. А., Подземные воды Степного Крыма, Труды Крым. филиала АН СССР, т. V, Геология, вып. 1, АН СССР, Изд. АН СССР, 1954.
55. Руденко Ф. А., Гидрогеология Украинского кристаллического массива, Госгеолтехиздат, М., 1958.
56. Семихатов А. Н., Подземные воды СССР, ч. I, ОНТИ — НКТП, М. — Л. — Н., 1934.
57. Ткачук В. Г. и Пиннекер, Подземные воды Иркутской области и их народнохозяйственное значение, АН СССР, Сибирское отделение, Восточно-Сибирский геологический институт, Иркутск, 1959.
58. Фролов Н. М., Гидрогеологическое районирование юга Молдавии в целях водоснабжения, Изв. Молд. фил. АН СССР, Кишинев, 1957, № 10.
59. Фролов Н. М., Подземные воды и палеогидрогеологические условия Западного Причерноморья, Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР, Молд. фил. АН СССР, Москва — Кишинев, Изд. АН СССР, 1958.
60. Хецров И. Р., Артезианские и грунтовые воды Москвы, Мос. санитарный НИИ им. Эрисмана, ГОНТИ, М. — Л., 1937.
61. Шагоянц С. А., Подземные воды центральной и восточной частей Северного Кавказа и условия их формирования, Госгеолтехиздат, М., 1959.
62. Щеголев Д. И., Гидрогеологический очерк Донецкого бассейна, Госгеолиздат, Л. — М., 1941.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ

республиканских органов геологии и охраны недр и территориальных геологических управлений и трестов, имеющих право выдачи разрешений на бурение скважин на воду и строительства других водозаборов подземных вод

Республика	Наименование органов и их местонахождение	Обслуживаемая территория
1. Азербайджанская ССР	Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Азербайджанской ССР, г. Баку, ул. Кирова, д. 14/30	Азербайджанская ССР
2. Армянская ССР	Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Армянской ССР, г. Ереван, ул. Киунияца, д. 2	Армянская ССР
3. Белорусская ССР	Главное управление геологии и охраны недр при Совете Министров БССР, г. Минск, ул. Свердлова, д. 3	Белорусская ССР
4. Грузинская ССР	Геологическое управление при Совете Министров Грузинской ССР, г. Тбилиси, ул. Масашвили, новый д. 24	Грузинская ССР
5. Казахская ССР	Восточно-казахстанское геологическое управление Министерства геологии и охраны недр Казахской ССР, г. Усть-Каменогорск	Восточно-Казахстанская область

Республика	Наименование органов и их местонахождение	Обслуживаемая территория
6. Казахская ССР	Западно-Казахстанское геологическое управление МГ и ОН Казахской ССР, г. Гурьев	Актюбинская, Западно-Казахстанская, Гурьевская области
7. То же	Северо-Казахстанское геологическое управление МГ и ОН Казахской ССР, г. Кустанай, Октябрьская ул, д. 71	Кокчетавская, Кустанайская, Северо-Казахстанская области
8. То же	Центрально-Казахстанское геологическое управление МГ и ОН Казахской ССР г. Караганда, ул. Кирова, 20	Акмолинская, Карагандинская, Павлодарская области
9. То же	Южно-Казахстанское геологическое управление МГ и ОН Казахской ССР, г. Алма-Ата, ул. Фурманова д. 110	Алма-Атинская, Джамбульская, Кзыл-Ординская, Семипалатинская, Талды-Курганская, Южно-Казахстанская области
10. Киргизская ССР	Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Киргизской ССР, г. Фрунзе, ул. Боконбаева, д. 85	Киргизская ССР
11. Латвийская ССР	Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Латвийской ССР, г. Рига, ул. Вирнову, д. 91	Латвийская ССР
12. Литовская ССР	Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Литовской ССР, г. Вильнюс	Литовская ССР
13. Молдавская ССР	Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Молдавской ССР, г. Кишинев, ул. Подольская, д 79	Молдавская ССР
Российская Советская Социалистическая Федеративная Республика	Территориальные геологические управления Главгеологии при Совете Министров РСФСР:	
14. То же	Бурятское геологическое управление, г. Улан-Удэ, ул. Ленина, д. 59	Бурят-Монгольская АССР

