ВВЕДЕНИЕ

Инженерно-геологические изыскания представляют собой производственный и технологический процесс получения, накопления и обработки инженерно-геологической информации о районе проектируемого строительства с составлением прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия сооружения с геологической средой.

Инженерно-геологические изыскания предшествуют любому виду строительства и продолжаются в ходе строительства.

Исследования для гидротехнического строительства — одна из наиболее сложных и ответственных задач, решаемых в инженерной геологии. Это связано с тем, что гидротехнические сооружения в большинстве случаев резко меняют современную геологическую обстановку и естественные гидрогеологические условия не только на участке строительства, но и далеко за его пределами. К тому же частичное или полное разрушение этих сооружений из-за недоучета каких-либо факторов приводит, как правило, к катастрофическим последствиям.

Гидротехнические сооружения делятся на гидроэнергетические, водотранспортные, мелиоративные, водоснабженческие и сооружения континентального шельфа.

В настоящее время ни одно сооружение, тем более гидротехническое, не может быть построено без детальных и достоверных инженерно-геологических изысканий. Эти работы выполняются специализированными организациями, обладающими соответствующей материально-технической базой и высококвалифицированными кадрами (Гидропроект, тресты инженерно-строительных изысканий, геотресты и др.). Изыскания охватывают всю предполагаемую сферу взаимодействия сооружения с геологической средой. При этом изучаются инженерно-геологические условия территории и прогнозируется их возможное изменение в период строительства и эксплуатации сооружения. В конечном итоге изыскания призваны обеспечить необходимые данные для выбора района строительства, конкретных компоновочных и конструктивных решений на выбранном

участке, наиболее рациональных способов строительных работ, мероприятий по инженерной защите территории и охране окружающей среды. Эффективность изысканий существенным образом зависит от правильности и своевременности задач, поставленных перед изыскателями, т.е. от грамотно составленного проектировщиком технического задания. Однако даже идеально выполненные изыскания сами по себе не могут гарантировать абсолютно надежного проектирования. Инженер-строитель должен уметь правильно воспользоваться результатами изысканий и на основе их анализа всесторонне оценить возможные последствия принимаемых технических решений.

В ряде случаев недостаточное знание или неверная оценка инженерно-геологических условий территории могут оказаться для проектируемого сооружения даже более опасными, чем самые неблагоприятные условия. Напротив, — всесторонний учет инженерно-геологических факторов нередко позволяет повысить технико-экономические параметры и эксплуатационную надежность сооружения. Это и определяет место и значение инженерной геологии в строительном деле, а также необходимость инженерно-геологических знаний в практической деятельности инженеров-строителей.

1. Инженерно-геологические изыскания для строительства гидроэнергетических сооружений

1.1. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

1.1.1. Изыскания для обоснования схемы комплексного использования реки

Целью изысканий является разработка технического замысла комплексного использования водных ресурсов, разбивка реки на ступени, определение экономических показателей отдельных гидроузлов и выбор объектов первоочередного строительства. При этом изучению подлежит вся намеченная к использованию часть долины реки.

Перед началом изысканий проводят сбор, изучение и обобщение имеющихся по району исследований аэро- и космоснимков, общих геологических, сейсмологических и инженерно-геологических материалов, опубликованных и хранящихся в геологических фондах и архивах. После обработки и анализа этих материалов выполняется рекогносцировка всего района работ. В ней принимают участие: главный инженер проекта, инженер-геолог, геодезист, гидролог. При рекогносцировке дополняются новыми данными фондовые материалы, намечаются в натуре участки возможного расположения гидроузлов и водохранилищ, выясняются условия производства изыскательских работ. Эти материалы являются основой для составления технического задания на изыскания и программы работ.

Основным видом работ на этом этапе изысканий является *инженерно-геологическая съемка.* Границы съемки проходят по обоим берегам реки, не удаляясь от подпорной горизонтали более, чем на 2–3 км. При необходимости изучения каких-либо особых условий (устойчивость склона, возможность интенсивной фильтрации воды в соседнюю долину и пр.), а также при отсутствии по району исследований геологической карты необходимого масштаба границы съемки могут проходить на большем расстоянии от горизонтали подпора.