Республика	Наименование органов и их местонахождение	Обслуживаемая территория
15. Российская Советская Федеративная Социалистическая Республика	Волго-Донское геологическое управление, г. Ростов-на-Дону, ул. Московская, д. 88	Астраханская, Ростовская, Волгоградская области, Калмыцкая АССР
16. То же	Дальневосточное геологическое управление, г. Хабаровск, ул. Льва Толстого, д. 8	Амурская, Сахалинская области, Хабаровский край (без Охотского р-на)
17. То же	Западно-Сибирское геологическое управление Кемеровской обл., г. Ново-Кузнецк, Набережная, д. 31	Алтайский край, Кемеровская область
18. То же	Иркутское геологическое управление, г. Иркутск, ул. Крас. Звезды, д. 13	Иркутская область
19. То же	Коми АССР, Ненецкий нац. округ Архангельской области	Коми АССР, Ненецкий нац. округ Архангельской области
20. То же	Красноярское геологическое управление, г. Красноярск	Красноярский край, Тувинская авт. область
21. То же	Новосибирское геологическое управление, г. Новосибирск, ул. Ломоносова, д. 31	Новосибирская, Омская, Томская области
22, 23. То же	Приморское геологическое управление, г. Владивосток, Океанский пр., д. 67	Приморский край
24. То же	Северо-Западное геологическое управление, г. Ленинград, ул. Герцена, д. 59	Архангельская (без Ненецкого нац. округа), Вологодская, Калининградская, Ленинградская, Мурманская, Новгородская, Псковская области, Карельская АССР

Республика	Наименование органов и их местонахождение	Обслуживаемая территория
25. Российская Советская Федеративная Социалистическая республика	Северо-Кавказское геологическое управление, г. Ессентуки, ул. Урицкого, д. 11	Краснодарский, Ставропольский край, Дагестанская АССР, Кабардино-Балкарская АССР, Северо-Осетинская АССР, Чечено-Ингушская АССР
26. То же	Средне-Волжское геологическое управление, г. Горький, ул. Маяковского, д. 13	Горьковская, Ивановская, Кировская, Костромская, Куйбышевская, Пензенская, Саратовская, Ульяновская области, Марийская АССР, Мордовская АССР, Татарская АССР, Удмуртская АССР, Чувашская АССР
27. То же	Тюменское геологическое управление, г. Тюмень, ул. Водопроводная, д. 36	Тюменская область
28. То же	Уральское геологическое управление, г. Свердловск, ул. Вайнера, д. 55	Курганская, Пермская, Свердловская, Челябинская области
29. То же	Центральных районов геологическое управление, г. Москва, В-85, 4-й Рошинский пр., д. 5-а	Белгородская, Брянская, Владимирская, Воронежская, Калининская, Калужская, Липецкая, Московская, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тамбовская, Тульская, Ярославская области
30. То же	Читинское геологическое управление, г. Чита, ул. Калинина, д. 91/15	Читинская область
31. То же	Южно-уральское геологическое управление, г. Уфа, ул. Ленина, д. 35/37	Оренбургская область, Башкирская АССР
32. То же	Якутское геологическое управление, г. Якутск, ул. Лермонтова, д. 71	Якутская АССР