Масштаб съемки определяется сложностью инженерно-геологических условий территории (табл. 1).

Таблица 1

Категория сложности инженерно-геологических условий	Масштаб		
	Долина реки	Район возможного размещения гидроузла	
		1-й очереди	2-й очереди
I	1:200 000	1:25 000	1:50 000
II	1:100 000	1:10 000	1:25 000
III	1:50 000	1:5 000	1:10 000

Для определения сейсмической опасности (расчетной балльности землетрясений) на намеченных участках строительства используют нормативные документы и фондовые материалы в сочетании с маршрутным сейсмотектоническим обследованием местности и дешифрированием дистанционных снимков.

Условия создания водохранилищ оценивают по данным мелкомасштабной инженерно-геологической съемки и там, где выявлены неблагоприятные условия, которые могут повлиять на разбивку реки на ступени, проводят более детальные дополнительные геологические съемки, разведочные, геофизические и гидрогеологические работы. Работы сосредоточивают на ключевых (типичных) участках.

В случае ожидаемых существенных фильтрационных потерь из водохранилища или подтопления территорий при отсутствии данных для ориентировочных гидрогеологических расчетов намечают гидрогеологические поперечники и проводят на них в минимальном объеме опытно-фильтрационные работы и гидрогеологические наблюдения.

Разведочные работы проводят для всех конкурирующих гидроузлов, но в большем объеме для объектов первоочередного строительства. На участках проектируемых плотин выработки располагаются по поперечникам через долину. Для деривационных гидроузлов может быть пройдено также некоторое количество выработок по предполагаемым трассам деривации и на участке напорно-станционного узла. Для наиболее перспективных и сложных объектов должно быть разведано два — три поперечника через долину или два — три профиля по трассе деривации, для остальных — не более одного.

Скважины располагают на всех основных геоморфологических элементах долины (русло, террасы, коренные склоны и др.). Расстояние между скважинами в пределах каждого элемента для долин равнинных рек принимается 200–500 м, для очень узких горных долин — 50–100 м. При разведке последних используются также штольни, шурфы и канавы.

Скважины и горные выработки, проходимые на створах плотин, должны соответствовать установлению очертаний коренного ложа долины, состава и структуры пород коренной основы и рыхлого четвертичного покрова, глубины зоны выветривания скальных пород, положению уровня подземных вод и водопроницаемости пород. При отсутствии данных о строении долины средняя глубина разведочных скважин для плотины высотой до 20 м принимается в два раза больше напора на плотине. При дальнейшем увеличении высоты плотин это соотношение уменьшается и для плотин высотой 100 м средняя глубина скважин равна высоте напора. Для более высоких плотин среднюю глубину скважин принимают меньше высоты напора. Глубину специальных скважин (структурных и др.) принимают исходя из их назначения.

Геофизические исследования на стадии схемы выполняются в комплексе с геологической съемкой в масштабе 1:50000 – 1:100000 и бурением по отдельным профилям, расположенным вдоль и вкрест долины реки. При этом изучаются участки возможного расположения створов, трасс деривации, участков водохранилищ, месторождений стройматериалов. Применяется, в основном, комплекс электроразведочных методов (метод вертикального электрического зондирования, электропрофилирование), каротаж скважин, магниторазведка. В сложных инженерно-геологических условиях (наличие мерзлоты, нарушение устойчивости бортов долин, локальных переуглублений и пр.) для решения общегеологических задач возможно применение сейсморазведки.

Гидрогеологические исследования проводят в районах всех гидроузлов, но их детальность зависит от очередности проектирования объекта. В состав этих исследований входят гидрогеологические наблюдения в процессе инженерно-геологической съемки и разведочных работ, а также опытно-фильтрационные работы (откачки, нагнетания, наливы) и в отдельных случаях режимные гидрогеологические наблюдения. Объем опытно-фильтрационных работ определяют исходя из необходимости выявить водопроницаемость тех слоев, которые после создания подпора могут стать путями фильтрации, существенной для водного баланса сооружения или могущей вызывать деформации основания.

Исследования физико-механических свойств грунтов (в основном их физических показателей), их петрографического и химического состава проводят на пробах, отобранных из скважин, на всех объектах в объеме, необходимом для классификации грунтов, общей оценки их состояния и подбора аналогов (от 7 до 10 проб из каждой

литологической разности). Определение прочности и сжимаемости основных разностей нескальных пород проводят лабораторными методами и в ограниченном объеме лишь для первоочередных гидроузлов, а для остальных эти показатели принимают по аналогам. Грунты считаются аналогичными, если при сходных литологии и генезисе показатели их состава и физических свойств отличаются не более чем на 30%, а основные параметры и технология строительства проектируемого сооружения и сооружения-аналога близки. Для скальных пород определяют временное сопротивление сжатию, а показатели прочности и сжимаемости принимают по методу аналогий и с помощью сейсмоакустических методов. На этом этапе следует получить предварительное представление о мощности естественных зон разуплотнения и выветривания, типе кор выветривания (физический или химический), наличии тектонических нарушений, степени трещиноватости пород в массиве на глубину области взаимодействия сооружений с геологической средой.

На стадии схемы также выявляют естественные неблагоприятные для проектируемых сооружений *геологические процессы* и дают предварительный прогноз возможности развития в периоды строительства и эксплуатации сооружений инженерно-геологических процессов, представляющих угрозу сооружениям или окружающей геологической среде.

При изысканиях устанавливают обеспеченность будущего строительства местными строительными материалами. В процессе работ выявляют месторождения и подсчитывают их запасы по категориям C_1 и C_2. Запасы в два-три раза должны превышать потребности строительства в стройматериалах.

1.1.2. Изыскания для технико-экономического обоснования или технико-экономического расчета

Это наиболее ответственный этап работ, потому что именно при технико-экономическом обосновании (ТЭО) должна быть выбрана площадка для строительства, включая место расположения основных сооружений (плотины напорно-станционного узла, трасс деривации и пр.), постоянных и временных поселков, производственной базы строительства, карьеров местных строительных материалов, перевалочных баз, трассы внешних коммуникаций, а также решены основные вопросы, связанные с созданием водохранилища (включая выбор отметки НПУ) и охраной окружающей среды. Расчетная стоимость строительства, предусмотренная в утвержденном ТЭО, явля-

ется лимитом на весь период строительства. Изыскания выполняются в соответствии с техническим заданием, требования которого в виде примера приводится в прил. 1.

Основными задачами инженерно-геологических изысканий для ТЭО гидроузла являются:

- освещение и сопоставление природных условий, намеченных в схеме проектирования конкурирующих участков расположения сооружений гидроузла, для выбора одного из них в качестве первоочередного;
- обоснование проектных решений на выбранном участке;
- оценка условий создания водохранилища при различных отметках НПУ;
- оценка влияния сооружений гидроузла и водохранилища на окружающую среду;
- получение данных об обеспеченности строительства местными строительными материалами.

Изыскания для ТЭО делятся на два этапа. На первом этапе изыскания проводят на всех конкурирующих участках возможного расположения гидроузлов для определения оптимального по инженерно-геологическим условиям участка. На втором этапе должны быть более детально освещены инженерно-геологические условия этих участков и даны рекомендации для выбора участка.

На конкурирующих участках проводят инженерно-геологическую съемку, горно-буровые и геофизические разведочные работы, гидрогеологические исследования, изучение физико-механических свойств пород, а в районах, характеризующихся особыми условиями (например, высокой сейсмичностью, распространением вечной мерзлоты и пр.), — специальные исследования этих условий. Выполняют поисково-оценочные работы и предпроектные изыскания естественных строительных материалов.

Инженерно-геологические съемки на конкурирующих участках створов плотин должны проводиться на местности со сложным геологическим строением в масштабе 1:5000, при средней сложности — в масштабе 1:10000, при простом геологическом строении — в масштабе 1:25000.

Границы съемки устанавливают не ближе 200 м от контуров основных сооружений. При сложном геологическом строении помимо мелких выработок проходят отдельные структурные скважины.

Для районов с фоновой сейсмичностью свыше 6 баллов выполняются сейсмологические исследования, предназначенные для де-

тальной оценки сейсмологических и сейсмотектонических условий, и в частности:

- определение зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ), их основных характеристик и параметров сейсмических воздействий на участке строительства, обусловленных сильнейшими сейсмическими событиями в каждой зоне ВОЗ (I этап ТЭО);
- оценка влияния на характеристики сейсмических воздействий локальных природных условий, прогноз возможности и величины тектонических и сейсмодеформаций;
- определение расчетных сейсмических воздействий (предварительное) (II этап ТЭО).