Республика	Наименование органов и их местонахождение	Обслуживаемая территория
33. Таджикская ССР	Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Таджикской ССР, г. Душанбе, ул. Ленина, д. 57	Таджикская ССР
34. Туркменская ССР	Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Туркменской ССР, г. Ашхабад, ул. Мопра, д. 7	Туркменская ССР
35. Узбекская ССР	Главное управление геологии и охраны недр при Совете Министров Узбекской ССР, г. Ташкент, ул. Шевченко, д. 11	Узбекская ССР
Украинская ССР	Территориальные тресты Главгеологии при Совете Министров УССР	
36. То же	Трест „Артемгеология“, г. Артемовск	Донецкая область
37. То же	Трест „ДнепроГеология“, г. Днепропетровск	Днепропетровская, Запорожская, Крымская, Николаевская, Одесская, Херсонская области
38. То же	Трест „Киевгеология“, г. Киев, ул. Чекистов, д. 5	Винницкая, Волынская, Житомирская, Закарпатская, Кировоградская, Львовская, Тернопольская, Хмельницкая, Черкасская, Черниговская, Черновицкая области
39. То же	Трест „Луганскгеология“, г. Луганск	Луганская область
40. То же	Трест „Харьковнефтегазразведка“, г. Харьков	Полтавская, Сумская, Харьковская области
41. Эстонская ССР	Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Эстонской ССР, г. Таллин, ул. Рахваххату, д. 2	Эстонская ССР

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Глава первая. Исходные данные для организации гидрогеологических изысканий	9
1. Общие положения	9
2. Расчетное водопотребление	20
3. Требования к химико-бактериальному составу и физические свойства воды	26
4. Оформление организации изысканий для целей водоснабжения	28
Глава вторая. Общие задачи изысканий подземных вод и требования к изысканиям	31
5. Задачи изысканий подземных вод для разных стадий проектирования	31
6. Влияние обеспеченности района подземными водами, величины водопотребления и степени изученности на задачи изысканий	36
7. Задачи изысканий для разных объектов в различных гидрогеологических условиях	43
8. Задачи изысканий в связи с требованиями инструкции по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод	50
9. Исследование химического и бактериального состава и физических свойств воды	57
10. Изыскания для проектов зон санитарной охраны водозabora	61
11. Программа изысканий	70
Глава третья. Изыскания для водоснабжения государственных районных электрических станций и теплоэлектроцентралей	77
12. Общие положения	77
13. Выбор площадки	77
а) Полевые работы в районах, примыкающих к речным долинам в платформенных областях	78
б) Полевые работы в районах, примыкающих к речным долинам в горных и предгорных областях	80

14. Проектное задание	85
а) Изыскания для тепловых электростанций с водохранилищами	87
б) Изыскания для тепловых электростанций без водохранилищ	97
15. Рабочие чертежи	106
Г л а в а ч е т в е р т а я . И зыскания для водоснабжения гидравлических электростанций	109
16. Составление схемы использования реки	109
17. Проектное задание	113
а) Изыскания для гидроэлектростанций плотинного типа	113
б) Изыскания для гидроэлектростанций деривационного типа	118
18. Рабочие чертежи	119
Г л а в а п я т а я . И зыскания для водоснабжения подстанций, переключательных пунктов и других мелких объектов	119
19. Общие положения	119
20. Выбор площадки подстанции	120
21. Гидрогеологическое обоснование проекта одиночной разведочно-эксплуатационной скважины для водоснабжения	120
22. Проектирование бурения и опробования одиночной разведочно-эксплуатационной скважины	128
а) Общая часть проекта скважины	133
б) Специальная часть проекта скважины	135
Г л а в а ш е с т а я . П р и м е н и м о с т ь разн ы х спосо б о в бурения разведочных и разведочно-эксплуатационных скважин при изысканиях подземных вод	140
23. Общие положения	140
24. Ударно-канатный способ бурения	141
25. Роторный способ бурения	143
26. Колонковый способ бурения	148
Г л а в а с е д м а я . О т ч ет н ы е гидрогеологические материалы	150
27. Общие положения	150
28. Отчеты и записки по гидрогеологическим изысканиям для целей водоснабжения, для выбора площадки и для схемы использования реки	151
29. Отчеты и записки по гидрогеологическим изысканиям для целей водоснабжения, для проектного задания	152
30. Окончательная геолого-техническая документация по одиночной разведочно-эксплуатационной скважине на воду	160
Л и т е р а т у р а	164
П р и л о ж е н и е	170