Разведочные работы обычно выполняют с помощью буровых скважин, шурфов, канав и штолен, размещаемых по поперечникам плотин.

На выбранном участке расположение поперечников должно отвечать принятой компоновке сооружений. Расстояние между выработками принимают при простых инженерно-геологических условиях равным 200–300 м, сложных — 100–200 м и весьма сложных — 50–100 м. На выбранных створах расстояния между разведочными выработками уменьшаются до 50–100 м. В пределах оснований бетонных сооружений расстояние должно быть меньше, чем в пределах земляных.

Глубину скважин принимают исходя из необходимости построить инженерно-геологические разрезы на всю мощность активной зоны влияния сооружения на основание. Поэтому глубину выработок назначают с учетом конкретных геологических условий и типа сооружений. Глубина скважин должна быть достаточной, чтобы можно было: установить глубину залегания коренного ложа долины или водоупорных пород; установить состав рыхлых четвертичных отложений и коренных пород; выявить мощность зоны выветривания и естественного разуплотнения; охарактеризовать структурно-тектонические условия; определить глубину залегания подземных вод, их уровни, химический состав и другие элементы геологического разреза. Штольни проходят в бортах долин горных рек. Они предназначены для выявления структурно-тектонических условий участка, мощности зоны выветривания и разуплотнения коренных пород, состояния и свойств относительно сохранных пород в зоне примыкания плотины.

В комплексе с разведочными выполняют *геофизические работы*, как правило, на створах, которые представляются наиболее перспективными, а также по оконтуривающим поперечникам (выше и ниже

створов плотин) и по связующим профилям вдоль долины реки. Используются те же виды исследований, что и на стадии схемы, но большее значение приобретают наблюдения во внутренних частях среды (просвечивание между выработками, а также между выработками и дневной поверхностью, каротаж). Сочетание сейсморазведки, электроразведки, магниторазведки и каротажа позволяет уменьшить неоднозначность интерпретации результатов работ, оценить более достоверно физико-механические свойства пород, устойчивость склонов, скорость движения подземных вод, их минерализацию, водонасыщенность пород и др. Геофизические методы используются при распространении данных лабораторных и точечных полевых испытаний свойств пород на массив горных пород.

Гидрогеологические исследования на I этапе ТЭО необходимы для получения характеристики общих гидрогеологических условий района, выбора вариантов створов для их сопоставления по условиям фильтрации из водохранилища на участке водоподпорных сооружений при разных отметках НПУ и условиям проходки (водопритоки, воздействие напорных вод на основание сооружений, развитие других неблагоприятных геологических процессов) строительных котлованов.

Мощность и условия залегания водоносных горизонтов, их гидравлический характер, положение уровней подземных вод, условия их питания и разгрузки, гидрохимические условия, положение области питания подземных вод относительно НПУ оцениваются в основном по результатам инженерно-геологической съемки, горно-буровых и геофизических работ.

Опытно-фильтрационные работы на вариантах створов выполняются, как правило, для оценки водопроницаемости пород, с которыми могут быть связаны существенные для водного баланса водохранилища утечки воды в нижний бьеф или в соседнюю долину. На каждом варианте створа эти породы должны быть опробованы не менее чем в 3–5 скважинах.

На выбранном варианте створа (II этап ТЭО) гидрогеологические исследования проводятся для построения геофильтрационной модели участка створа и проектирования на ее основе противофильтрационных и дренажных мероприятий, строительного водопонижения и водоотлива, для выбора источников временного водоснабжения, для оценки агрессивных свойств воды.

Геофильтрационная модель — это представленная в обобщенном и схематизированном виде совокупность гидрогеологических и других природных факторов, определяющих на изучаемом участке

закономерности распределения величин напоров, скоростей и расходов подземных и фильтрационных вод в естественных и техногенно нарушенных условиях. На модели должны быть выделены квазиоднородные по гидрогеологическим параметрам микрорайоны (участки).

Водопроницаемость водоносных и необводненных пород, по которым в строительный и эксплуатационный периоды может происходить фильтрация в основании и в береговых примыканиях водоподпорных сооружений, оценивается по результатам полевых опытно-фильтрационных работ (откачки, нагнетания). В случаях, когда береговые примыкания сложены слабоводопроницаемыми породами, исследования могут быть ограничены зоной рыхлых покровных отложений и выветрелых пород. В породах средне- и сильноводопроницаемых ширина исследуемой зоны должна быть не менее двух-трех напоров на плотине (считая от горизонта подпора в глубь берега).

Важной частью гидрогеологических исследований является изучение естественного уровенного и гидрохимического режима водоносных горизонтов, выполняемое с помощью стационарных наблюдений в скважинах. При этом помимо скважин, расположенных по створу, оборудуются наблюдательные скважины в верхнем и нижнем бьефах (не менее 6–10 скважин на каждом берегу). По результатам наблюдений строятся карты гидроизогипс на разные периоды года, которые в сочетании с результатами опытно-фильтрационных работ используются для выполнения прогноза фильтрационных потерь в основании и в обход сооружений, подпора подземных вод в верхнем и нижнем бьефах, водопритоков в строительные выемки и т.п.

Исследования физико-механических свойств грунтов при изысканиях для выбора участка гидроузла предполагают определение свойств, необходимых для классификации грунтов и подбора аналогов. Выявленные при этом слабые грунты изучают более подробно.

Исследования прочности и сжимаемости грунтов, залегающих на конкурирующих участках, проводят лабораторными и геофизическими методами. В ограниченном объеме возможно использование прессиометрии и зондирования.

На выбранном участке створа или при сравнении вариантов створов высоких бетонных плотин допускается использовать сравнительно дорогостоящие методы полевых исследований грунтов на сдвиг и сжимаемость пород штампами.

На стадии ТЭО, на этапе выбора варианта и на выбранном варианте более детально ведутся работы по отдельным сооружениям, входящим в состав гидроузла.

Изыскания для *проектирования деривационных каналов* должны выявить: условия создания выемок и насыпей для канала, устойчивость склонов и откосов канала, состав грунтов по трассе, их физико-механические и фильтрационные свойства. Для решения этих задач выполняется комплекс изысканий. В пределах полосы шириной для каждого варианта 0,5–1 км проводят инженерно-геологическую съемку, масштаб которой может быть от 1:5000 до 1:25000. Все варианты трассы должны размещаться в пределах одного контура съемки.

Разведочные работы выполняют по всем вариантам трассы канала, размещая скважины и шурфы по оси канала и его характерным поперечникам длиною 100–200 м. При этом выработки располагаются на всех основных элементах рельефа и геологической структуры участка. Среднее расстояние между выработками (в зависимости от строения) при выборе варианта может составлять по трассе 200–400, на поперечниках — 50–100 м. На выбранном варианте трассы среднее расстояние между выработками принимают по нижнему пределу интервалов. Наиболее подробно разведуют места расположения бетонных сооружений: насосных станций, акведуков, дюкеров и др.

Съемочные и разведочные работы сопровождаются *геофизическими исследованиями*. Используется комплекс методов, состоящий из электромагнито- и сейсморазведки и каротажа. В благоприятных геоэлектрических условиях можно использовать только электроразведку. Профили располагаются как вдоль трасс каналов, так и на поперечниках; их расположение зависит от наличия вариантов трасс деривации и их инженерно-геологического строения.

Гидрогеологические исследования при выборе трассы канала должны обеспечить изучение гидрогеологических условий для сопоставительной оценки конкурирующих вариантов по условиям производства земляных работ и фильтрации из канала. По всем вариантам трассы устанавливается положение уровней подземных вод и характеризуется водопроницаемость пород, вмещающих канал.

Полевые опытно-фильтрационные работы (наливы воды в шурфы и скважины, одиночные откачки из скважины) проводятся только на участках, где вопросы фильтрации (водопритоков) имеют существенное значение и могут влиять на выбор трассы. На остальных участках выполняются лабораторные определения коэффициентов фильтрации, используются косвенные признаки и аналоги.

Исследования по выбранной трассе должны обеспечить получение данных для районирования трассы по условиям фильтрации из

канала, определения ее размеров, прогноза подпора подземных вод на прилежащей территории, оценки устойчивости склонов на оползневых и косогорных участках и оценки агрессивности подземных вод. Расчетные показатели водопроницаемости всех характерных разностей водопроницаемых пород, развитых по трассе канала, должны быть обоснованы результатами опытно-фильтрационных работ.

Для изучения условий подпора подземных вод на характерных участках трассы выполняются стационарные наблюдения за режимом подземных вод в специально оборудованных скважинах и по существующим вблизи трассы колодцам и источникам. Аналогичные наблюдения выполняются на оползневых и косогорных участках, где дополнительное увлажнение пород за счет фильтрации из канала может привести к нарушению их устойчивости. Наблюдения за режимом подземных вод должны проводиться в течение всего периода изысканий, но не менее одного года.

Свойства грунтов, залегающих по трассе канала, при выборе варианта изучают для классификации грунтов, общей характеристики их основных показателей и подбора аналогов. По выбранному варианту проводят более полные исследования физико-механических свойств грунтов с определением показателей их прочности и сжимаемости.

Изыскания для *проектирования деривационных туннелей и других подземных гидротехнических сооружений* должны дать предварительную характеристику: устойчивости горных пород в сводах и стенках выемки, а также на участках порталов; физико-механических свойств пород, их напряженного состояния, горного давления и пучения; водопроницаемости пород, химического состава и агрессивности подземных вод; газоносности горных пород и геотермических условий территории. Основой для этой информации служат материалы инженерно-геологической съемки, отдельных выработок, проведенных геофизических работ и т.д.

Инженерно-геологическая съемка выполняется в масштабе 1:5000 – 1:25000 и охватывает все конкурирующие трассы туннелей. Горно-буровые и геофизические работы также проводят по всем трассам. При простом геологическом строении участка ограничиваются неглубокими скважинами, врезающимися в коренные породы на несколько метров (1–2 скважины на 1 км трассы). В сложных случаях кроме этого проходят скважины до глубины заложения туннеля. При выборе трассы на 1 км предусматривается одна глубокая

скважина, на выбранной трассе — две. Если проходка туннеля планируется на глубине более 300 м, глубокие скважины исключаются.

На портальных участках туннеля глубина скважин определяется мощностью покровных отложений и зоны выветривания коренных пород.

Гидрогеологические исследования предназначены для оценки водопритока в подземные выработки при строительстве, а также возможных утечек в эксплуатационный период. При выборе трассы эти факторы оцениваются по косвенным признакам (трещиноватость, закарстованность и т.д.). На выбранной трассе каждая глубокая скважина должна быть опробована опытными нагнетаниями или откачками.

Свойства грунтов на первом этапе оцениваются только лабораторными методами. Для выбранного варианта предусматривается более детальное изучение, включающее при необходимости полевые методы исследований.

Изыскания для проектирования *напорно-станционных узлов (НСУ)* решают следующие основные задачи: определение устойчивости участка расположения напорного бассейна, уравнительных сооружений и напорных трубопроводов, возможности фильтрации из напорного бассейна и ее влияния на устойчивость сооружений; получение характеристики водоносных пород, определение условий проходки котлована здания гидроэлектростанции (ГЭС), выемки под трубопроводы.

На I этапе ТЭО, как и при изысканиях под другие объекты, проводят инженерно-геологическую съемку в масштабах 1:5000 – 1:25000. На II этапе по выбранному варианту возможно выполнение дополнительной съемки. При сомнениях в устойчивости склона на нем проводят специальные исследования.

Разведочные работы выполняют по всем вариантам НСУ, располагая выработки по линии от напорного бассейна до подножия склона — здание ГЭС.

На участке напорного бассейна проходят 1–2 скважины с углублением в сохранную скалу на 3–5 м. Если сооружение располагается в рыхлых породах, глубина скважин должна в 2–3 раза превышать глубину проектируемого бассейна.

Выработки, размещаемые на трассах напорных водоводов с шагом 50–100 м, углубляются в коренные породы на 5–7 м.

На участках здания ГЭС, расположенных в скальных породах, разведочные скважины проходят на 10–15 м ниже отметки заложения фундаментов. По трассам предполагаемого расположения отво-

дящего канала и холостого водосброса проходят 2–3 скважины на 5–7 м ниже отметки заложения сооружений.

Гидрогеологические исследования для выбора участка НСУ должны оценить: возможность фильтрации из бассейна и каналов, влияние фильтрации на устойчивость склона, приток воды в строительные выемки. Для решения этих задач выполняются полевые опытно-фильтрационные работы (откачки, наливы в шурфы).

Физико-механические свойства грунтов на I этапе ТЭО изучаются для всех вариантов расположения НСУ для оценки грунтов как естественного основания. На выбранном участке проводят дополнительные исследования, необходимые для обеспечения проектных расчетов.

Изыскания по водохранилищу для рассматриваемых вариантов (I этап ТЭО) должны обеспечить оценку:

- возможности существенных для водного баланса водохранилища фильтрационных потерь;
- экологических последствий создания водохранилища;
- влияния водохранилища на населенные пункты, хозяйственные объекты, месторождения полезных ископаемых, ценные сельскохозяйственные угодья (подтопление и переработка берегов);
- возможности активизации старых и возникновения новых оползней, которые могут нанести ущерб объектам на берегу или привести к местному или общему заполнению водоема наносами;
- возможности возникновения крупных оползней или обвалов, которые могут перегородить водоем или уменьшить его емкость (для горных водохранилищ).

Для решения этих задач используют сбор и анализ фондовых материалов по территории водохранилища в сочетании с рекогносцировочным обследованием местности.

Для оценки опасных явлений в береговой зоне горных водохранилищ на стадии ТЭО проводят инженерно-геологическую съемку территории, прилегающей к урезу воды. Масштаб съемок должен быть от 1:200000 до 1:25000. Отдельные типовые участки могут сниматься в масштабе 1:5000 – 1:10000.

Для равнинных водохранилищ необходимость сплошной съемки по периметру водохранилища определяется освоенностью береговой зоны и требованиями охраны окружающей среды.

При проведении съемки обязательно используются аэро- и космоснимки. В число точек обоснования съемки входят горные выработки и скважины, процент которых принимается в соответствии с

СП 11–105—97. При хорошей обнаженности участка допускается проходку горных выработок частично заменять описанием обнажений.

На участках междуречий, где возможны значительные фильтрационные утечки из водохранилища в соседние долины, для выяснения условий и размеров фильтрации при разных отметках подпорного уровня выполняются разведочные работы: геофизические и бурение разведочных скважин с проведением в них опытно-фильтрационных работ и организацией режимных наблюдений.

Разведку в случае необходимости следует проводить на участках развития инженерно-геологических процессов, опасных для сооружений и водохранилища, — оползней, обвалов, селей и др.

На II этапе ТЭО инженерно-геологические изыскания выполняются для выбранного створа плотины и НПУ. Результатом проведенных изысканий является материал для:

- количественной оценки временных и постоянных фильтрационных потерь из водохранилища;
- прогноза подпора подземных вод и переформирования берегов по всему периметру водохранилища и оценки устойчивости оползневых и обвальных склонов;
- оценки возможности изменений водопритоков на участках эксплуатируемых и намеченных к разработке месторождений полезных ископаемых;
- прогноза всплывания торфяников, изменения условий питания и разгрузки водоносных горизонтов и эксплуатационных расходов подземных вод, возможных изменений сейсмической активности территории;
- обоснования схемы инженерной защиты объектов от воздействия водохранилища.

В состав инженерно-геологических работ по выбранному варианту должны входить:

- инженерно-геологические съемки с разведочными работами и лабораторными исследованиями грунтов и воды (геофизическими, горно-буровыми, опытно-фильтрационными);
- инженерно-геологическое районирование побережий водохранилищ по условиям подпора подземных вод и переформирования берегов;
- установка режимных створов для наблюдений за режимом подземных вод на типовых участках в пределах выделенных инженерно-геологических районов и подрайонов, на участках хозяйственных объектов, попадающих в зону влияния водохранилища и на участках возможных утечек в соседние долины;

- геофизические и буровые работы на участках развития торфяников;
- рекогносцировочное обследование селеопасных участков;
- поиски месторождений естественных строительных материалов для строительства защитных сооружений.

Районирование побережий водохранилища проводят по геоморфологическим, гидрогеологическим и геодинамическим особенностям, с учетом развития стратиграфо-литологических комплексов пород, имеющих примерно одинаковую степень литификации и сравнительно близкие физико-механические свойства (включая размываемость и размокаемость пород).

Для прогноза подпора подземных вод, подтопления и переработки берегов инженерно-геологические съемки выполняются в масштабе от 1:10000 до 1:2000 с обязательной нивелировкой берегового склона по характерным (по условиям рельефа) поперечникам для построения топографических профилей.

Разведочные выработки размещают по поперечникам, направленным, в основном, перпендикулярно берегу водохранилища. Расстояния между поперечниками для прогноза подпора подземных вод и подтопления принимаются на территориях городов, на площадках промышленных объектов равными 300–500 м, в сельских населенных пунктах 500–700 м, в ценных сельскохозяйственных и лесных угодьях 1000–5000 м; для прогноза переработки берегов — не менее одного поперечника на каждый инженерно-геологический район и на каждый геоморфологический элемент. Расположение выработок на поперечниках должно обеспечить построение детального геологического разреза в масштабах: горизонтальном 1:2000 – 1:1000 и вертикальном 1:200. Число скважин на поперечниках для прогноза подпора подземных вод и подтопления берегов должно быть не менее трех. Не менее трех скважин на типовом гидрогеологическом поперечнике оборудуются для наблюдений за режимом подземных вод, которые проводятся в течение всего периода проектирования и строительства гидроузла и наполнения водохранилища.

Водопроницаемость пород, определяющих условия развития подпора подземных вод на изучаемых участках, оценивается по данным опытно-фильтрационных работ с использованием результатов лабораторных исследований рыхлых и связных пород и изучения трещиноватости для скальных пород и по аналогам.

Прогнозы стационарного и неустановившегося подпора подземных вод и оценки фильтрационных потерь из водохранилища со-

здаются на основе результатов опытно-фильтрационных работ или по данным режимных наблюдений.

Для прогноза переформирования берегов в лаборатории должны быть изучены физико-механические свойства грунтов, слагающих береговой склон: гранулометрический состав для рыхлых грунтов; естественная влажность, объемный вес, пределы пластичности и размокаемости для связных грунтов; размокание и размываемость для полускальных пород. Для торфяников в ложе водохранилища изучают мощность, степень разложения и объемный вес. При создании водохранилищ в сейсмоактивных районах должны быть выполнены работы по оценке устойчивости склонов при сейсмическом воздействии с учетом возможного разжижения рыхлых грунтов.

Выбор карьеров естественных строительных материалов проводят в процессе инженерно-геологической съемки на конкурирующих участках. По наиболее перспективным карьерам проводят предпроектную разведку с определением объемов (запасов) по категории C_1. По выбранному варианту проводят проектную разведку с определением объемов (запасов) по категориям $B+C_1$ с учетом коэффициента обеспеченности 2, в том числе по категории B с учетом 50–60% потребности. При разведке необходимо оценить возможность использования в качестве строительных материалов грунтов из строительных выемок, а также устройства карьеров в ложе водохранилища.

1.1.3. Изыскания для обоснования проекта гидроузла

На этом этапе основной задачей инженерно-геологических изысканий является обоснование выбора типов сооружений, их компоновки и проектных решений по принятой компоновке.

Инженерно-геологические съемки выполняют только в случае необходимости корректирования имеющихся инженерно-геологических карт.

Активно ведутся сейсмологические исследования для получения исходных данных, обеспечивающих надежное определение расчетных сейсмических воздействий с учетом конкретных особенностей проектируемого сооружения и устанавливаемого оборудования, природных условий участка строительства и повторяемости землетрясений. Также необходимо провести уточнение глубинного строения зоны водохранилища и оценок интенсивности возможных тектонических подвижек и сейсмодеформаций. Для решения этих задач выполняются специальные глубинные виды сейсморазведочных работ и натурные наблюдения. Минимальный срок исследований, в зависимости от сложности объекта, — от 1 до 1,5 лет.

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru