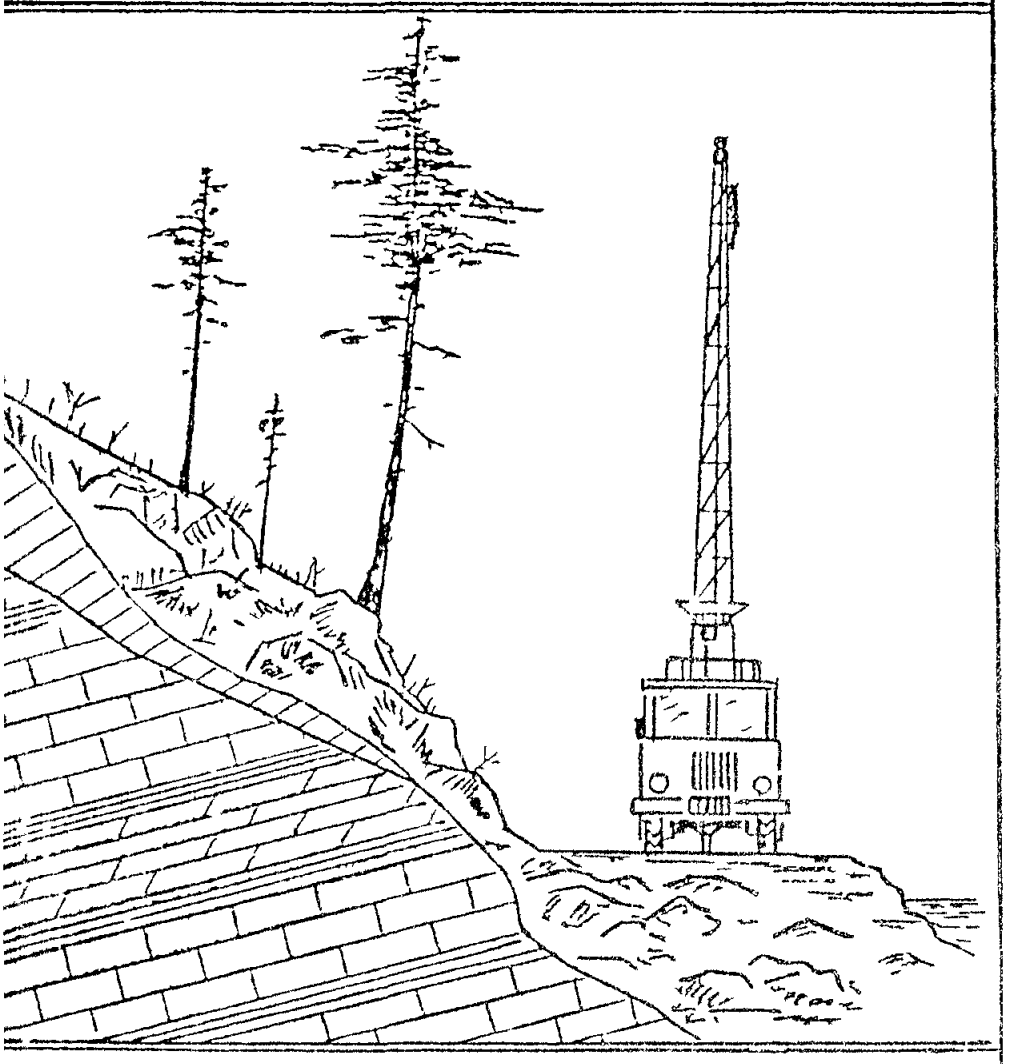
СОЮЗДОРПРОЕКТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И СООРУЖЕНИЙ НА НИХ



Москва 1992

gost.e-ecolog.ru

С О Ю З Д О Р П Р О Е К Т

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И СООРУЖЕНИЙ НА НИХ

Утверждено
для практического применения
директором института "Союздорпроект"
Ю.В.Постовым 25.09.1992 г.

Москва 1992 г.

В В Е Д Е Н И Е

Методические указания рассматривают методику инженерно-геологических изысканий в условиях П-У климатических зон. В "Указаниях" дается методика, состав и объемы работ для получения исходных данных проектирования земляного полотна автомобильных дорог, малых искусственных сооружений, путепроводов, зданий эксплуатационной службы и временных сооружений для строительства дорог с учетом многолетнего опыта изысканий, проектирования и эксплуатации построенных дорожных сооружений.
"Указания" детализируют и уточняют состав и объем работ, а также нормируют те работы, которые не предусмотрены СНиП I.02.07-87.

Инженерно-геологические изыскания в I-й климатической зоне (зоне распространения вечной мерзлоты), работы на больших и средних мостовых переходах, а также работы по поискам и разведке месторождений строительных материалов в "Указаниях" не рассматриваются. По последним даются лишь общие рекомендации.

"Методические указания" разработаны инженером Смирновым В.С. и главным специалистом технического отдела Союздорпроекта Филипповым В.Е. взамен выпущенных Союздорпроектом в 1979 году "Методических указаний по инженерно-геологическим изысканиям автомобильных дорог".

Союздорпроект просит сообщить о всех замечаниях и предложениях, возникающих при использовании "Методических указаний", по адресу: 113035, Москва, Софийская наб.,34.

© Перепечатка и распространение "Методических указаний"... без согласования с Союздорпроектом запрещаются.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Инженерно-геологические изыскания наряду с геодезическими и гидрометеорологическими работами являются основным видом изысканий, выполняемых для строительства автомобильных дорог.

Задачей инженерно-геологических изысканий является:

а) совместно с экономическими, геодезическими, гидрологическими и природоохранными изысканиями обосновать правильный выбор трассы проектируемой дороги;

б) собрать исходные данные для проектирования автомобильной дороги и выявить условия ее строительства и эксплуатации в той части, в какой они определяются природными факторами района строительства (климат, рельеф, геологическое строение, гидрогеологические условия, почвы и грунты, современные физико-геологические процессы).

I.2. В состав работ, выполняемых при инженерно-геологических изысканиях, входит:

- сбор и обобщение данных о природных условиях района изысканий и материалов изысканий прошлых лет;
- инженерно-геологическая съемка с применением аэрометодов;
- горно-буровые работы;
- отбор проб грунтов и воды и определение их свойств полевыми и лабораторными методами;
- полевые опытные работы по определению физико-механических свойств грунтов, определение сопротивления грунтов сдвигу, пенетрации, испытания штампом и т.д.;
- геофизические исследования;
- стационарные наблюдения;
- камеральная обработка и составление отчетных материалов.

I.3. Объем и характер инженерно-геологических изысканий зависит от сложности и степени изученности природных условий района, а также от стадии проектно-изыскательских работ /технико-экономическое обоснование(ТЭО), проект (П), рабочая документация (р.д.), рабочий проект (р.п./. При выполнении изысканий следует учитывать требования СНиП I.02.07-87 (инженерные изыскания для строительства).

I.4. Инженерно-геологические изыскания на предпроектной стадии (ТЭО) имеют целью собрать основные данные, характеризующие природные условия района изысканий в объеме, достаточном для оценки намеченных вариантов трассы и выбора основного направления.

Изучение природных условий осуществляется путем ознакомления с имеющимися литературными и фондовыми материалами и материалами изысканий прошлых лет, материалами аэрофотосъемки и космосъемки, инженерно-геологического дешифрирования с осмотром в натуре трассы и выполнения наземных изысканий на ключевых эталонных) участках и отдельных сложных местах.

I.5. Инженерно-геологические изыскания для составления проекта (П) выполняются на основе подробных изысканий и заключаются в детальном изучении природной обстановки района проложения трассы по выбранному направлению и конкурирующим вариантам в объеме, достаточном для проектирования земляного полотна, дорожной одежды и дорожных сооружений.

I.6. Инженерно-геологические работы при рабочем проектировании для РД и РП выполняются:

а) на участках трассы, где по тем или иным причинам намечаются изменения ее местоположения или инженерно-геологические работы не выполнялись;

б) в местах индивидуального проектирования (оползни, осыпи, слабые грунты и др.), а также в районах с особыми природными условиями (места с наличием просадочных грунтов, карста подвижных песков и др.) с целью уточнения данных, полученных в результате произведенных ранее изысканий;

в) в местах устройства дорожных сооружений, в случаях изменения их схемы, смещения сооружений в плане, а также в сложных случаях для уточнения отметок заложения и условий фундиро-

вания опор мостов, труб, гражданских зданий и по трассам отдельных инженерных сооружений (подпорные и одевающие стенки), регуляционные сооружения, разного вида дренажные устройства, коммуникации и т.п.

В местах проектирования искусственных сооружений производятся опытные испытания грунтов;

г) при поисках и разведке месторождений строительных материалов и сосредоточенных резервов грунта в случаях невозможности использования ранее разведанных месторождений или изменения в потребных объемах добычи.

2. МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

2.I. Основными методами изучения инженерно-геологических условий района проложения трассы и отдельных сложных мест при изысканиях автомобильных дорог являются: инженерно-геологическая рекогносцировка, инженерно-геологическая съемка и инженерно-геологическая разведка.

Инженерно-геологическая рекогносцировка производится для контроля, уточнения и дополнения собранных материалов изысканий прошлых лет. При ней устанавливаются и получают сравнительную оценку общих инженерно-геологических условий изучаемой территории для составления программы изысканий в случае отсутствия или недостаточности для этих целей материалов изысканий прошлых лет.

Устанавливаются места распространения и характер развития неблагоприятных физико-геологических процессов.

Выявляются изменения инженерно-геологических условий во времени, характер и причины деформаций зданий и сооружений.

При рекогносцировке проводятся маршрутные наблюдения и при необходимости - дешифрирование имеющихся аэрокосмоматериалов, аэровизуальных наблюдений, геофизические исследования, проходка отдельных горных выработок, отбор образцов грунтов, проб подземных вод и их лабораторные исследования.

2.2. Инженерно-геологическая съемка при изысканиях автомобильных дорог - это полевое изучение, описание и нанесение на план или карту инженерно-геологических условий местности суще-

ственных для проектирования, строительства и эксплуатации будущей дороги. Такое изучение производится по возможным вариантам трассы на полосе варьирования, в границах которой намечается размещение проектируемых сооружений и осуществление необходимых мероприятий для обеспечения их нормальной работы. Изучение производится, в основном, по визуальным признакам с производством некоторого количества полевых и лабораторных испытаний грунтов.

В задачи инженерно-геологической съемки входят:

а) изучение геологического строения, гидрогеологических условий, определение литологических особенностей и границ распространения различных типов грунтов поверхностных отложений и коренных пород;

б) изучение грунтов с точки зрения использования их в качестве основания земляного полотна и фундаментов проектируемых сооружений, как материала для возведения земляного полотна и дорожной одежды;

в) изучение современных физико-геологических процессов и их влияния на выбор оптимального варианта трассы;

г) выявление перспективных районов для поисков месторождений строительных материалов и резервов грунта для устройства насыпи.

При наличии геологических карт дочетвертичных и четвертичных отложений того же или более крупного масштаба тектоника и стратиграфия не изучаются.

2.3. Особенность инженерно-геологической съемки, отличающей ее от других полевых методов исследований, состоит в пространственном отображении, т.е. картировании элементов, изучаемых природных условий.

Топографической основой для проведения инженерно-геологических съемок и составления карт служат топографические карты, планы, аэрофотоснимки, фотопланы, фотосхемы. Если таковые отсутствуют, то в качестве основы может служить план глазомерной съемки, составляемой геологом в процессе съемочных работ.

Геологической основой инженерно-геологической съемки служит геологическая карта и карта четвертичных отложений.

2.4. Инженерно-геологические карты при изысканиях автомобильных дорог составляются:

1. При разработке ТЭО.
2. При подробных изысканиях в горной местности.
3. При обследовании мест индивидуального проектирования.
4. Для средних и больших мостовых переходов.
5. Для сложных по геологическим условиям площадок гражданских зданий и мест устройства путепроводов.

Составляемые инженерно-геологические карты являются специализированными картами, на которых отражаются лишь существенные для проектирования дороги и линейных сооружений особенности природной обстановки. Карты не должны содержать данных, не нужных проектировщику для решения тех или иных задач. Карты должны отражать инженерно-геологические условия на необходимую для проектирования глубину, быть легко читаемыми и понятными для проектировщиков. Инженерно-геологические карты наравне с топографическими являются одним из основных обосновывающих трассу документов.

На инженерно-геологических картах должны найти отражение:

1. Состав, мощность и контуры поверхностных отложений, глубина залегания коренных пород.

2. Глубина залегания грунтовых вод.

3. Современные физико-геологические процессы и устойчивость горных пород.

4. Границы однотипных для проектирования строительства и службы эксплуатации дороги инженерно-геологических районов (участков).

В каждом отдельном случае инженерно-геологическая карта может быть дополнена теми или иными данными в зависимости от конкретной обстановки и характера объекта. В сложных условиях в дополнение к инженерно-геологической карте прилагаются геологическая и геоморфологическая карты.

В зависимости от стадии проектирования, особенностей геологического строения и длины трассы могут составляться карты инженерно-геологического районирования или карты инженерно-геоло-

гических условий. Последние составляются для небольших по протяжению участков (оползни, карсты, мостовые переходы и т.п.) или же при частой смене литологических разностей и пестроте инженерных геологических условий, что имеет место в горных районах.

На картах инженерно-геологического районирования показываются таксономические единицы "районы" в пределах площади съемки, однородные в инженерно-геологическом отношении применительно к строительству дорог, как правило, приуроченные к определенному геоморфологическому элементу местности.

На картах инженерно-геологических условий показывают в условных обозначениях литологический состав пород, гидрогеологические условия, современные физико-геологические процессы, строительные свойства грунтов. На предпроектной стадии, при разработке ТЭО, инженерно-геологические карты составляются на основе уже имеющихся топографических, геологических карт и данных аэрофотосъемки с производством инженерно-геологического дешифрирования.

Перед началом работ производят камеральное дешифрирование аэроснимков с использованием архивной литературы и фондовых материалов по району работ. Камеральное дешифрирование сопровождается аэровизуальными наблюдениями с полевым выборочным дешифрированием на отдельных, типичных для данного района ключевых участках.

Карты для ТЭО составляют в масштабе I:I0000 - I:50000 в зависимости от протяженности объекта и характера ТЭО.

При подробных изысканиях (или при подробном ТЭО с выносом трассы в натуру) для горных участков или участков со сложными инженерно-геологическими условиями производят крупномасштабную, не мельче I:I0000, съемку притрассовой полосы (на ширину не менее 200 м).

Работы по крупномасштабной инженерно-геологической съемке производят в следующей последовательности:

Подготовительные работы

а) Получение задания от ГИПа с перечнем объектов, для которых требуется съемка и вариантов трассы, которые должны быть изучены.

б) Составление программы работ.

в) Получение имеющихся материалов изысканий прошлых лет, литературных и фондовых материалов. Предварительное дешифрирование аэрофотоснимков. Аэровизуальные наблюдения, составление предварительной инженерно-геологической карты.

Полевые работы

Инженерно-геологическая крупномасштабная съемка производится вместе с трассировочными работами несколько опережая их. При съемке и составлении инженерно-геологической карты используют выработки, закладываемые по трассе для составления грунтового профиля и поперечных геолого-литологических разрезов. К ни добавляют данные по точкам наблюдения (естественным обнажениям и выработкам), количество которых не должно быть менее, чем эт указано в тб.178 Сборника цен, изд.1982 года.

Масштабы инженерно-геологической съемки

Таблица I

Стадия (этап изысканий)	Цель работы	Вид съемки	Масштаб съемки	Тип карт
1	2	3	4	5
Выбор направления (ТЭО)	Оценка возможных вариантов проложения трассы в полосе варьирования. Выбор оптимального направления	Маршрутная	1:50000 1:25000 1:17000 x)	Мелкомасштабные и среднемасштабные карты. Полосы возможного варьирования (карты инженерно-геологического районирования)
а) без выноса трассы в натуру (в простых условиях при хорошей изученности)				

x) Обычный масштаб аэроснимков

I	2	3	4	5
при выносе трассы в натуру на талонных участках, в горной местности в сложных инженерно-геологических условиях	Оценка инженерно-геологических условий притрассовой полосы	Маршрутная и площадная	I:I0000 I:2000	Крупномасштабная карта притрассовой полосы шириной не менее 200 м (карты инженерно-геологических условий и карты районирования)
Изыскания на выбранном направлении для составления проекта	Более детальное изучение инженерно-геологических условий притрассовой полосы, мест индивидуального проектирования земполотна, мостовых переходов для обоснования выбора защитных мероприятий	-"-	I:I0000 I:5000 I:2000 I:I000 xx) I:500	Крупномасштабная карта притрассовой полосы и отдельных сложных мест (карта инженерно-геологических условий)

xx) Обосновывается при необходимости сложностью инженерно-геологических условий

Ширина полосы съемки зависит от расположения возможных вариантов трассы. При удалении вариантов на расстояние более 0,5 км съемка производится по каждому варианту отдельно. Для трассы ширина съемки должна быть не менее 200 м (по I00 м в сторону от оси проектируемой дороги). В местах индивидуального проектирования эта полоса может быть расширена. На мостовых переходах съемка захватывает 300 м вверх и 200 м вниз от оси перехода. Масштаб съемки притрассовой полосы принимают от I:2000 до I:I0000, как правило, I:2000. Съемка заканчивается и окончательно уточняется после проложения пикетажа (теодолитного хода), составляемые инженерно-геологические крупномасштабные карты используют при разработке проекта дороги в случаях камеральной сдвижки трассы, проектировании защитных сооружений, водоотводных канав и т.п.

Эти карты являются одним из основных обосновывающих проект документов.

В горных районах, где наблюдаются селевые явления и лавинообразование, составляются карты более мелкомасштабные- I:25000, I:5000, которые должны осветить селевые бассейны, места снегосборов, пути схода лавин и зоны транзита селей.

Все записи при инженерно-геологической съемке делают в журнале из миллиметровой бумаги (можно использовать обычную пикетажную книжку). На левой стороне журнала делают необходимые плановые зарисовки, наносят в принятом масштабе границы литологических разностей, отражают современные физико-геологические процессы. На правой стороне журнала помещают текстовое описание участка трассы с зарисовками в горной местности характерных поперечных профилей (разрезов). Все точки наблюдения заносят в журнал и нумеруют в единой системе. Описание, относящееся к данной точке наблюдения, также делают на правой стороне журнала. При ориентировке на местности используют детали, отмеченные на топоснове. Точки наблюдения привязывают к пикетажу или станциям теодолитного хода; для привязки могут быть также использованы опознавательные знаки на аэроснимках. Записи и плановые зарисовки из полевого дневника переносят на топоснову, аэрофотоснимки или глазомерную карту составляют экземпляр полевой карты. Данные инженерно-геологической съемки при необходимости передаются геологом начальнику изыскательской партии в процессе полевых работ еще до составления инженерно-геологической карты.

Геологические наблюдения

Прежде всего, следует изучить наиболее характерные естественные обнажения, дающие представление о геологическом строении местности. При этом изучают стратиграфическую последовательность состава пород, мощность отдельных слоев, характер контактов между ними, фациальную изменчивость.

Для выполнения геологических наблюдений при необходимости делают специальные маршруты, прокладывая их по возможности в крест простирания слоев с пересечением наиболее характерных геоморфологических элементов.

При описании обнажений следует точно показать их положение на карте или схеме. При описании отмечают положение в рельефе, размер, тип обнажения.

Необходимо устанавливать абсолютную или относительную высотную отметку обнажений. Для этого в полевом журнале рисуют схематичные профили, на которых показывают обнажения над трассой или уровнем воды в реке, дном оврага и т.п. При описании необходимо производить зарисовку и желательно фотографирование обнажений. Описание производится в соответствии с указаниями по полевой документации при инженерно-геологических изысканиях автомобильных дорог (с.д.п. 1971 г.).

Геоморфологические наблюдения

Геоморфологические наблюдения производят с целью выявления и оконтуривания различных элементов рельефа. По каждому элементу рельефа устанавливают его гипсометрическое положение, генезис и возраст, размеры, характер поверхности, связь элементов рельефа со слагающими его породами и современными физико-геологическими процессами; устанавливают влияние рельефа на условия увлажнения грунтов.

Геоморфологические наблюдения способствуют выделению участков с однотипными инженерно-геологическими условиями, границы которых обычно совпадают с границами выделенного геоморфологического элемента.

Кроме крупных форм рельефа подробно описывают микрорельеф (впадины, блюдца, взбугрения, конуса выносов, карстовые воронки, трещины, микрорельеф и др.).

Устанавливают положение мест обнаружения грунтовых вод по рельефу и высоту их по отношению к уровню ближайшего водоема (реки, озера). Выясняется связь подземных вод с теми или иными породами, описывают свойства воды, цвет, температуру, запах, замеряют дебит источников.

В выработках и колодцах замеряют уровень воды от поверхности земли. По опросным данным отмечают его колебания в течение года и по отдельным годам. Образец оформления инженерно-геологической карты дан в "Образцах оформления геологических документов" Союздорпроект, 1991 г.).

Предлагаемые формы могут быть в зависимости от конкретных условий изменены и дополнены. Например, вторую от поверхности породу при ее малой мощности и необходимости показать разрез более глубоко, удобнее показывать не цветом, а врезками, на ко-

торых отразить 2-3 слоя. В основу выделения однородных по инженерно-геологическим условиям участков могут быть положены не только геоморфологические признаки (что в большинстве случаев является наиболее правильным), но и другие - например, литология или в однородных условиях рельефа - степень благоприятности для строительства. Как правило, рельеф изображают на карте горизонталями.

Карты могут дополняться характерными геолого-литологическими разрезами. Инженерно-геологические карты используются при проектировании и прикладываются к общей пояснительной записке составляемой при разработке ТЭО и проекта, а также в особо сложных случаях - к индивидуальным проектам земляного полотна и проектам мостовых переходов.

При описании отмечаются границы форм рельефа. Привязка производится к пикетажу, станциям теодолитного хода, характерным местам, перегибам в рельефе, обнажениям и т.п. При описании составляют характерные для той или иной формы рельефа профили и делают необходимые зарисовки.

При геоморфологическом описании речных долин отмечают ориентировку долины, форму поперечного сечения, ширину по дну и на уровне коренных берегов, форму склонов, их крутизну, характер нарушения устойчивости, расчлененность эрозионными процессами, наличие на склонах перегибов, характер русла реки, наличие боковой и глубинной эрозии, наличие стариц речных террас, их форму, размеры, высоту над руслом реки.

При картировании речных террас отмечают порядковый номер террасы, абсолютную отметку ее уровня, превышение над руслом реки, ширину и протяженность, угол и направление наклона поверхности, геологическое строение.

Гидрогеологические наблюдения

Особое внимание при выполнении линейных инженерно-геологических обследований уделяется выявлению грунтовых вод и установлению их расчетного уровня, на основании которого определяется руководящая отметка бровки земляного полотна проектируемой дороги.

Возможные колебания уровня грунтовых вод могут быть установлены по данным наблюдений стационарных гидрорежимных станций, а также по данным опроса местного населения о колебаниях уровня воды в существующих колодцах, расположенных в районе проложения трассы.

Косвенными признаками возможного колебания грунтовых вод являются наличие признаков оглеения, торфянистых прослоев и влаголюбивой растительности.

Рекомендации по определению расчетного уровня грунтовых вод помещены в приложении № 10.

В задачу гидрогеологических наблюдений входит сбор данных, характеризующих условия увлажнения грунтов, уровень грунтовых вод и возможные его колебания. Кроме этого, устанавливается степень агрессивности грунтовых вод в сфере взаимодействия проектируемого сооружения с окружающей средой.

При съемке документируются естественные выходы (ключи, сырые места) и искусственные вскрытия (колодцы, скважины, котлованы, шурфы и т.п.) подземных вод.

Аэрометоды

2.5. Для выполнения инженерно-геологической съемки, а также поиска месторождений строительных материалов и грунтов используют аэрометоды. Применение аэрометодов уменьшает объем трудоемких полевых работ и повышает качество инженерно-геологических карт.

Из существующих разновидностей аэрометодов при инженерно-геологических изысканиях автомобильных дорог применяются:

а) аэровизуальные наблюдения для изучения природных условий местности (в том числе геологического строения, рельефа, гидрологических условий, растительности, современных физико-геологических процессов и др.) с воздуха (самолета, вертолета);

б) инженерно-геологическое дешифрирование аэрофотоснимков (площадное или по маршрутам).

2.6. Масштаб аэрофотосъемки выбирается в 1,5 - 2 раза крупнее масштаба окончательной карты или заданной детальности инженерно-геологической съемки. Оптимальными масштабами аэроснимков 1:10000 и 1:25000 . Для отдельных сложных участков аэрофотосъемка выполняется в масштабе, близком к масштабу инженерно-геологической карты (1:1000 - 1:5000).

В горных районах, кроме плановой, рекомендуется производить и перспективную аэрофотосъемку крупных масштабов. Это дает более

ясное представление об устойчивости склонов.

2.7. Инженерно-геологическим дешифрированием аэрофотоснимков устанавливаются типы геоморфологических элементов, контуры генетических и литологических разновидностей грунтов, характер современных физико-геологических явлений, общие инженерно-геологические условия. Выявляется перспективность и направление наземных маршрутов для поисков месторождений строительных материалов и резервов грунта. Для инженерно-геологического дешифрирования используются черно-белые аэроснимки.

Для дешифрирования грунтов и гидрогеологических условий в заселенных районах применяется также спектрозональная съемка. Спектрозональные цветные аэрофотоснимки помогают установить необходимые для дешифрирования грунтов геоботанические признаки.

Для объектов протяженностью более I00 км целесообразно использовать данные космической съемки для выявления линий тектонических разломов, гидрогеологических условий, мест наледепроявления.

В результате инженерно-геологического дешифрирования составляется предварительная инженерно-геологическая карта. По карте намечается наиболее оптимальный вариант проложения трассы и выбираются отдельные эталонные участки для подробных наземных обследований и наблюдений. Последние выполняются в отдельных случаях на стадии предпроектных изысканий для ТЭО при сложных инженерно-геологических условиях или при изысканиях для проекта по новой технологии, предусматривающей минимальный объем наземных работ.

Разведочные работы и условия их применения

2.8. Инженерно-геологические изыскания должны выполняться с применением прогрессивных методов работ, современных приборов и оборудования, обеспечивающих повышение производительности труда, улучшение качества и сокращение продолжительности изысканий.

Основной объем разведочных работ для построения геолого-литологических разрезов, отбора образцов грунтов, изучения их свойств, изучения гидрогеологических условий и выделения инженерно-геологических элементов выполняется бурением скважин. При этом используются самоходные и переносные станки механического

бурения. Перечень рекомендуемых станков для проходки скважин в зависимости от условий проведения работ приводится в приложении № 2. Целесообразный диаметр скважин в зависимости от глубины и характера грунта приведен в табл.2.

Ручной ударно-вращательный способ бурения к применению не рекомендуется. Он применяется только в труднодоступных районах, куд доставка механизмов практически невозможна.

2.9. При бурении в процессе инженерно-геологических изысканий должен быть обеспечен непрерывный отбор и осмотр керна. Этому требованию лучше всего удовлетворяют станки колонкового, вибрационного и ударно-канатного бурения кольцевым забоем. При этом величина углубления буровых наконечников не должна превышать 0,5 - 0,6 м. В неустойчивых и водоносных грунтах обязательна обсадка труб для для крепления стенки скважины.

При колонковом бурении промывка применяется только в крепких скальных грунтах. Основными преимуществами колонкового бурения являются возможности проходки скважин почти во всех разновидностях горных пород, хорошо разработанная и освоенная технология бурения, возможность получения качественного керна.

Вибрационное бурение обладает высокой производительностью и позволяет вести качественную геологическую документацию исследуемого разреза, а также отбирать образцы ненарушенной структуры в ряде разновидностей грунтов.

Вибробурение может применяться в песчаных и глинистых грунтах, в том числе обводненных, на глубину 15-20 метров.

Ударно-канатное бурение кольцевым забоем производится путем сбрасывания на забой скважины или забивки в грунт кольцевого наконечника (забивного стакана). Достоинством этого способа являются: хорошее качество керна, малые затраты времени на спуско-подъемные операции, незначительные затраты мощностей на бурение, вертикальность скважины.

При ударно-канатном бурении сплошным забоем углубление скважины производится за счет сбрасывания на забой породо-разрушающего долота с последующей очисткой желонкой. Этот способ не обеспечивает качественной геологической документации и может быть использован для проходки встречающихся прослоев крепких пород или толщ из обломочных грунтов.

Разновидностью ударно-канатного бурения является желонирование, применяемое при проходке сильно обводненных песчаных грунтов.

Роторное и шнековое бурение при инженерно-геологических изысканиях, как правило, не применяется. Применение шнекового бурения допускается лишь при использовании магазинных шнеков, а также при бурении дополнительных скважин в простых и однородных условиях, подтверждающих в основном ранее изученный разрез пород и установленную глубину залегания грунтовых вод.

2.10. Шурфы применяют в тех случаях, когда мощность обследуемой толщи незначительна или когда доставка буровых станков затруднена и бурение скважин экономически невыгодно. Кроме того, шурфы проходятся в тех случаях, когда нужно особо тщательно изучить грунтовую толщу при пестром залегании пород, на оползнях, засоленных грунтах и т.п., произведя зарисовки, а также когда требуются испытания физико-механических свойств грунтов в условиях их естественного залегания, наливы в шурфы и другие опытные работы.

На изысканиях проходят шурфы, дудки, канавы, расчистки, закопушки, при возможности для проходки шурфов применяются шурфокопатели. Проходка шурфов в скальных породах производится буро-взрывным способом с привлечением специализированных организаций. Сечение шурфов в зависимости от их глубины рекомендуется:

при глубине до 2,5 м - 1,25 $м^2$
до 5,0 м - 2,0 $м^2$
более 5,0 м - 2,5 $м^2$.

Крепление шурфов в рыхлых неустойчивых породах предусматривается в сыпучих породах с глубины 1,0 м, в суглинках и глинах - с 1,5 м от поверхности, а в особо плотных грунтах с с 2,0 м.

При инженерно-геологических линейных изысканиях широко используются естественные обнажения и искусственно вскрытые разрезы (строительные котлованы, выемки и т.п.).

Таолица 2

Горные породы	Способ бурения	Глуоина скважин, м	Диаметр скважин, мм	
			начальный	конечный
Песчаные и глинистые грунты	Ударно-канатный, шнековый	до I0	I27	
		I0-20	I68	I27
		20-30	2I0	
Валуны, галечники, гравийно-галечные отложения и другие грунты с включением крупнообломочного материала более 40%	Ударно-канатный	до I0	I68	
		I0-20	2I9	I68
		20-30	273-325	
Полускальные породы	То же	до I0	I27	
		I0-20	I68	I27
		20-30	2I9-273	
Скальные породы	Колонковый	до I0	II0	
		I0-20	I30	II0
		20-30	I50	

Примечания: I. Начальный диаметр скважин глубиной более 30 метров, а также начальный и конечный диаметр специальных скважин проходимых для полевых исследований грунтов устанавливается программой изысканий.

2. При бурении разведочных скважин в крупнообломочных, песчаных, пылеватых и глинистых грунтах с включениями валунов и крупной гальки, а также для обоснования в соответствии с заданием заказчика производства земляных работ способом гидромеханизации допускается увеличивать их начальный диаметр.

Опробование

2.II. Опробование имеет целью определение состава и состояни а также надежных расчетных показателей пород, обеспечивающих рациональное проектирование и строительство сооружений, а также их прочность и долговечность.

Инженерно-геологическое опробование включает в себя:

- определение методики опробований и места отбора образцов, а также их количества;
- отбор образцов из выработок или обнажений;
- консервирование и упаковку образцов, транспортировку и хранение;
- отбор и подготовку проб для испытания;
- обработку полученных данных и выбор расчетных показателей грунтов.

Образец - любой объем грунта, отбираемого для геологического описания, а также полного или частичного изучения его состава и физико-механических свойств.

Инженерно-геологическая проба - строго определенный объем грунта, используемый для определения величин показателей физико-механических свойств грунтов в лаборатории или в полевых условиях

Образец грунта определенного объема, основная часть которого имеет ненарушенную структуру и природную влажность, называется монолитом.

Методика опробования грунтов определяется следующими основными факторами: типом сооружения, целью исследования, стадией проектирования, литологопетрографическим составом пород, мощностью и другими характеристиками исследуемых слоев.

Большая часть образцов отбирается для определения классификационных показателей (грансостава, пластичности, естественной влажности), на основании которых выделяются однородные слои (инженерно-геологические элементы), состав и состояние которых позволяют отказаться от их более дробного расчленения и характеризовать грунты в их пределах по осредненному значению показателей (первый этап исследований).

Под инженерно-геологическим элементом понимается слой, сложенный генетически однородными грунтами одного и того же номенклатурного вида, характеристики которых изменяются в выделенных границах незакономерно и находятся в пределах классификационных интервалов, установленных СНиП.

В соответствии с ГОСТ 2.05.22-75 коэффициент вариации изменяющейся характеристики не должен превышать - для коэффициента пористости с естественной влажности 0,15 и для определений сопротивления сдвигу и сжимаемости - 0,30.

Коэффициент вариации - $V = \frac{\sigma}{X_n}$;

$$X_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} X_i ;$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (X_n - X_i)^2} ;$$

n - число определений;
X_n - нормативное значение характеристики;
X_i - частное значение характеристики;
σ - среднее квадратичное отклонение характеристики;

За единый инженерно-геологический элемент допускается принимать грунты, представленные тонкими (менее 20 см) слоями и линзами грунтов различного номенклатурного вида. Слои и линзы, сложенные рыхлыми илами, глинистыми грунтами и консистенцией более 0,75 и заторфованными грунтами, следует рассматривать как отдельные инженерно-геологические элементы независимо от их толщины.

Инженерно-геологические элементы при полевых работах выделяют по визуальному описанию, результатам зондирования, исследования крыльчатками, микропенетрацией, определениями объемного веса, естественной влажности, пластичности.

Во многих случаях в качестве основного показателя можно использовать естественную влажность, которая, как правило, хорошо коррелизуется с другими показателями механических свойств слабых грунтов (первый этап исследований).

Границы выделенных в поле однородных слоев обычно мало отличаются от границ, полученных при окончательной камеральной обработке.

При наличии большого количества лабораторных данных для их обработки и выделения инженерно-геологических элементов следует использовать ЭВМ с цифровой индексацией всех инженерно-геологических элементов или разновидностей грунтов.

Расчетные показатели свойств грунтов сложной текстуры могут определяться по специально разработанной методике с отступлением от действующего стандарта.

Для мест индивидуального проектирования земляного полотна и во всех случаях, когда требуются расчетные показатели грунтов исследования производят в два этапа.

На втором этаже исследований отбирают образцы с ненарушенной структурой (монолиты). Места отбора монолитов определяют на основании обобщения результатов предварительных исследований с таким расчетом, чтобы показатели состава и состояния отбираемых монолитов в возможно большей степени отвечали расчетным значениям этих показателей для выделенных слоев (ИГЭ). Количество монолитов и их размеры определяют исходя из того, что для каждого вида испытаний можно было бы получить не менее шести образцов из каждого отдельного слоя. Для сложных оползневых участков и т.п. это количество должно быть увеличено и определяется специально программой с прогнозированием изменения свойств грунта после строительства.

В тех случаях, когда слабые грунты (торф и др.) по тем или иным соображениям подлежат обязательному удалению, лабораторные испытания их не выполняют.

Для отбора образцов с ненарушенной структурой из буровых скважин применяются грунтоносы. Грунтоносы бывают:

а) Обуривающие для отбора монолитов в полутвердых и твердых глинистых грунтах и скальных породах;

б) задавливающиеся шариковые для пластичных и мягкопластичных грунтов;

в) вибрационные в виде разъемных зондов для глинистых пластичных грунтов;

г) забивные для пластичных глинистых грунтов.

Грунты текучей и текучепластичной консистенции отбирают грунтоносами с подрезающим устройством и вакуумом. Внутренний диаметр грунтоносов должен быть не менее 100 мм. Рациональные конструкции грунтоносов и область их применения помещены в приложении № 6 .

2.12. Кроме лабораторных работ неотъемлемой частью инженерно-геологических изысканий являются полевые исследования грунтов которые следует проводить в сочетании с другими видами инженерно-геологических работ для определения состава, состояния, физических и механических свойств грунтов, оценки их пространственной изменчивости, оценки возможности погружения свай в грунты, оценки несущей способности свай.

2.13. К полевым методам изучения физико-механических свойств грунтов относятся микропенетрация, лопастные испытания, динамическое и статическое зондирование, прессометрия.

Полевые методы позволяют изучить грунты в условиях естественного залегания, что значительно повышает точность определения и резко сокращает объем лабораторных работ.

Однако, полевые методы в отличие от лабораторных, не дают представления об изменениях в поведении грунтов в результате изменения внешних условий при строительстве. Они характеризуют свойства, отвечающие состоянию грунта, находящегося под воздействием только природной среды. Полная всесторонняя оценка строительных свойств грунтов может быть получена только при совместном использовании лабораторных и полевых методов исследования.

2.14. Микропенетрация - дает возможность количественно оценить консистенцию и качественно охарактеризовать структурную прочность и сцепление.

2.15. Лопастные испытания органогенных и глинистых грунтов мягкопластичной, текучей и текучепластичной консистенции являются основным методом определения сопротивления этих грунтов сдви-

гу поскольку отбор монолитов из них затруднен.

Лопастные испытания дают возможность охарактеризовать и оц нить структурную прочность исследуемых грунтов. Данные лопастных испытаний выражают общее сопротивление сдвигу, обусловленно трением и сцеплением. Поскольку для грунтов текучей и текучепластичной консистенции угол внутреннего трения φ очень мал при расчетах можно принять его равным нулю, а величина сцепления принимается равной общему сопротивлению сдвигу, полученному в процессе испытаний.

2.16. Зондирование грунтов выполняется в соответствии с требованиями нормативных документов и СНиПа I.02.07-87 по инженерным изысканиям для строительства. В программе работ в зависимости от поставленных задач и особенностей инженерно-геологических условий объекта устанавливают количество точек зондирования их расположение и глубину.

2.17. Динамическое зондирование заключается в механической или ручной забивке зонда с коническим наконечником. По результатам измерений, полученных в процессе динамического зондирования расчитывают сопротивление грунта внедрению зонда, оформляемое в виде непрерывного графика.

2.18. Статическое зондирование состоит в погружении зонда в грунт путем задавливания под действием статической нагрузки и определения величины этого усилия.

Данные динамического и статического зондирования в соответствии со СНиП I.02.07-87 используют для определения плотности, нормативных значений угла внутреннего трения и модуля деформаци а для песчаных грунтов, нормативного модуля деформации, удельно го сцепления и угла внутреннего трения глин и суглинков (кроме моренных и озерно-ледниковых).

2.19. Метод прессиометрии применяется для определения дефо мационных и прочностных свойств грунтов.

В настоящее время широкое применение находят лопастные прессиометрии (ЛПМ) второго поколения с высокой степенью надежности и качеством работ, чем приборы первого поколения ЛПМ-14 и

Техническая характеристика прессиометров второго поколения представлена в табл.3. Условия применения полевых исследований грунтов даны в табл.4.

Таблица 3

менование параметра	Тип прибора			
	ЛПМ-2-19	ЛПМ-2-24	ЛПМ-2-19с	ЛПМ-2-24с
I	2	3	4	5
чество штампов, шт	2	2	2	2
щадь штампа, $см^2$	I50	300/600	I20/60	300
мер штампа, мм	65x234	I00x300 I50x400	60x200 30x200	I00x300
симальное давление штамп, МПа	2,0	I,0/0,5	I,25	I,0/0,5
симальное усилие тупательного среза,	-	-	2,5	30
очий ход штампа, мм	I0	20	I0	20
едаточное число анизма раздвижения мпов	I0	I0	I0	I0
нагрузочного ройства	механический, рычажно-дисковый			
сдвигового уст-ства	-	-	механи-ческий	гидравли-ческий
арит, мм:				
длина	742	I024	I476	I024
ширина	65	I00/I50	60	I00
высота	II2	I74/I82	I22	I74
са, кг:	II,2	36	I2,5	30
меры штанг:				
диаметр, мм	50/22	50/22	50/22	50/22
длина, м	I/I	I/I	I/I	I/I
са штанг, кг	8,3/I,4	8,3/I,4	8,3/I,4	8,3/I,4

Таблица 4

Полевые исследования грунтов (по СНиП I.02.07-87)

Метод полевого исследования грунтов	Задачи полевых исследований грунтов							Изучаемые грунты			Обозначение государственн. стандарта, регламентирующего методы полевых исследований грунтов
	Расчленение геолог. разреза и выделение инж.-геологич. элементов	Определение				Оценка пространственной изменчивости грунтов	Оценка возможности погружения свай в грунты	крупнообломочные	песчаные	пылеватые и глинистые	
		физических свойств грунтов	деформационных свойств грунтов	прочностных свойств грунтов	показателя сопротивления грунтов основания свай						
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Статическое зондирование	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	20069-8I
Динамическое зондирование	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	I99I2-8I
Испытания штампом	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	20276-85
Испытания прессиометром	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	20276-85
Испытания на срез целиков грунта	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	2974I-79
Вращательный срез	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	2I7I9-80

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Поступательный срез	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	2I7I9-80
Испытания эталонной сваей	-	-	-	-	+		+	+	+	+	24942-8I

Обозначения: "+" - исследования выполняются
"-" - исследования не выполняются

Примечание. Применение некоторых методов, указанных в таблице для исследования скальных грунтов, устанавливаются программой изысканий в зависимости от технического задания.

Геофизические методы разведки

2.20. Геофизические методы разведки применяются во всех с чаях, когда по характеру физических свойств пород, слагающих ис следуемый участок изыскательских работ они могут быть эффектив ными.

Эти методы основаны на изучении естественно или искусствен созданных в земле физических полей (электрических, магнитных, сейсмических, гравитационных). Применяемые в сочетании с обычны горнопроходческими и буровыми работами они дают возможность сок ратить объем последних, повысить полноту и качество исследовани

Особую ценность геофизическая разведка приобретает при изы сканиях в горных и труднодоступных районах, где производство механизированных буровых работ невозможно из-за трудностей дост ки оборудования, а шурфовочные работы слишком трудоемки и дорог То же относится к районам развития оползней, осыпей, карста, гд одними инженерно-геологическими методами практически нельзя реш всех поставленных задач.

2.21. Инженерная геофизика включает в себя следующие методы разведки:

- электроразведку, основанную на изучении закономерностей, связанных с прохождением электрического тока в земле;

- магниторазведку, изучающую магнитные свойства горных поро

- сейсморазведку, являющуюся методом, при котором изучаются упругие свойства горных пород. Носителем геологической информаци здесь служит скорость распространения упругих волн, возбуждаемых в породах взрывом или ударами;

- гравиоразведку, занимающуюся распределением силы тяжести на поверхности земли;

- радиометрию, основанную на изучении степени радиоактивности горных пород и вод.

2.22. Наибольшее распространение при изысканиях автомобильн дорог получила электроразведка. Известные модификации этого мето - вертикальное электрозондирование и электропрофилирование применяются также, как вспомогательный метод вызванных потенциалов, основанный на изучении вторичных электрических полей, возбуждаемых

в природе электрическим током после его отключения. Этот метод предназначен для разделения песчано-глинистых пород по их гранулометрическому составу.

Микросейсморазведка применяется для малых глубин исследования с использованием как одно-двухканальных, так и многоканальных установок.

Магнитометрия при изысканиях автомобильных дорог применяется как вспомогательный метод в основном при картировании скальных пород и выяснении оси тектонических нарушений.

Радиометрические методы применяются при решении следующих задач:

а) определение плотности породы;

б) плотности грунтов при естественной влажности в условиях естественного залегания;

в) литологическое расчленение песчано-глинистых отложений.

2.23. С помощью методов инженерной геофизики определяются:

1. Мощности рыхлых четвертичных отложений и глубины залегания коренных пород.

2. Литологическое расчленение поверхностных наносов и подстилающих их коренных пород.

3. Картирование контактов пород, линий и зон тектонических нарушений.

4. Изучение трещиноватости и определение мощности выветрелой зоны.

5. Установление мощностей осыпей и курумов.

6. Обнаружение скрытых карстовых форм.

7. Определение уровня грунтовых вод и направления их движения.

2.24. Для успешной работы необходим тесный контакт геолога и геофизика. Количество горных выработок при применении геофизических методов может быть снижено на 30-50%.

2.25. При выполнении инженерно- геологических изысканий надлежит руководствоваться "Правилами техники безопасности при

изысканиях и проектировании автомобильных дорог", изд.1980 г., Союздорпроект.

3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (ТЭО)

3.1 Целью изысканий на этой стадии является сбор основных данных, характеризующих природные условия района изысканий в объеме, достаточном для оценки возможных вариантов трассы и выбора основного (рекомендуемого) направления.

Подготовительный период

3.2. Выполняемые в подготовительный период работы имеют целью получение необходимой первоочередной информации об инженерно-геологических условиях района путем изучения имеющихся литературных, фондовых и ведомственных материалов, в том числе материалов изысканий прошлых лет, а также рекогносцировочного осмотра местности.

Собирают основные данные, отражающие природные условия территории в пределах намечаемых вариантов трассы/полосы: рельеф, геологическое строение, грунты, гидрогеологические условия, современные физико-геологические процессы, сейсмика, растительность и др.

Производят дешифрирование аэрофотоснимков с последующим составлением предварительной схематической инженерно-геологической карты в масштабе I:10000 - I:25000 или в масштабе наличных аэроснимков. При отсутствии материалов аэрофотосъемки для составления карты используют имеющиеся геологические, геоморфологические и гидрогеологические съемки, а также другие материалы.

Собирают сведения об обеспеченности намечаемого строительства дороги местными дорожно-строительными материалами, о степени разведанности месторождений и их освоения, изучают данные о качестве материалов с точки зрения применения их в дорожном строительстве.

Собирают сведения о наличии отходов промышленности и ТЭЦ, устанавливают возможное их использование.

Выполняют инженерно-геологическую рекогносцировку, при которой производят аэровизуальный осмотр местности, уточняют данные дешифрирования и предварительную инженерно-геологическую карту в отдельных ключевых местах, отмечают границы неблагоприятных в инженерно-геологическом отношении участков, изменения нахождении и запасах, выявленных месторождений и резервов.

Наносят инженерно-геологические данные в местах, влияющих на положение трасс, вариантов на плане масштаба I:2000-I:I0000, также на инженерно-геологическую карту, составленную по данным камерального дешифрирования.

Дают рекомендации по выбору оптимального варианта трассы.

Выделяют характерные (эталонные) ключевые участки для подобных полевых исследований.

Полевые работы

3.3. Целью полевых работ является более подробное изучение инженерно-геологических условий на полосе варьирования и трассах намеченных вариантов. При этом необходимо получить данные, достаточные для суждения о:

а) руководящей отметке земляного полотна;

б) группах грунтов по трудности разработки в выемках и разрезах;

в) местах расположения резервов, площади разведки, качестве грунтов (материалов) и дальности их возки;

г) границах участков индивидуального проектирования;

д) местах развития неблагоприятных физико-геологических процессов;

е) глубинах болот и инженерно-геологических условиях мест индивидуального проектирования в объеме, достаточном для выбора рациональных проектных решений;

ж) типах фундаментов искусственных сооружений и гражданских зданий;

з) условиях водоснабжения;

и) необходимости укрепительных работ и их характере на пересекаемых водотоках и суходолах;

к) источниках снабжения строительными материалами и грунтами для отсыпки земляного полотна, их качестве и средней дальности возки;

В полевых условиях производят следующие работы:

3.4. На выделенных эталонных участках выполняют подробные инженерно-геологические изыскания. При этом максимально используются естественные и искусственные обнажения.

По трассам намеченных вариантов закладывают на характерных элементах рельефа шурфы и скважины. В горных условиях выработки закладывают по поперечникам из 2-3 выработок на каждом однородном по инженерно-геологическим условиям участке.

Для уточнения фундирования малых искусственных сооружений задают 1-2 выработки на одном из 2-3 пересекаемых логов, расположенных на однородных по рельефу, геологическому строению, составу и свойству грунтов участка.

В дополнение к выработкам используют геофизические методы разведки с целью определения глубины залегания коренных скальных пород, мощности слабых грунтов. Образцы грунтов отбирают из всех выработок, характерные образцы отправляют в лабораторию для определения классификационных показателей грунтов (гранулометрический состав, пластичность, естественная влажность). Для грунтов, используемых в насыпь, определяют пределы пластичности влажность и плотность. Как правило, лабораторные работы выполняются в поле и служат для контроля визуальных характеристик грунта.

Данные, полученные при изучении эталонных участков, распространяются на аналогичные места полосы варьирования и используются при ориентировочном подсчете объемов работ.

Производят поисково-разведочные работы на местные строительные материалы для устройства дорожной одежды и грунты для отсыпки земляного полотна с ориентировочной оценкой их запасов и качества на всем протяжении конкурирующих вариантов.

На участках индивидуальных проектных решений земляного полотна (см. п.5.1) инженерно-геологические работы выполняют по особым программам. В состав работы включают крупномасштабную

инженерно-геологическую съемку, горно-буровые работы, геофизическую разведку, полевые методы испытания грунтов.

Основной задачей ставится выявление инженерно-геологических условий того или иного участка в объеме, достаточном для выбора наиболее целесообразных проектных решений и определения ориентировочной стоимости строительства. Детализация этих решений вместе с более подробным изучением мест индивидуального проектирования производится только на выбранном варианте при изысканиях для проекта (рабочего проекта). Объем работ на этой стадии не должен превышать 50% работ, выполняемых для проекта при двухстадийной схеме проектирования, при одностадийной схеме объем работ в ТЭО может доходить до 100%.

3.6. Лабораторные испытания грунтов в местах индивидуального проектирования производят по сокращенной программе, ограничиваясь в основном показателями состава и состояния грунтов.

Для выделения инженерно-геологических элементов и получения характеристик физико-механических свойств грунтов используют полевые методы (статическую и динамическую пенетрацию, микропенетрацию), испытания крыльчатками, ускоренные компрессионные испытания. Монолиты для определения прочностных характеристик грунта отбирают лишь в особо сложных случаях, при наличии грунтов особых разновидностей.

В местах устройства путепроводов, в сложных условиях для уточнения типа фундаментов закладывают 1-2 выработки по оси путепровода.

На больших и средних мостовых переходах выполняют инженерно-геологические съемки, буровые и лабораторные работы в соответствии с нормами ВСН 156-88 ("Инженерно-геологические изыскания железнодорожных, автодорожных и городских мостовых переходов").

3.7. На рекомендуемом варианте производят согласование и предварительную разведку месторождений грунтов (резервов) и строительных материалов. Поисковые и разведочные работы производят в соответствии с требованиями ВСН 182-91 "Нормы на изыскания дорожно-строительных материалов, проектирование притрассовых карьеров для автодорожного строительства".

В результате выполнения поисково-разведочных работ:

- устанавливают площадь месторождения (резерва), мощность полезного слоя и вскрыши, качественную характеристику материала величину запаса, которая должна отличаться не более, чем на 25% от величины, установленной при окончательной разведке;

- производят согласования с землепользователями о возможности разработки месторождений (резервов).

Кроме того, обследуют отходы имеющихся производств: шлаки, отвалы ТЭЦ, отходы горнорудных работ и устанавливают целесообразность использования их для дорожного строительства, производят необходимые согласования.

При выполнении полевых работ широко используют геофизические методы разведки. При хорошей дифференциации физических свойств изучаемых пород применение геофизических методов позволяет сохранить количество разведочных горных выработок и способствует повышению качества работ.

3.8 При изысканиях для составления ТЭО реконструкции дорог, кроме работ перечисленных выше, собирают в органах эксплуатационной службы данные о конструкции дорожной одежды на существующей дороге, границах пучинистых участков, характере пучинообразования, наблюдаемых деформациях земляного полотна.

Камеральные работы и представляемые материалы

3.9. В результате изучения полосы варьирования и обработки всех собранных материалов и данных лабораторных испытаний представляются: инженерно-геологическая карта масштаба I:10000 - I:17000 полосы варьирования; обзорная инженерно-геологическая карта масштаба I:25000-I:500000 (в зависимости от величины объекта), инженерно-геологические карты мест мостовых переходов и сложных участков масштабов I:500 - I:2000; карта-схема расположения месторождений строительных материалов и резервов грунта; сокращенный геолого-литологический разрез и продольные профили с нанесенными грунтами по проработанным вариантам, и характерные поперечные профили; сокращенные геолого-литологические разрезы или колонки в местах мостовых переходов, путепроводов, отдельных сложных мест; ведомость наблагоприятных участков по вариантам; ведомость обследованных месторождений грунтов и строительных

материалов, в том числе отходов промышленности; график конструкций дорожной одежды и ее состояние по используемой существующей дороге; пояснительная записка с характеристикой выполненных работ, природных условий района, геотехнических свойств грунтов современных физико-геологических процессов, обеспеченности строительства материалами для устройства дорожной одежды и грунтом для отсыпки насыпи, с рекомендациями по наиболее рациональным проектным решениям, учитывающим специфические особенности природной обстановки по оптимальному варианту трассы.

3.10. Для небольших по протяжению объектов и простых инженерно-геологических условий перечисленные выше работы выполняют в сокращенном объеме, ограничиваясь изучением имеющихся фондовых, литературных и ведомственных материалов, визуальным осмотром местности. Представляемые в этом случае геолого-литологические разрезы являются схематическими и носят прогнозный характер. Широко используются аналоги. Сведения по строительным материалам дают на основании собранных литературных и фондовых данных в виде краткой пояснительной записки и ведомости месторождений местных строительных материалов, тяготеющих к дороге.

3.11. При инженерно-геологических изысканиях для разработки ТЭР допускается не выполнять полевые работы в простых природных условиях, не оказывающих существенного влияния на выбор трассы. При определяющем влиянии инженерно-геологических условий на проектные решения допускается с соответствующими обоснованиями выполнять по согласованию с заказчиком для разработки ТЭО и ТЭР изыскания в соответствии с разделом 3.

При изысканиях для разработки ТЭР, при проектировании в одну стадию (при наличии генплана) допускается полнять инженерно-геологическую разведку в соответствии с разделом 4. При необходимости следует выполнять инженерно-геологическую рекогносцировку.

4. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТА ДОРОГИ

4.I. Инженерно-геологические изыскания для составления проекта являются подробными изысканиями и заключаются в инженерно-геологическом обследовании трассы принятого к разработке варианта (или нескольких вариантов), выявлении особо сложных мест и обследовании их по индивидуальным программам; обследовании мест устройства искусственных сооружений и гражданских зданий; обеспечении строительства грунтами для насыпей и дорожно-строительными материалами.

4.2. В состав работ при подробных изысканиях входит:

- сбор сведений по природным условиям района с геологических фондах, ведомствах и организациях (если стадия подробных технических изысканий предшествовала стадии ТЭО - собираются дополнительные сведения);

- инженерно-геологическая съемка и подробное пикетное описание притрассовой полосы;

- бурение и шурфовочные работы по трассе (в случаях, где это целесообразно с применением геофизических методов) с целью изучения грунтов как основания и материала для возведения земляного полотна в местах строительства мостов, труб и других сооружений;

- поиски и разведка месторождений строительных материалов в том числе грунтов и дренирующих материалов для возведения земляного полотна;

- подробные обследования отдельных мест, требующих индивидуального проектирования (оползни, осыпи, карст, сели, болота, места устройства высоких насыпей, глубоких выемок, обводненных выемок любой глубины и т.п.);

- полевые испытания грунтов;

- лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов, качественной характеристики строительных материалов, химического состава и агрессивности воды.

4.3. Инженерно-геологические обследования при изысканиях автомобильных дорог производятся, как правило, одновременно со всем остальным комплексом работ, выполняемых изыскательскими партиями.

Общее руководство и надзор за правильностью ведения инженерно-геологических работ изыскательскими партиями осуществляется главным инженером проекта и начальником экспедиции через главного геолога объекта.

4.4. Согласно действующим положениям инженерно-геологические работы еще до начала их производства должны быть зарегистрированы в соответствующих территориальных геологических фондах Министерства геологии и охраны недр. Регистрация производится в соответствии с "Инструкцией о порядке государственной регистрации работ по геологическому изучению недр" Министерства геологии СССР, 1986 г.

4.5. В связи с тем, что проходка горно-разведочных выработок (шурфов, буровых скважин) относится к опасным видам работ, при выполнении их необходимо строго соблюдать установленные правила по технике безопасности. Ответственным за соблюдение этих правил является руководитель работ, который перед началом работ должен провести инструктаж о правилах безопасности ведения работ и необходимые собеседования с тем, чтобы убедиться в усвоении инженерно-техническими работниками и рабочими этих правил. Каждый принятый сотрудник и рабочий должны быть подробно ознакомлены с правилами по технике безопасности. Факт ознакомления техперсонала и рабочих с правилами по технике безопасности оформляется собственноручными подписями каждого работника в специальном журнале. На месте производства работ должны быть вывешены памятки с перечислением основных правил по технике безопасности.

При выезде в отдаленные, малонаселенные, труднодоступные, таежные, заболоченные и горные районы страны работники геологической службы проходят медосмотр (приказ Минздрава № 400 от 30.IV.1969 г.). При необходимости делаются прививки.

Подготовительный период

4.6. В подготовительный период перед выездом в поле необходимо:

а) тщательно ознакомиться с техническим заданием на производство изысканий, а также совместно с начальником экспедиции (комплексной партии) изучить по материалам ТЭО инженерно-геологическим, топографическим картам и планам аэрофотосъемки район проложения трассы дороги;

б) при отсутствии ТЭО изучить имеющиеся литературные и фондовые материалы территориальных геологических управлений, институтов Академии наук и других ведомств и организаций о геологическом строении, почвенном покрове, гидрогеологических условиях рельефе (района проложения трассы);

в) собрать подробные данные о климате района по имеющимся справочникам с дополнением недостающих данных сведениями, полученными из местных метеорологических станций;

г) ознакомиться с материалами изысканий прошлых лет как у себя, так и в других родственных организациях (Гипроавтотранс, Ушосдоры, Упрдоры, Облдоротделы и др.).

При наличии ТЭО собираются дополнительные сведения, вновь поступившие материалы по изучению природных условий района изысканий за последнее время;

д) составить на основе систематизации собранного материала краткую пояснительную записку, характеризующую природные условия района проложения трассы с приложением необходимых таблиц и выкопировок из геологических, почвенных, геоботанических и т.п. карт при наличии ТЭО;

е) составить программу инженерно-геологических обследований с определением объема предстоящих работ и сроков их выполнения; составить смету стоимости работ;

ж) представить заявки на потребное оборудование, снаряжение, полевые журналы, бланки ведомостей и проч., проследить за отправкой их к месту работы.

4.7. К главнейшим природным факторам, влияющим на условия проектирования, строительства и эксплуатации дороги относятся климат, рельеф, геологическое строение, гидрогеологические усло

остав и свойства почво-грунтов. По климату района необходимо делать выборку из действующих нормативов следующих сведений:

а) температура воздуха - средняя по месяцам и за год максимум и минимум температур, количество переходов температуры через 0^0, продолжительность безморозного периода с переодом температуры через 0^0 и через $+5^0$, глубина промерзания очвы на открытых и защищенных площадках;

б) осадки: среднее количество осадков по месяцам и за год, максимальное суточное количество осадков (интенсивность дождей и ливней), средняя максимальная толщина снежного покрова по декадам, время появления снежного покрова и установления устойчивого снежного покрова, время схода снежного покрова;

в) число дней в году с метелями, гололедом и туманами по месяцам и за год;

г) направление и скорость ветра по месяцам.

4.8. По геологическому строению - характер горных пород и условия их залегания, стратиграфия, литологический состав, тектоника района; наличие физико-геологических явлений, оползней, осыпей, селевых потоков и др., сейсмичность района.

4.9. По гидрогеологическим условиям - глубина залегания подземных вод, их характер, возможное колебание уровня, химический состав.

4.10. По почвенному покрову и растительности. Характеристика почвенного покрова в районе изысканий, почвообразующие породы, гранулометрический состав пород, засоленность и т.п. Растительный покров района изысканий.

Полевые инженерно-геологические работы

4.11. При полевых инженерно-геологических исследованиях выполняются работы, указанные в п.4.2. К полевым работам надлежит относиться особенно внимательно. Только высокое качество выполнения полевых работ может обеспечить получение правильных и надежных исходных данных для проектирования дороги. Работа геолога в поле в значительной своей части не может быть проверена, а это накладывает особую ответственность на исполнителей.

Небрежное и поверхностное изучение инженерно-геологических условий может привести к крупным и трудно поправимым ошибкам в проекте.

Равнинная местность

4.12. При производстве инженерно-геологических исследований следует учитывать, что основанием земляного полотна автомобильных дорог в равнинной местности, а в отдельных случаях и материалом для его возведения служат почво-грунты разного гранулометрического состава (глинистые, супесчаные, песчаные), характеризующиеся различными строительными свойствами. Линейное инженерно-геологическое обследование трассы автомобильной дороги заключается в инженерно-геологической съемке притрассовой полосы. Съемка сопровождается разведочными работами для составления грунтового продольного профиля по оси существующей дороги и поперечных грунтовых профилей на косогорных и сложных участках, а также в местах проектируемых искусственных сооружений.

В местности I и II категорий сложности (равнинная и пересеченная местность) при благоприятных и однообразных инженерно-геологических условиях инженерно-геологической карты не составляют, поскольку инженерно-геологические условия притрассовой полосы в этом случае достаточно подробно отражаются продольным профилем с нанесенными грунтами, представляющим один из основных документов линейных изысканий.

Работы по проведению инженерно-геологической съемки ограничиваются подробным пикетным описанием инженерно-геологических условий притрассовой полосы на ширину 200 метров (по 100 метров вправо и влево от оси проектируемой дороги). При необходимости эта полоса должна быть расширена. Документация съемки производится в журнале пикетного описания.

На левой стороне журнала с привязкой к пикетажу изображается схематическая инженерно-геологическая карта в масштабе 1:2000, на которой глазомерно с выполнением минимального количества замеров шагами и рулеткой наносятся геоморфологические и литологические границы, места проявления неблагоприятных физико-геологических процессов (размывы, заболоченность, просадка), места

выходов грунтовых вод, обнажения, выработки и т.п. Выделяют однотипные по инженерно-геологическим условиям участки. На правой стороне журнала ведется поучастковое подробное пикетное описание рельефа, почвенно-грунтовых разностей, отмечается тип местности по условиям увлажнения. Описываются геологические и гидрогеологические условия, современные физико-геологические процессы, пересекаемые лога, овраги, места глубоких выемок и высоких насыпей, заболоченные участки и т.п. Намечаются места заложения выработок и геофизической разведки. Производится зарисовка характерных поперечных разрезов, документация обнажений. Эти материалы используются в процессе проектирования при решении вопроса о возможных местных улучшениях трассы, уточнении мест заложения резервов, размещения водоотводных устройств и укрепительных сооружений.

4.13. В пикетном описании уже в поле должны быть даны соображения об оптимальной крутизне проектируемых откосов насыпей и выемок. Важным критерием для определения крутизны являются натурные наблюдения и замеры крутизны устойчивых природных откосов для того или иного типа отложений и разновидностей грунтов, распространенных по трассе. Записываются сведения о наблюдаемых колебаниях уровня грунтовых вод. Приводятся рекомендации по проектированию земляного полотна для каждого однотипного участка. Отмечаются места, удобные для заложения резервов грунта. Изучаются и описываются причины деформаций существующих сооружений, расположенных вблизи трассы, оценивается влияние природной обстановки на условия производства строительных работ и эксплуатации дороги.

4.14. Для уточнения требуемых данных широко используют естественные обнажения и искусственно вскрытые разрезы. В дополнение к ним закладывают разведочные выработки.

Наиболее распространенными выработками при инженерно-геологическом обследовании трассы являются шурфы и буровые скважины. Шурф представляет собой прямоугольную выработку размером 0,8х1,7м/ или /1:2,0 м/.

При использовании механических шурфокопателей шурфы имеют круглое сечение различных диаметров. Наименьший диаметр в этом

случае может быть рекомендован 0,8 м.

Шурфы закладываются по оси на глубину до уровня подземных вод (верховодки или грунтовых вод при близком их залегании), но не менее двух метров (см.табл.5).

В тех случаях, когда шурфом вскрывается водоносный горизонт и дальнейшая проходка шурфа затруднительна, углубление его производится бурением для установления мощности водоносного слоя. Такая комбинированная выработка носит название шурфоскважины. Между шурфами для уточнения границ почвенно-грунтовых разностей закладываются прикопки (закопушки) глубиной 0,75-1,0 м.

4.15. Буровые скважины закладываются при высоком залегании подземных вод, когда требуется установить мощность водоносного слоя, характер водоупорного слоя и т.д. Кроме этого, буровые скважины закладываются во всех тех местах, где для характеристики грунтово-гидрогеологических условий требуются выработки глубиной более 2 метров (например, места устройства выемок, высоких насыпей, труб и т.п.). Часто проходка буровых скважин оказывается более простой и легкой нежели проходка шурфов. Однако заложение последних в дополнение к скважинам при грунтовом обследовании трассы следует считать обязательным.

4.16. Шурфы подразделяются на основные глубиной 2,0 м и прикопки:

а) Основные шурфы характеризуют тип почвы и грунта, свойственный данному участку, образованному благодаря определенному сочетанию почвообразующих факторов.

б) Прикопки-закладываются в тех местах, где по тем или иным признакам можно ожидать изменения грунтовых и гидрогеологических условий, установленных основным шурфом. Кроме того, дополнительные шурфы закладываются в случаях, когда расстояние между основными выработками составляет более 1,0 км.

4.17. Схема размещения разведочных выработок и их документация при линейных инженерно-геологических обследованиях основана на том, что определенному сочетанию природных факторов (рельеф, геологическое строение, растительность и т.д. соответствует развитие определенных, отвечающих этим условиям почвенно-грунтовых разностей. Следовательно, если участок проект

руемой дороги проходит по плато или террасе с горизонтальной поверхностью (при отсутствии выраженного микрорельефа), то на всем протяжении участка в пределах плато или террасы может существовать только одно сочетание почвообразующих факторов с отвечающим ему определенным типом почвы и грунта. Для установления типа и разновидности почвы и характеристики грунтов в данных условиях рельефа можно ограничиться заложением одного основного шурфа в начале участка и прикопки в конце его.

Если трасса проложена по пологому ровному склону, средняя его часть будет характеризовать то сочетание почвообразующих факторов, которое является типичным для всего склона. Поэтому основной шурф закладывается в середине склона, прикопки - в верхней и нижней трети склона. При пересечении трассой пологого волнообразного всхолмления основной шурф закладывается в высокой точке всхолмления и прикопка - на пологой части склона.

4.18. Количество разведочных выработок, закладываемых при производстве обследований зависит от пестроты почвенного покрова, геологического строения и гидрогеологических условий района изысканий. В условиях П-й дорожно-климатической зоны (зона подзолистых почв), где широкое развитие имеет подзолистый тип почвообразования и сопутствующий ему болотный тип, почвенный покров представлен частым чередованием подзолистых (подзолы сильно подзолистые и т.д.) и различной степени заболоченности почв (подзолисто-глееватые, подзолисто-глеевые, торфяно-глеевые и т.д.). Частая смена почв и почвообразующих пород приводит к необходимости заложения большего количества разведочных выработок по сравнению с другими дорожно-климатическими зонами. Среднее количество разведочных выработок на один километр дороги для этой зоны составляет от 3 до 5 выработок и даже более. В условиях черноземной зоны с равнинным рельефом и относительно однообразным почвенным покровом количество выработок может быть значительно сокращено. При всех условиях минимальное количество разведочных выработок должно быть не менее двух на I км трассы дороги.

При назначении количества и глубины выработок следует учитывать требования СНиП I.02.07-87 и руководствоваться табл. 5.

4.19. Документация шурфов производится в полевом журнале установленной формы, который переплетается в одну книгу с журналом пикетного описания, все графы которого заполняются четко и с достаточной полнотой простым карандашом. Подчисток и сок ращений в записях не допускается. Шурфы, как и прочие выработки нумеруются порядковыми номерами.

Обследование месторождений (резервов грунта)

4.20. Земляное полотно автомобильных дорог отсыпается, как правило, из грунтов выемок и грунтов сосредоточенных резервов. Заложение боковых притрассовых резервов допускается лишь в случаях прохождения трассы по неудобным для использования в сельском хозяйстве землям или когда землепользователь разрешает заложение боковых резервов при условии съема и сохранения гумусового слоя с дальнейшей рекультивацией резерва. Такие случаи довольно редки и поэтому очень большое значение приобретает работа по выявлению возможных мест заложения внетрассовых сосредоточенных резервов.

4.21. Перед началом поисков геолог должен получить от главного инженера проекта или от начальника изыскательской партии ориентировочные данные о потребных объемах грунта с привязкой к участкам трассы. Поиски резервов начинают с посещения совхозов, колхозов, лесхозов и других организаций, по землям которы прокладывается трасса. Устанавливается возможность использова резервов, намеченных при предпроектных изысканиях, если таковы производились на отвод земель под разработку резервов, необход получить принципиальное письменное согласие землепользователе

- на землях колхозов и совхозов - у руководителей этих хозяйств с последующим утверждением их решений районными исполкомами;

- на землях Гослесфонда - у руководителей лесничеств с п ледующим утверждением их решения республиканскими, краевыми (областными) управлениями лесного хозяйства;

- в руслах и поймах рек - у начальников бассейновых инсп ций и инспекций рыбнадзора;

- на территориях населенных пунктов - у руководителей ор местной власти, архитектора;

- в полосе отвода железных дорог - у начальников дистанций пути и начальников отделов лесозащитных насаждений с утверждением их решения заместителем начальника дороги;

- в полосе отвода автомобильных дорог - у руководителей дорожно-эксплуатационных управлений;

- на территории карьера - у руководителя организации, которой тот карьер принадлежит.

Совместно с землепользователями намечают возможно близко расположенные к трассе проектируемой дороги и удобные для разработки земельные участки, использование которых для заложения резервов не вызывает возражений со стороны заинтересованных организаций.

Границы выбранных площадей наносятся на выкопировку из плана земельных угодий в масштабе не мельче I:I0000, где землепользователь делает надпись о своем согласии на разработку грунта для строительства дороги в пределах, указанных на плане границ. Согласие землепользователя на отвод земли подтверждается райисполкомом. После этого приступают к производству разведки. В результате предварительных исследований участки, где качество грунта низкое, например, переувлажненные глинисты грунты, из программы работ исключаются. На остальных участках производят разведочные работы.

В необжитых таежных и пустынных районах, где занимаемые угодья не представляют какой-либо ценности для сельского хозяйства при возможности с учетом охраны окружающей среды и экономической целесообразности закладывают притрассовые боковые резервы, грунты которых характеризуются выработками, заложенными для составления грунтового продольного профиля.

Поиски и выбор мест заложения сосредоточенных резервов, если таковые требуются, производятся в таких местах с учетом общих геологических данных на основании материалов аэрофотосъемки и поисковых маршрутов, при которых выявляются наиболее близко расположенные и удобные для разработки участки с лучшими по качеству грунтами. Предпочтение отдается песчано-гравийным и обломочным грунтам.

Ширина полосы обследования, как правило, составляе IO км При отсутствии в этой полосе грунтов нужного качества она может быть расширена до I5-20 км.

4.22. Подробное обследование резерва заключается:

а) в топографической съемке участка в масштабе I:I000 или I:2000 с сечением горизонталей I,0 м. (При простом рельефе местности инструментальная съемка может быть заменена глазомерно

б) В заложении разведочных выработок (шурфов и буровых ск жин) для установления качества и запасов грунта резерва а так выяснения возможной глубины разработки в зависимости от состав грунтов и наличия подземных вод.

При простых геологических условиях и однородных грунтах выработки располагаются по сетке при детальной разведке 50х50 и I00х50 м. При всех условиях количество выработок не должно быть менее 5, расположенных по контуру обследованной площади и одной в центре участка. При запасах резерва более 50 м./м3 на каждые I000 м3 грунта приходится не менее 0,5 п.м. выработки.

4.23. Глубина выработок назначается в зависисомтси от пот ребного объема грунта, площади выделенного участка под резерв и условий разработки грунта (близость грунтовых вод и др.). На каждом внетрассовом резерве независимо от объема добываемого в нем грунта подлежит опробованию не менее 50% выработок. Образц отбираются послойно, но не реже, чем через 2 метра.

4.24. Образцы грунта резерва подвергаются полевым и лабораторным определениям:

а) удельного веса,
б) гранулометрического состава,
в) коэффициента фильтрации (для песчаных и супесчаных грунтов);
г) естественной влажности,
д) пределов пластичности (для связных грунтов),
е) оптимальной плотности и влажности на приборе стандартного уплотнения,

(проба отбирается с той же глубины, что и проба для определени плотности и влажности). Вес пробы около 3 кг. При использовани грунтов для укрепления вяжущими отбирают средние пробы весом 40-60 кг при мелкозернистых грунтах и 80-I00 кг при крупнообло мочных.

При использовании грунтов для устройства верхней части земляного полотна (рабочего слоя) выполняются испытания грунтов для определения относительного морозного пучения.

В состав работ по обследованию резервов входит также обследования подъездного пути от резерва до трассы совместно с инженером-дорожником, которое заключается:

а) в промере лентой (или записи спидометра автомобиля)длины подъездного пути;

б) в определении объемов работ по устройству вновь или ремонту существующей дороги (объемы земляных работ, объемы работ по устройству водопропускных труб, малых мостов) и по улучшению проезжей части существующих дорог. В результате работ составляется паспорт резерва установленной формы (см."образцы оформления"), включающий в себя план резерва, геолого-литологические разрезы, данные лабораторных испытаний и пояснения с рекомендациями по разработке резерва и транспортировке грунта.

Горная местность

4.25. Инженерно-геологические обследования в горной местности имеют особое значение. Само проложение трассы здесь в значительной мере диктуется особенностями геологического строения, устойчивостью склонов, наличием современных физико-геологических процессов (оползней, осыпей, обвалов, снежных лавин и т.п.). Очертания поперечных профилей скальных выемок определяются в зависимости от характера и состояния горных пород, в силу чего правильная оценка их свойств и учет других природных факторов очень важны для проектирования. Инженер-геолог при работе в горной местности должен уже в поле ясно и отчетливо представлять себе контуры земляного полотна будущей дороги и заранее определить и по возможности точно учесть все неблагоприятные факторы, которые могут возникнуть при строительстве и отрицательно сказаться на устойчивости как земляного полотна, так и других дорожных сооружений.

В пикетном описании трассы должны быть приведены соображения, касающиеся проектирования поперечного профиля насыпи и выемки, которые учитываются при разработке проекта дороги. Плохая обнаженность, залесенность и труднодоступность местности не могут служить оправданием недостаточно полного изучения инженерно-геологических

условий. В таких случаях должны быть предусмотрены соответствующие объемы съемочных и разведочных работ, выполнение которых является обязательным.

4.26. Инженерно-геологические обследования при изысканиях автомобильных дорог в горной местности заключаются в инженерно-геологической съемке притрассовой полосы с заложением разведочных выработок и производством геофизических и привязочных топографических работ.

Инженерно-геологической съемке должно предшествовать обязательное изучение района изысканий по картам, аэрофотопланам крупного масштаба и данным инженерно-геологического дешифрирования. По предварительно намеченным на картах конкурирующим вариантам трассы в отдельных сложных случаях перед началом наземных изысканий должны быть произведены аэровизуальные обследования.

Основой для инженерно-геологической съемки могут служить в этом случае аэрофотоснимки с использованием данных инженерно-геологического дешифрирования, когда нет аэрофотоматериалов пользуются имеющимися топографическими картами и планами, а при отсутствии последних - планом глазомерной съемки, составляемым геологом в процессе съемочных работ. Все точки наблюдения наносятся на план съемки с точностью до I метра.

4.27. Инженерно-геологическая съемка заключается в натурных наблюдениях ряда точек, расположенных в пределах возможного влияния геологической обстановки на устойчивость будущей дороги в притрассовой полосе со систематизацией и картированием результатов наблюдений. Ширина полосы съемки, как правило, не превышает 200 м (по I00 м в каждую сторону от оси трассы). При пересечении трассой участков, сложных в геологическом отношении (осыпи, оползни, сели и т.п.и другие места индивидуального проектирования), ширина полосы съемки соответственно расширяется. Масштаб съемки зависит от сложности участка и может быть принят от I:5000 до I:500.

Особенности выполнения инженерно-геологических изысканий в горной местности определяются наличием скальных пород и рельефом. Если в условиях равнинного рельефа для характеристики грунтов притрассовой полосы обычно достаточно продольного грунтового профиля то в горной местности выработки и обнажения на оси дороги далеко не всегда дают исчерпывающее представление о напластовании грунто

в поперечном направлении. При наличии скальных пород это имеет особо большое значение. Поэтому инженерно-геологическая съемка в горной местности сопровождается составлением поперечных геолого-литологических разрезов на всех характерных участках. Особое внимание уделяется точному установлению границ и элементов залегания скальных пород, а также их состава, текстуры, группы по трудности разработки, обводненности.

4.28. Данные инженерно-геологической съемки документируются в журнале из миллиметровки, где с левой стороны производятся необходимые зарисовки в принятом масштабе, а с правой- текстовое описание по участкам с зарисовками характерных поперечных профилей (разрезов). Все точки наблюдения заносятся в журнал и нумеруются в единой системе, причем описание результатов наблюдений, относящихся к данной точке, производится на правой стороне журнала. При отсутствии специально изготовленного журнала можно использовать обычную пикетажную книжку.

4.29. При выполнении инженерно-геологической съемки в горной местности на стадии подробных изысканий для проекта точность привязки к трассе на составляемой карте выработок и точек наблюдения должна быть не менее 0,5 - 1,0 метра.

Производится осмотр существующих инженерных сооружений, в особенности земляного полотна. Обязательным является фотографирование объектов наблюдения.

4.30. При проложении дороги по крутым склонам выработки следует располагать на поперечниках (по отношению к оси) и по возможности в пределах сооружаемого земляного полотна. Количество выработок назначается от 2-х до 3-х на одном поперечнике. Каждый участок, сложенный однотипными горными породами (грунтами), должен быть охарактеризован не менее, чем одним-двумя поперечниками. Расстояние между поперечниками не должно превышать 200 м.

Для каждой выделенной разновидности горных пород устанавливаются группы по трудности разработки согласно действующей классификации СНиП и ЕНВ. При этом для скальных пород руководствуются петрографическим составом, объемным весом, степенью выветрелости и трещиноватости. Для этой цели из упомянутых характерных разновидностей грунтов, из толщи, подлежащей разработке при строитель-

стве дороги, отбираются необходимые пробы грунтов или в виде кусков породы (из шурфов и обнажений) или же в виде керна из буровых скважин.

4.31. Все заложенные разведочные выработки, а также все обследованные обнажения, расположенные в полосе трассы проектируемой дороги, должны быть увязаны в плановом и высотном отношении с осью

4.32. Кроме обычной инженерно-геологической съемки, выполняемой по трассе проектируемой дороги на особо сложных в инженерно-геологическом отношении участках (оползневые склоны, крутые косогоры, другие места индивидуального проектирования земляного полотна), а также в местах устройства искусственных сооружений, производится крупномасштабная инженерно-геологическая съемка на топографической основе масштаба 1:2000 - 1:500. В границы съемки крупного масштаба должна входить вся площадь, занятая оползнем, обрывом косогором и т.п. в пределах прохождения трассы, полоса шириной до 300 м по трассе проектируемой дороги, мостового перехода, выемки и т.п.

4.33. При производстве разведочных работ следует широко использовать геофизические методы - электроразведку, магниторазведку и сейсморазведку. Применение этих методов дает возможность сократить объем буровых и шурфовочных работ.

4.34. Участки, опасные в отношении устойчивости земляного полотна, относятся к местам индивидуального проектирования. Как правило, при изысканиях такие участки обходятся трассой. Если обход невозможен или нецелесообразен по технико-экономическим соображениям, обследование таких участков производят по индивидуальным программам. В таких случаях количество глубины и размещение выработок, количество точек наблюдений и виды испытаний определяются инженерно-геологическими условиями и указываются в программе работ.

Объемы работ по проходке выработок на участках, не подлежащих индивидуальному проектированию, назначаются в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Наименование объектов	Категории геологической сложности местности			Глубина выработок
	I	II	III	
2	3	4	5	6
Земляное полотно:				
а) насыпи высотой до I2 м при косогорности положе I:3. Расстояние между выработками,м не более	500	300	200	Для насыпи не менее чем на 2м ниже поверхности земли. Для выемки-на величину сезонного промерзания ниже предполагаемой глубины выемки, но не менее 2,0 м
б) выемки глубиной до I2 м. При длине выемки до I00 м закладывается не менее одной выработки,при длине I00-300 м-не менее 2-х, при длине более 300 м-не менее 3-х выработок				
Земляное полотно при косогорности круче I:3. Расстояния между поперечниками с тремя выработками на каждом,м, не более	400	200	I00	Для насыпи не менее 5 м ниже поверхности земли. Для выемки по п.I.
Резервы грунтов для земляного полотна при площадочном их распространении				Глубина выработок определяется мощностью полезного слоя потребностью в нем и способом разработки
Расстояния между выработками по сетке в м, не более	I50	I00	75	
То же, резервы, но вытянутой формы и резервы грунтов для возведения насыпей гидронамывом:				
-расстояния между поперечниками в м,не более	I00	I00	50	
-расстояния между выработками в м	I00	50	25	Средняя глубина выработок 5 м, максимальная до I5 м

I	2	3	4	5	6
5.	Малые искусственные сооружения (водопропускные лотки, трубы, мосты до 25 м)				При прочных тах 4-5м, п слабых грун (с сопротивл стью сдвигу крыльчатке 0,75 кг/см²). 8-15 м
	Количество выработок при высоте насыпи до 6 м	I	I	I	
	-"- 6-I2 м	2	3	3-4	
	-"- более I2 м	3	3	3-5	

Примечания.

I. Расстояния между поперечниками и выработками указаны сре
Места закладки разведочных поперечников и осевых одиночны выработок, расстояния между ними, количество и глубину назначат с учетом данных инженерно-геологической съемки, геоморфологичес ких элементов местности, условий залегания пород и гидрогеоло- гических условий.

2. На крутых, недоступных для передвижения транспорта склона закладывают шурфы и применяют легкие переносные буровые станки типа УПБ-25, Д-I0 и др. в сочетании с геофизическими методами разведки.

3. Проходку шурфов при незначительной мощности делювия произ- водят до коренных пород, причем отдельные шурфы (один на попере нике) углубляют до свежих (слабо выветрелых) разностей.

4. В случаях, когда выработками не достигнуты отметки намеча емой глубины выемки, при наличии скальных пород, последние долж быть прослежены геофизическими методами для подтверждения одно- родности скального массива. При наклонных, круто падающих слоях вопросы геологического строения решаются по инженерно-геологичес съемке притрассовой полосы на ширину до I00 м в каждую сторону.

5. Геофизические методы могут применяться также для определе- ния мощности аллювиальных и пролювиальных наносов в местах уст- ройства малых искусственных сооружений, при этом объем буровых шурфовочных работ может быть сокращен до 50%.

4.35. При отборе образцов из выработок, заложенных по трассе для обоснования проекта земляного полотна, нужно учитывать, что проектирование земляного полотна может быть двух видов:

а) использование решений по типовым проектам при благоприятных инженерно-геологических условиях, высоте насыпей и глубине выемок менее 12 метров;

б) индивидуальное - во всех других случаях.

4.36. Наиболее широко применяется проектирование с использованием решений по типовым проектам, поскольку трассирование автомобильных дорог предусматривает проложение их по возможно более прочным грунтам с минимальным объемом земляных работ.

При типовом проектировании нет необходимости в выполнении расчетов, определяющих параметры земляного полотна и обосновывающих специальные мероприятия по обеспечению его устойчивости. Поэтому целью отбора образцов является получение таких характеристик грунтов, которые были бы достаточны:

а) для отнесения грунтов к тому или другому классификационному типу, виду и разновидностям в соответствии с действующими ГОСТ 25100-82 - Грунты, классификация;

б) для суждения о естественной и оптимальной влажности и плотности грунтов, применяемых для отсыпки насыпей и слагающих дно выемок.

Для решения первой задачи достаточно знать гранулометрический состав грунта и число пластичности, для решения второй задачи нужны данные о естественной влажности и плотности. Кроме этого, для песчаных грунтов определяют коэффициент фильтрации, который нужен для суждения об их дренирующей способности.

4.37. В результате полевых изыскательских работ по грунтовому обследованию трассы и резервов должны быть выявлены генетически однородные разности грунтов, состав и свойства которых не выходят за пределы классификационных показателей, для того или иного типа грунта (инженерно-геологические элементы). Изыскания автомобильных дорог выполняются в различных условиях рельефа и геологического строения.

Для равнинной местности характерно однообразие в составе и свойствах грунтов на значительных протяжениях. Поэтому здесь

при использовании типовых проектов нет нужды в направлении на анализ большого количества образцов.

4.38. После разбора и сравнения просушенных и разложенны по ходу пикетажа образцов, отобранных послойно из всех выработ на том или ином однородном участке протяжением 8-10 км, в лабо раторию направляют образцы из одного характерного шурфа (скра ин) на 6-8 выработок. В тех случаях, когда возможно заложение притрассовых резервов и грунты притрассовой полосы используют для возведения насыпи, образцы для анализа направляют, даже и при однообразных условиях, не реже, чем из одной выработки на I км. При смене грунта или его состояния образцы отбирают и на равляют в анализ так часто, как часто происходят эти изменения

4.39. При разведке сосредоточенных резервов грунта образц отбирают из всех выработок, на всю глубину выработки. Образцы бирают бороздой, послойно, но не реже,чем через 2,0 м, а на ес ственную влажность при глинистых грунтах - не реже,чем через I После полевой разборки и сравнения в анализ направляют все об-разцы,отобранные для определения естественной влажности и от 3 до 6 образцов из каждого выделенного слоя других определений (см. прил. №5).

4.40. При работе в горной местности, где распространены п имущественно крупнообломочные и скальные породы, а вид и свойс грунтов определяются в основном содержанием обломочного матери ала, необходимо производить полевую прогрохотку. В лаборатори направляют только образцы мелкозема, фракции < 20 мм из одной--двух характерных выработок на каждый выделенный участок с одн родными грунтами. Вес образца - 3 кг. Образцы скальных пород, как правило, лабораторным анализам не подвергаются, ограничива ся их визуальным описанием. В сомнительных случаях определяют петрографический состав и плотность по 2-3-м образцам из всех разновидностей. При использовании породы в качестве строительн материала для устройства дорожной одежды выполняют комплекс ис таний в соответствии с ГОСТом. Коллекционный образцы скальных пород отбирают во всех случаях.

Инженерно-геологические обследования при изысканиях для реконструкции автомобильных дорог

4.41. При реконструкции автомобильных дорог производят инженерно-геологическое обследование полосы прилегающей к проектируемой дороге и существующего земляного полотна, а также участков затронутых природными процессами, влияющими на состояние реконструируемой дороги.

Обследование существующего земляного полотна производят с учетом природных особенностей отдельных участков проектируемой дороги с фиксированием состояния откосов насыпей и выемок, водоотводных и укрепительных сооружений; устанавливают границы участков с неустойчивым земляным полотном и пучинистых участков.

При обследовании существующего земляного полотна разведочные выработки закладывают на бровках земляного полотна, откосах, у подошвы насыпей и бровок выемок. Глубина выработок должна быть не менее, чем на 0,5 метра больше высоты насыпи. В тех случаях, когда предусматривается уширение существующего земляного полотна, закладываются дополнительные выработки в притрассовой полосе. При обследовании существующего земляного полотна на характерных участках отбирают монолиты через 0,3-0,5 м для определения плотности и влажности всех разновидностей грунтов земляного полотна. Кроме этого, отбирают пробу грунтов для определения гранулометрического состава, пределов пластичности, оптимальной влажности. Количество выработок в равнинной местности не должно быть менее 2-х на 1 км. В горной местности выработки закладываются по поперечникам на всех характерных участках.

4.42. При обследовании существующей насыпи на болоте или других слабых грунтах количество и глубина скважин должны быть достаточными для определения величины посадки насыпи за счет выторфовывания или уплотнения грунтов основания и ее длительной устойчивости.

Скважины закладывают в количестве 3-5 в пределах поперечного профиля земляного полотна и по одной у его основания.

4.43. Особое значение имеет обследование пучинистых участков, при котором должен быть изучен весь комплекс природных и техно-

генных факторов, вызывающих образование пучин. При этом обследование грунтов и гидрогеологических условий, в которых находятся земляное полотно и придорожная полоса, производят путем заложения на поперечных профилях 3-5 шурфов или буровых скважин.

Количество поперечных профилей зависит от протяжения участка и от сложности гидрогеологических условий, но должно быть не менее двух поперечных профилей на каждом пучинистом участке.

При обследовании пучин особое внимание должно быть обращено на изменение влажности грунтов по вертикали и установление источников увлажнения. Для этого из выработок не реже, чем через 0,5м отбираются образцы грунтов для определения естественной влажности и плотности, включая слои грунтов, служащие основанием дорожной одежды.

При лабораторных испытаниях образцов, характеризующих отдельные слои грунтов, производят анализ гранулометрического состава определением физико-механических свойств грунта (удельного веса, удельного веса частиц грунта, пористости и др.).

Большое внимание должно быть обращено на полноту пикетного описания состояния существующей дорожной одежды и элементов земляного полотна, а также условий поверхностного стока в придорожной зоне (по 100 м влево и вправо от существующего земляного полотна

В результате обследований устанавливают типы пучин (коренная поверхностная, смешанная), причины их образования и назначаются противопучинные мероприятия.

Обследование пучинистых участков следует выполнять в период максимального пучения грунтов до полного спада пучин.

В зимнее время допустимо обследование отдельных типичных участков.

4.44. По дренажным сооружениям собирают данные эксплуатационной службы. В сомнительных случаях и при неудовлетворительной работе дренажа его вскрывают раскопкой для установления степени засорения и заиливания дренажного материала, а также размера притока воды.

4.45. Обследованием дорожной одежды устанавливают толщину ее конструктивных слоев, состояние покрытия, качество материалов и их состояние.

Обследование производят путем пробивки лунок или выбуривания ерков в количестве 3-5 на каждом поперечном сечении.

Промеры дорожной одежды производят на пикетах и в характерных ромежуточных точках. При удовлетворительном состоянии покрытия, аличии проектных материалов и материалов по капитальному ремонту оличество промеров может быть сокращено. Для асфальтобетона или ерного шоссе, находящихся в хорошем или удовлетворительном состоии промеры производят по трем поперечникам в пределах каждого илометра; для щебеночного или гравийного покрытия промеры производят через каждые 200 метров (5 поперечников на километр).

Пробы отбираются из каждого конструктивного слоя для определения гранулометрического состава, прочности и морозоустойчивости щебня или гравия. Для песка определяется грансостав и коэффициент фильтрации. Из асфальтобетонных и черных покрытий отбираются вырубки для лабораторных определений физико-механических свойств. Все вырубки должны быть не менее 6 кг.

4.46. При обследовании малых мостов, мест удлинения подпорных укрепляющих стенок разведочные выработки закладывают возможно ближе к оси сооружения и, если требуется, по поперечникам на глубину 6-8 метров в прочных грунтах и 10-15 м в слабых грунтах (с условным сопротивлением $<1,5$ кг/см^2).

При замене временных сооружений на постоянные или при постройке новых искусственных сооружений на существующих дорогах инженерно-геологическое обследование выполняют как для новых дорог.

Камеральная и лабораторная обработка материалов инженерно-геологических изысканий

Полевая камеральная обработка

4.47. В состав полевой камеральной обработки входит разборка систематизация образцов грунтов.

Аналогичные грунты отмечаются в журнале для того, чтобы в дальнейшем, на стадии камеральной обработки, можно было правильно нанести грунты на продольный профиль трассы, и другие документы.

При назначении образцов в анализ необходимо придерживаться принципа, по которому в анализ передаются не разрозненные образцы разных шурфов и разных глубин, а все образцы из основного шурфа

характеризующие выделенный участок трассы с однотипными грунтам

4.48. В полевой период следует выполнять те виды лаборатор анализов грунтов, которые не требуют сложной аппаратуры. Это из бавляет от необходимости перевозить по железной дороге и другими видами транспорта большое количество образцов в стационарную л бораторию, что дает экономию уже в полевой период.

В полевой период рекомендуется выполнять следующие виды ла бораторных анализов: пластичность, гранулометрический состав, естественная влажность, коэффициент фильтрации (для песков) объемной массы, стандартное уплотнение (по методу Союздорнии) химический анализ воды на агрессивность и анализ водных вытяжек (для засоленных грунтов).

В стационарную лабораторию направляются пробы грунто для производства испытаний, требующих сложного лабораторного бор дования (компрессионные свойства, угол внутреннего трения сцепление и др.).

Отправку образцов в стационарную лабораторию надо осуществлять периодически, по мере их накопления, с таким расчетом, что к концу полевых работ иметь результаты лабораторных испытаний. Задания лаборатории на выполнение испытаний грунтов должны содержать данные о цифровом индексе грунта для удобства обработки всех получаемых результатов на ЭВМ.

4.49. В результате камеральной обработки должны быть представлены:

а) полевая пояснительная записка с указанием объема выполне ных работ и с кратким описанием инженерно-геологических условий строительства проектируемой дороги с предварительными рекомендациями по обеспечению устойчивости земляного полотна на отдельных неблагоприятных участках трассы (оползни, осыпи, слабые основани выходы грунтовых вод и т.п.);

б) ведомость полевых лабораторных испытаний грунтов анализов воды:

в) ведомость проб грунтов, направленных в стационарную лаб раторию с указанием вида лабораторных испытаний, подлежащих вып нению;

г) планы топографической съемки с показанием выработок, а также характерные геолого-литологические разрезы отдельных небла

гоприятных или сложных мест (оползни, осыпи, сели и т.д.), также мест устройства высоких насыпей и глубоких выемок;

д) планы и геолого-литологические разрезы больших и средних мостовых переходов;

е) продольный грунтовый профиль трассы;

ж) предварительная инженерно-геологическая карта при изменениях в горной местности, а также для больших и сложных мостовых переходов и мест индивидуального проектирования;

з) схема размещения разведанных месторождений (резервов) грунта и местных строительных материалов с ориентировочными запасами.

Полевые журналы, колонка скважин, таблицы, графики, фотоснимки.

4.50. Окончательная камеральная обработка материалов инженерно-геологических изысканий заключается в составлении отчета с сопутствующей составлению окончательной камеральной обработкой всех материалов, с составлением необходимых карт, разрезов, таблиц, графиков, паспортов, фотоснимков и т.д.

Состав отчета и схема пояснительной записки указаны в „Образцах оформления геологических документов", 1991 года. Отчет представляется в геологические фонды, где зарегистрирована выполненная работа. Два экземпляра отчета хранятся в архиве проектной организации и служат для справок при проектировании и выполнении последующих изысканий в тех же или сходных районах. В отдельных случаях, при сложных инженерно-геологических условиях отчет издается в качестве приложения к проекту.

В связи с тем, что окончание отчета возможно только после завершения всех лабораторных и камеральных работ и в связи с тем, что составление отчета практически может производиться только одновременно с составлением проекта, необходимо во избежание задержки в выдаче основных проектных решений параллельно с составлением отчета, не дожидаясь его полного окончания, участвовать совместно с проектантами в решении основных вопросов проектирования земляного полотна и других дорожных сооружений.

Сюда относятся:

а) разработка конструкций земляного полотна с учетом инженерно-геологических условий в каждом конкретном случае;

б) разработка мероприятий по обеспечению устойчивости земляного полотна на отдельных сложных участках (оползни, осыпи, болота, глубокие выемки, высокие насыпи и т.д.);

в) разработка наиболее целесообразных конструкций дорожной одежды, исходя из условий обеспеченности местными дорожно-строительными материалами и отходами промышленных производств.

В процессе составления отчета составляются и передаются по мере их окончания смежным отделам необходимые проектные документы (ведомости резервов, болот, графики и т.п.), уточняются по данным анализов грунты на продольном профиле, составляются коллекции грунтов и дорожно-строительных материалов, характерных для района строительства дороги.

4.5I. В результате инженерно-геологических изысканий для реконструкции дороги представляются следующие материалы:

- пояснительная записка по природным условиям района изысканий;
- инженерно-геологическая карта - схема районирования местности (в сложных природных условиях);
- продольный профиль по оси дороги с нанесенными грунтами;
- график промеров дорожной одежды:
- геолого-литологические разрезы или колонки в местах реконструкции существующих сооружений;
- паспорта пучинистых участков;
- ведомость резервов грунтов;
- данные анализов грунтов и воды;

Данные о сейсмичности в пунктах строительства определяют по карте сейсмического районирования СССР (приложение № 2 к СНиП П-7-8I).

Уточнение сейсмичности производят на основании карт сейсмического микрорайонирования, или по материалам инженерно-геологических изысканий согласно СНиП I.02.07-87.

5. МЕСТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

5.I. К местам индивидуального проектирования относятся участки, опасные в отношении устойчивости земляного полотна.

Как правило, при изысканиях такие места обходят трассой. Если обход невозможен или нецелесообразен по технико-экономическим соображениям, инженерно-геологические изыскания на таких участках проводят по индивидуальным программам. В таких случаях количество, глубина, размещение выработок, количество точек наблюдения и виды испытаний определяются инженерно-геологическими условиями и указываются в программе работ.

К местам индивидуального проектирования относятся:

- насыпи выше I2 метров и насыпи на слабых основаниях;

- выемки глубиной более I2 метров в нескальных грунтах и в скальных более I6 метров, а также выемки в глинистых переувлажненных грунтах с показателем консистенции более 0,5 или вскрывающие сдоносные горизонты; выемки глубиной более 5 метров в глинистых грунтах в районах с избыточным увлажнением, а также в глинистых грунтах, резко снижающих прочность и устойчивость в откосах при воздействии климатических факторов;

- оползни, осыпи; участки, подверженные солевым выносам; участки, опасные в отношении обвалов и лавин; растущие овраги; места образования наледей; пучинистые участки; участки с погребенными льдами и мерзлотными формами, буграми пучения и т.п.

К ним относятся: районы развития карста районы развития лёсс лессовидных просадочных грунтов районы распространения засоленных грунтов; участки с повышенной снегозаносимостью и пескозаносимостью.

При составлении программы работ учитываются требования СНиП I.02.07-87.

Объем работ зависит от наличия материалов инженерно-геологических изысканий прошлых лет, сложности инженерно-геологических условий и стадии проектирования.

5.2. Задачей обследований мест индивидуального проектирования является:

- установление причин интенсивности и площади распространения неблагоприятных физико-геологических процессов (явлений)

- определение степени влияния их на устойчивость земляного полотна и других сооружений автомобильной дороги;

- прогноз влияния дороги и дорожных сооружений при строительстве и эксплуатации на дальнейший ход указанных процессов

Инженерно-геологическое обследование мест индивидуального проектирования производится в соответствии с разработанной для каждого конкретного случая программой. При составлении программ следует руководствоваться изложенными ниже рекомендациями.

5.3. В настоящих "Указаниях" приводятся рекомендации по полнению инженерно-геологического обследования мест индивидуального проектирования на стадии изысканий для проекта (рабочего проекта).

Инженерно-геологические изыскания этих мест на стадии рабочей документации производятся для уточнения проектных решений или принятия новых, с уменьшением сметного лимита на строител

Следует иметь в виду, что за период между изысканиями и началом строительства объекта обычно проходит 2-3 года. За это мя вполне вероятны те или иные изменения в состоянии оползня, осыпи или какого-либо иного места индивидуального проектирова Поэтому выполнение дополнительных предпостроечных обследовани мест индивидуального проектирования следует считать обязатель Объем дополнительных работ, требуемый при этих обследованиях, должен определяться каждый раз индивидуальной программой.

5.4. Инженерно-геологические обследования мест индивидуального проектирования на предпроектной стадии (ТЭО) выполняются д предварительной оценки вариантов трассы и выбора оптимального варианта в соответствии с п. 3.I-3.II.

А. Инженерно-геологическое обследование мест устройства высоких насыпей

5.5. Целью обследований является разработка мероприятий, необходимых для обеспечения устойчивости насыпи в данных природных условиях.

5.6. Обследование заключается в инженерно-геологической съемке участка, где проектируется насыпь, с заложением разведочных выработок. Съемка производится на полосе шириной не менее 200 м (по 100 м справа и слева от трассы). Масштаб съемки 1:1000 - 1:500.

Задачами съемки являются:

а) получение общего представления о геологическом разрезе и о площадном распространении различных грунтов в пределах участка. Особо тщательно должны выявляться и изучаться места пересечения проток и стариц, где могут быть слабые иловатые грунты, торфяники и тугопластичные грунты;

б) оконтуривание участков со слабыми грунтами;

в) изучение и отражение на карте следов современных физико-геологических процессов.

Съемка дополняется разведочными выработками, шурфами и скважи

5.7. Выработки должны закладываться по поперечникам из 3-5 выработок в зависимости от высоты насыпи и характера грунта, поперечники располагаются в зависимости от сложности инженерно-геологических условий, но не реже чем через 100 метров. Глубина выработок при прочных и однородных грунтах должна быть менее 5,0 м. При наличии слабых грунтов выработками следует пройти их всю толщу и углубиться в плотный грунт на 2-3 м. Глубина выработок определяется индивидуальной программой.

Расстояние между скважинами на поперечнике назначается в зависимости от высоты насыпи и предполагаемой ее ширины в основании.

5.8. Из характерных выработок отбираются образцы грунта для лабораторного определения: а) для глинистых грунтов - удельного веса частиц грунта, естественной влажности, пределов консистенции, сопротивления сдвигу и компрессионных свойств; б) для сыпучих грунтов - удельного веса, гранулометрического состава, коэф-

фициента фильтрации.

Количество монолитов должно быть не меньше 6 из каждого выделенного однородного слоя.

5.9. При инженерно-геологическом обследовании мест устройства насыпей на косогорах I:5 и круче особое внимание обращается на устойчивость грунтов, слагающих косогор, и на гидрогеологические условия.

5.I0. Задачей лабораторных испытаний грунтов является получение данных, достаточных для суждения о поведении их под нагрузкой от веса насыпи, по прочностным и деформативным показателям

5.II. Одновременно с инженерно-геологическим обследованием основания насыпи производятся поисковые и разведочные работы с целью обеспечения строительства грунтом для отсыпки насыпи. Поиски и разведка резервов не требуются когда насыпь целиком отсыпается из грунтов выемок.

5.I2. В результате камеральной обработки материалов должен быть представлен паспорт места устройства насыпи, в который входят: инженерно-геологическая карта масштаба I:I000 и крупнее с нанесением пройденных выработок, геолого-литологические разрезы по оси насыпи и по поперечникам; пояснительная записка с рекомендацией по возведению насыпи и расчетными характеристиками грунтов для грунтов основания - дельного веса, коэффициента пористости, угла внутреннего трения, сцепления. Для грунтов, из которых будет отсыпана насыпь, указывается оптимальная влажность и плотность, а также угол внутреннего трения.

Б. Инженерно-геологические исследования насыпей на слабом основании

5.I3. К слабым относят связные грунты (глинистые и органические), сопротивляемость сдвигу которых, определяемая крыльчаткой менее 0,075 МПа, а величина удельного сопротивления статическому зондированию конусным наконечником с углом при вершине 30^0 составляет $\leq 0{,}05$ кг/см^2. Модуль осадки таких гр при нагрузке 0,25 МПа более 50 мм/м.

представителями

а) органические слабые грунты (торфы, некоторые виды сапропелей и т.п.), содержащие более 60% по весу органических веществ

б) органо-минеральные слабые грунты (заторфованные глины, заторфованные илы и т.п.), содержащие более 60% по весу органических веществ;

в) минеральные слабые грунты (илы), ильдиевые глины и глинистые грунты мягкопластичной и текучей консистенции, содержащие менее 40% органических веществ.

5.14. По условиям образования слабые глинистые грунты относятся к четвертичным озерно-ледниковым, послеледниковым, морским, долювиальным, пойменным и болотным отложениям. Мощность слабых грунтов может быть самой разнообразной и колеблется от 1-2 до десятков метров.

Более подробная характеристика слабых грунтов приведена в приложении № 7.

5.15. Во всех случаях при изысканиях дороги следует стремиться обойти участки со слабыми грунтами, или при невозможности обхода - пересечь их в наиболее узком месте с меньшей мощностью слабых грунтов.

5.16. Целью инженерно-геологических исследований в районах распространения слабых грунтов является:

а) определение границ распространения слабых грунтов в пределах расположения возможных вариантов трассы;

б) определение мощности и условий их залегания;

в) изучение сложения, состава, состояния и свойств слабых грунтов, а также подстилающих и перекрывающих их образований;

г) поиски и разведка грунтов для возведения насыпей.

5.17. Подробным техническим изысканиям в районах распространения слабых грунтов должны предшествовать предпроектные работы (ТЭО), в котором представляются основное направление и конкурирующие варианты трассы.

5.18. Инженерно-геологические изыскания производят в следующем порядке:

– выполняется инженерно-геологическая съемка в масштабе I:5000 в полосы возможного варьирования. Качество съемки повышается при использовании аэрофотоснимков и выполнении полевого инженерно-геологического дешифрирования. Задачи съемки состоят в определении контуров болот и участков слабых грунтов вдоль трассы и ориентировочной их мощности. При этом определяется тип болота, источники питания, характер растительности, генезис и став слабых грунтов. Аэрометоды и геоботанические методы позволя в первом приближении, частично оконтурить на карте площади распространения торфов и слабых водонасыщенных грунтов, иногда и выделить места со значительной мощностью толщи последних.

Для уточнения выбора направления трассы закладывают зондировочные скважины по сетке от 50х50 до I00хI00, в зависимости размеров участка вдоль предварительно намеченной трассы и возможных ее вариантов на полосе шириной до 300 метров.

При этом для определения плотности грунтов используют статическое зондирование, как правило, с применением легких конструкций пенетрометров, которое помогает уточнить границы слабо толщи. Для характеристики поперечных уклонов дна болота закладывают 2-4 скважины по поперечникам.

Лабораторных испытаний грунтов на этом этапе не производят Устанавливается лишь тип слабого основания.

По результатам первого этапа изысканий делают выбор наибол целесообразного варианта и заключение о проработке варианта, предусматривающего использование в качестве основания земляного полотна толщи слабых грунтов.

Второй этап изысканий (для проекта) назначается лишь в том случае, когда на первом этапе изысканий установлена целесообразность проработки варианта с использованием в основании земляного полотна слабой толщи.

По принятому к проектированию варианту производят в этом случае подробное обследование в соответствии с конкретными инженерно-геологическими условиями и составленной индивидуальной программо

5.I9. При инженерно-геологическом обследовании толщ слабых глинистых грунтов и торфов закладываются буровые скважины и применяются геофизические методы разведки. Шурфы применяют лишь в

отдельных случаях, в основном для отбора монолитов грунта.

5.20. Буровые скважины разделяются на зондировочные и опорные. Зондировочные скважины предназначаются для определения мощности слабых грунтов, их расчленения на однородные по составу и свойствам слои (инженерно-геологические элементы), выявления водоносных горизонтов и характера поверхности пород, подстилающих слабые грунты, в том числе и уклонов минерального дна болот. При бурении этих скважин отмечается плотность грунтов (по проходке), их влажность, а для торфов (дополнительно) степень разложения, пнистость. Зондировочные скважины углубляются в грунты минерального дна болота или в подстилающие плотные грунты на 0,5 метра.

Значительную помощь для выделения инженерно-геологических элементов дает применение полевых методов испытания грунтов.

5.21. Полевые испытания торфов и слабых глинистых грунтов выполняются для получения прочностных характеристик грунтов в условиях их естественного залегания. Эти испытания не исключают лабораторных исследований, а дополняют их и сокращают. Грунты слабой толщи испытывают на сдвиг в условиях естественного залегания с помощью приборов типа крыльчатки, что дает возможность выделить однородные по прочности слои. Сопротивляемость сдвигу замеряют на характерных поперечниках не менее, чем по трем скважинам, на остальных поперечниках - по одной скважине. Замеры по глубине производят, как правило, через 0,5 метра слабой толщи, причем для каждого расчетного слоя на опорном поперечнике должно быть не менее шести определений сопротивления сдвигу.

В целях получения дополнительных данных и более полного изучения физико-механических свойств слабых грунтов используют методы статической и динамической пенетрации. График изменения сопротивлению вдавливанию по глубине дает возможность выявить границы отдельных, различных по плотности и прочности слоев слабых грунтов

В дополнение к полевым методам испытаний прочности грунтов в условиях естественного залегания для выделения инженерно-геологических элементов (расчетных слоев) следует определять основные показатели состава и состояния грунтов (влажность, естественную плотность), пределы пластичности - для глинистых грунтов. Содержание органических примесей, степень разложения и ботанический состав - только для торфов.

5.22. Зондировочные скважины рекомендуется располагать по поперечникам. Осевые скважины следует проходить комплектом I27/II5 мм с обсадкой. Скважины в стороне от оси проходятся бу геолога, буром Гикторфа или 2-х дюймовым (60/50 мм) ручным или механизированным комплектом без обсадки.

При небольших по протяжению участках (до I00 м) поперечни закладываются через 25 м с обязательным расположением по одном поперечнику у границ участка распространения слабых грунтов, пр большем протяжении через 50 метров. Количество скважин на поперечнике может быть до 3 до 7 в зависимости от конкретных услови На участках болот с уклоном минерального дна более I0% поперечники закладываются через 25 м. То же касается долин, стариц и других углублений, заполненных слабыми грунтами. Ширину обсле емой полосы принимают не менее двух ширин земляного полотна пон

5.23. При значительной мощности слабых грунтов (более I0 м и большом их протяжении вдоль трассы рекомендуется часть зондировочных скважин (до 30-40%) заменять электрозондированием.

5.24. По результатам бурения, визуального описания, полевы испытаниям и анализам грунтов выделяют расчетные слои и определяют расчетные значения основных показателей состава и состояни грунтов в пределах каждого слоя. По этим данным уточняют границ расчетных участков.

5.25. Опорные скважины предназначаются для детального послойного описания торфов и слабых глинистых грунтов, отбора монолито для лабораторных исследований, проведения гидрогеологических наблюдений и опытных полевых испытаний грунтов. Опорные скважины углубляются в грунт минерального дна болота, или при слабых глинистых грунтах, в плотные грунты на 2-3 метра. При большой мощност слабых грунтов (более I0 метров) глубина опорных скважин определяется индивидуальной программой, в зависимости от глубины активной зоны (обычно эта глубина составляет I-I,5 ширины земляного полотна понизу).

5.26. Опорные скважины закладываются по оси трассы из расчета I-2 скважины на участок протяжением до I00 метров, При большом протяжении участка и однородных условиях опорные скважины закладываются через I00-I50 м. Как правило, на каждом участке с

тносительно однородными условиями должно быть не менее I скважины. горные скважины рекомендуется проходить станками БУКС-ЛГТ, поскольку ударно-канатное бурение, если соблюдать осторожность при проходке, менее нарушает сложение вскрываемых слабых пород. При проходке слабых пород буровой снаряд (стакан, желонку следует е забивать, а осторожно вдавливать в забой при нагружении ударными штангами.

Скважины обязательно обсаживаются трубами диаметром не менее 27/II5 мм. В трудно доступных районах может применяться ручное урение скважин того же диаметра.

Бурение рекомендуется производить следующим образом: после ятия очередного монолита обсаживаются обсадные трубы до забоя, роизводится очистка скважины путем осторожного задавливания жеонки, грунт извлекается медленным подъемом (без резкого отрыва), атем производится последующее углубление скважины грунтоносом на лубину 0,5-0,7 м в зависимости от длины грунтоносов.

5.27. Места расположения опорных скважин и места отбора монолитов определяют на основании обобщения результатов зондировочного урения с таким расчетом, чтобы основные показатели состава и сосояния отбираемых монолитов в возможно большей степени отвечали асчетным значениям этих показателей для выделенных слоев в пределах асчетных участков. Количество отбираемых монолитов зависит от сосава испытаний, определяемого типом основания по устойчивости (или троительным типом болот), но не должно быть для несущих слоев менее ести.

При основаниях на болотах первого типа определяют удельный вес плотность) грунта и выполняют компрессионные и консолидационные спытания (не менее шести образцов). При основаниях на болотах и III типов, кроме компрессионных и консолидационных испытаний, роизводят испытания грунта на сдвиг из наиболее слабого слоя (за ключением грунтов, которые заведомо будут выдавлены или удалены ругим способом).

Количество монолитов, отбираемых для сдвиговых испытаний, долно обеспечить не менее 9-I2 образцов для каждого выделенного слоя. ребуемое количество монолитов должно быть увеличено при отборе на 5-20% на случай порчи их при транспортировке и проведении испытаний.

5.28. Для отбора монолитов слабых глинистых грунтов следу применять тонкостенные задавливаемые грунтоносы типа Игумнова, Фурса с бумажными многослойными керноприемными гильзами и подс кателями в виде серновидных ножей. Для взятия монолитов торфа обуривающие или поршневые грунтоносы.

Опробованием должен быть охвачен каждый горизонт изучаемо толщи в 6-10 точках по площади для участков протяжением до 1 к Размер монолитов должен быть не менее 20 см длиной из скважин 20х20х20 см из шурфов.

Для массовых определений влажности, плотности, пластичност содержания органических примесей, степени разложения, ботаничес кого состава и др. можно пользоваться цилиндрами, вырезаемыми буровыми станками в интервалах между монолитами. Из слоев слабо плотности такие образцы отбираются через 0,5 м, а для более пло ных разностей - через 0,5-1,0 метра.

При сильной изменчивости слабых грунтов, в случаях если на меченных опорных скважин не хватает для отбора монолитов, следу закладывать дополнительные выработки.

5.29. Гранулометрический состав грунта определяется по 2-3 пробам для каждого слоя грунта, а минералогический - по одной пробе для каждого вида грунта на участок.

Для определения пределов пластичности глинистых грунтов от бирается по 2-3 образца из каждого горизонта грунта на участок. Образцы, во избежание необратимого свертывания (коагуляции) кол лоидов не рекомендуется высушивать.

5.30. По монолитам определяется:

1. Угол внутреннего трения и сцепления: методом быстрого га - 70-90% монолитов, 10-30% монолитов - методом выдержанного сдвига.

2. Пористость, сжимаемость, модуль осадки и деформации. Ко прессионные испытания производятся для расчета полной осадки насыпи, по 50-70% монолитов из верхней активной зоны грунтов (до глубины 5-7 метров).

5.31. Компрессию торфа рекомендуется производить методом сокращенных испытаний. Определение коэффициента консолидации дл

расчета хода осадки сооружения во времени выполняется методом компрессии на 30-50% монолитов.

Определение коэффициента фильтрации по напластованию и нормально к напластованию производится прямым методом (на приборах по замеру времени фильтрации воды и для сравнения косвенным методом (вычислениями при компрессионном испытании).

Коэффициент фильтрации определяется для расчета осадки сооружения во времени и расчета дренажных устройств (свай, дрен, прорезей) на 30-50 монолитов.

Кроме этого определяются:

а) ботанический состав торфа;
б) зольность торфа;
в) содержание органических примесей в глинистых грунтах;
г) удельный вес частиц грунта.

5.32. При проведении компрессионных испытаний всех грунтов, во избежание преждевременного выпора образца из щелей прибора, следует принимать малые ступени приращения нагрузок: 0,05 кг/см2, далее по 0,1 кг/см2 и до 1-го кг/см2.

Сопротивляемость сдвигу рекомендуется производить по методике быстрого сдвига под водой, с учетом нестабилизированного состояния грунта.

5.33. В результате обследования болота или участка со слабыми грунтами представляется инженерно-геологический паспорт болота или участка, состоящий из инженерно-геологической карты с нанесенными выработками, изолиниями мощности слабой толщи, геолого-литологическими разрезами основной трассы и вариантов с выделением расчетных слоев одинаковых по своим физико-механическим свойствам, данных лабораторных и полевых испытаний грунтов, воды с указанием физико-механических показателей грунтов в пределах каждого слоя, пояснительной записки, где дается описание участка, техническая характеристика слабых грунтов и заключение о необходимых мероприятиях для обеспечения устойчивости земляного полотна (см. образцы оформления материалов инженерно-геологических изысканий, Союздорпроект, 1991 г.).

5.34. При изысканиях для разработки рабочей документации производятся дополнительные исследования грунтов по специальным

программам в зависимости от принятого в проекте способа возведения земляного полотна. Закладывают контрольные скважины и производят опытные работы с целью выработки окончательных и более прогрессивных и надежных решений.

5.35. Полевые испытания грунтов должны обеспечить получение правильных расчетных характеристик для каждого слоя, выделенного в толще слабых грунтов. Количество испытаний для каждого слоя должно быть не менее шести.

Полевые испытания контролируются и дополняются испытаниями и анализов проб грунтов с нарушенной и ненарушенной структу Для увязки с данными контрольных испытаний монолитов полевые испытания должны производиться в выработках, закладываемых с опорными скважинами при производстве изыскательских работ для рабочего проекта. Они выполняются с учетом требований п.п.5.16

Инженерно-геологические изыскания в местах выемок, сооружаемых по индивидуальным проектам

5.36. Условия отнесения выемок к сооружаемым по индивидуальным проектам, изложены в п.5.1.

Целью инженерно-геологических изысканий является выявление характера грунтов и гидрогеологических условий в объеме, достаточном для разработки правильных проектных решений, обеспечивающих устойчивость откосов выемки верхней части земляного полотна дороги.

Устанавливается группа грунта по трудности разработки. Выявляются грунтовые воды, их дебит, направление потока, возможное колебание уровня.

Устанавливается пригодность грунтов выемки для основания дорожной одежды и возведения насыпей. Полученные данные должны быть достаточны для составления проекта противодеформационных мероприятий, если таковые потребуются, и проекта организации производства строительных работ.

5.37. Инженерно-геологическое обследование мест устройст выемок, сооружаемых по индивидуальным проектам, заключается в инженерно-геологической съемке и разведке места устройства вы

Места устройства выемок подлежат обязательной топографической съемке.

Масштаб плана в зависимости от сложности рельефа участка принимается от 1:500 до 1:2000. Ширина полосы, подлежащей съемке, должна быть не менее 200 м (по 100 м в каждую сторону от оси трассы). Количество выработок, закладываемых при разведке выемки, а также глубина выработок определяются геологическим строением гидрогеологическими условиями места устройства выемки, ее глубиной и протяженностью.

5.38. Разведочные работы заключаются в проходке шурфов и буровых скважин по оси и в обе стороны от нее (на поперечниках) с расстоянии 20-30 м от оси - в пределах проектируемой выемки. Густота намечаемых разведочных поперечников зависит от разнообразия литологического состава грунтов и гидрогеологических условий. При однородных грунтах расстояние между поперечниками должно быть 50-100 метров. При разнородных грунтах поперечники располагаются более часто.

5.39. Глубина выработок должна быть не менее, чем на 2,0 м ниже нормативной глубины промерзания грунтов с учетом положения проектных отметок (красной линии) или дренажных и водопонижающих устройств. При наличии скальных пород выше дна проектируемой выемки выработка должна пройти их разрушенную зону с заглублением в крепкую скалу не менее, чем на 0,5 метра. При благоприятных условиях до 30-40% выработок может быть заменено в этом случае точками геофизических наблюдений.

5.40. Во время проходки скважины производятся гидрогеологические наблюдения, отбор образцов и монолитов из каждой разновидности грунтов.

На первом этапе инженерно-геологической разведки отбираются образцы грунта с нарушенной структурой для определения основных показателей состава и состояния грунта в пределах каждого слоя:

естественной влажности;

оптимальной влажности и плотности;

числа пластичности и показателя консистенции;

гранулометрического состава и коэффициента фильтрации (для песчаных грунтов). Последний необходим для суждения о их дренажных свойствах.

При глинистых грунтах применяют микропенетрацию.

Для определения состава и состояния глинистых грунтов на каждом поперечнике из каждого слоя рекомендуется отобрать не менее шести образцов.

На втором этапе отбираются монолиты грунтов для определен кроме состава и состояния, естественной влажности, плотности и сопротивления сдвигу, необходимые для расчета устойчивости откосов выемки.

Места отбора монолитов назначаются с таким расчетом, чтобы показатели состава и состояния грунта их возможно больше соответствовали расчетным значениям этих показателей, установленным по результатам первого этапа изысканий для слоя в целом. В качестве основной исходной характеристики для глинистых грунтов принимаются число пластичности и коэффициент консистенции.

5.41. При обследовании мокрых выемок, задаваемые выработки которых должны быть 3-5 на каждом поперечнике, проходятся до водоупора или слоя плотных пород при залегании их не ниже 6 метров от проектной отметки. Определяется направление движения грунтовых вод всех горизонтов, для чего производится одновременный замер уровня воды во всех выработках, вскрывших водоносные горизонты или применяются геофизические методы.

В том месте, где наблюдается наиболее сильный приток воды в выработки, производится опытная откачка для определения водоотдачи и уточнения коэффициента фильтрации водовмещающей породы, что необходимо для проектирования дренажных устройств.

Если водоприток слабый, производят кратковременную откачку и отмечают скорость восстановления уровня воды в скважине после откачки для всех горизонтов.

5.42. При обследовании скальных выемок следует иметь в виду что крутизна устойчивого откоса зависит здесь от направления и угла падения слоев, трещин.

Для осадочных и метаморфических пород требуются замеры элементов залегания пластов (простирания и угла падения) и изучение их трещиноватости, а для изверженных пород - изучение трещиноватости и тектонической раздробленности.

Нарушение откосов выемки может произойти вследствие неблагоприятного залегания пластов, когда угол их падения меньший, чем принятая крутизна откосов выемки.

Во всех горных породах при наличии сильной раздробленности и выветрелости, даже и при благоприятном падении слоев, при вскрытии выемки могут возникнуть обвалы и осыпи. Поэтому для определения крутизны откосов очень важно знать (возможно более точно) мощность выветрелой зоны, для чего могут быть успешно применены в дополнение к выработкам географические методы разведки. Обрушения откосов могут произойти также при разделении трещинами горного массива на отдельные блоки, неблагоприятном падении пластов или расположения трещин.

5.43. При обследовании скальных выемок изучаются: петрографический состав пород, степень выветривания, элементы залегания слоев, направление и углы падения, трещины.

Особенно важным является изучение трещиноватости, часто определяющей крутизну откоса выемки. Трещины при описании и съемке должны быть разделены в соответствии с их генезисом на:

1. Трещины первичной отдельности и трещины напластования.
2. Трещины тектонические и трещины кливажа.
3. Трещины разгрузки.
4. Трещины выветривания и трещины от взрывных работ.

Подробно изучаются элементы залегания, протяженность, ширина и глубина трещин, заполнение.

Следует давать количественную характеристику трещиноватости (количество трещин на единицу площади).

5.44. Разведочные работы сопутствуют инженерно-геологической съемке и заключаются в проходке шурфов, расчисток и буровых скважин. Широко применяются также геофизические методы (электрозондирование, микросейсмика, магнитометрия) с расположением точек на поперечниках через 50-100 метров. Количество скважин может быть на этом уменьшено на 30-40% в зависимости от длины выемки и условий залегания пород.

В плотных и однородных скальных породах глубокие выработки, как правило, не закладываются. Исключение представляют участки,

где имеет место чередование различных пород, наличие зон разу шения на больших глубинах, обводненность.

5.45. В результате обследования выемок представляется пас порт выемки, включающий в себя:

- инженерно-геологическую карту или схему с нанесением на нее (если имеются грунтовые воды) гидроизогипс, всех пройденны выработок и точек в местах применения геофизических методов разведки;

- геолого-литологические разрезы по оси трассы и по попер никам, данные лабораторных испытаний грунтов и их расчетные ха рактеристики, пояснительную записку, в которой характеризуются природные условия участка в целом и даются рекомендации:

а) о допускаемой крутизне откосов выемки и способов их укрепления;

б) о способах возведения земляного полотна (необходимос замены грунтов выемки) морозостойким грунтом;

в) о дренажных устройствах и отводе грунтовых и поверхн ных вод.

5.46. На стадии рабочей документации производится контр ное бурение для уточнения влажности грунтов, уровня и дебита грунтовых вод. Производятся опытные работы. Объем работ уста ливается специальной программой. При рабочем проекте объем и состав работ выполняется по п.п. 5.36 - 5.45.

Инженерно-геологическое обследование оползневых участков

5.47. Оползнями называют скользящее смещение горных поро слагающих склон, под действием их веса. Причиной возникновени таких смещений могут быть потеря устойчивости пород подошвы массива склона, потеря породой упора у основания склона, осла ление связи пород на склоне.

Оползни возникают вследствие несоответствия крутизны скл характеру и состоянию слагающих его пород. Для оползнеопасных склонов должны быть установлены:

- формы рельефа, углы наклона морфологических элементов; тория развития, генезис и возраст склонов;

- условия залегания в массиве грунта поверхностей и зон слабления (в том числе поверхностей смещения активных и старых ползней) и физико-механические свойства пород по этим поверхностям и зонам;

- тектоническая нарушенность горных пород, возраст, генезис, словия залегания, литологические и текстурные особенности и их влияние на развитие оползневых процессов, сейсмичность; режим ровня и напора горизонтов подземных вод и их влияние;

- особенности эрозии и переработки берегов;

- опыт противооползневых мероприятий.

Программа полевых обследований оползней разрабатывается применительно к каждому конкретному оползневому участку.

В сложных случаях, при значительных объемах оползневых смещений к составлению программы обследования следует привлекать работников местных противооползневых станций и других специалистов по оползням.

В программу включаются:

а) топографическая съемка;

б) инженерно-геологическая съемка оползня и прилегающей к нему площади, с использованием материалов аэрофотосъемки и необходимыми геолого-разведочными и геофизическими работами;

в) полевые и лабораторные испытания грунтов, анализы воды.

При описании оползней следует руководствоваться классификацией оползней, приведенной в приложении № II.

5.48. Инженерно-геологическая съемка в сложных случаях производится в двух масштабах - мелком (но не мельче I:50000) и крупном - I:2000 и крупнее.

Основой для инженерно-геологической съемки должен служить топографический план такого же масштаба или крупнее. Съемкой захватывается как оползневой участок, так и прилегающая к нему площадь. В бортовых частях эта площадь захватывает полосу до 50-I00 метров склона до I00 метров за его бровку, в нижней части

до 50 м дальше языка оползня. При небольшом протяжении оползне вого участка в простом строении строении можно ограничиться то ко крупномасштабной съемкой.

Мелкомасштабная съемка должна осветить оползневой склон и прилегающую к нему площадь.

Съемкой желательно охватить область питания водоносных го зонтов (если она близко расположена), речные террасы, что може помочь установить возраст оползней.

В результате мелкомасштабной съемки выясняются основные ч ты геологии и геоморфологии местности, гидрогеологические усло пути поступления воды в оползневой склон, область ее питания.

Крупномасштабная инженерно-геологическая съемка производи в масштабе I:1000, I:2000 с сечением горизонталей I,0 - 0,5 м.

Топографическая съемка является по существу составной част инженерно-геологической съемки и производится под наблюдением с участием инженера-геолога. На топографическом плане должны б показаны и описаны геологом:

выходы маркирующих горизонтов (слоев как смещенных, так и несмещенных) с указанием абсолютной высоты залегания, все вид ды и скопления воды с указанием их характера, границы оползнево зоны, промоины, овраги, западины, валы выпирания, оползневые ст пени, все виды трещин, искусственные сооружения, в том числе противооползневые (насыпи, выемки должны быть вычерчены в гор зонталях); разведочные выработки и точки геофизических наблюде ний; оползневые репера.

Съемка должна производиться в одной системе с трассой доро

При съемке производится описание рельефа склона и всех мес отмеченных выше. Определяется генезис и возраст отдельных эле ментов рельефа.

5.49. По обнажениям и выработкам изучается характер пород слагающих оползневой склон, как нарушенных, так и ненарушенных Для ненарушенных пород определяется порядок напластования, лито логический состав, распространенность, элементы залегания, нап ление и углы падения пластов (плоскостей напластования и трещи отдельностей). Наличие тектонических нарушений и их характер.

станавливаются состав, мощность и условия залегания покровных рунтов и оползневых накоплений. Особое внимание уделяется изу-ению подземных вод, определяется дебит источников, причины аболоченности. Определяется наличие водоносных горизонтов в ко-енных породах, их характер, глубина залегания, мощность, область итания, связь с поверхностными водами, изучается характер вли-ния на развитие оползней подмыва, волноприбоя, поверхностных вод, суффозии. Устанавливаются основные причины оползания.

5.50. Закладываемые при изучении оползня разведочные выработки и точки геофизических наблюдений должны быть расположены с таким расчетом, чтобы можно было составить разрезы по линии, совпадающей с направлением движения оползня, и по линиям, перпендикулярным к этому направлению, а также по другим характерным линиям. Количество створов определяется в каждом отдельном случае и индивидуальной программой. Часть створов должна обязательно пересекать оползневое тело, а другие устанавливаться на прилегающих участках склонов, не затронутых оползнем.

5.51. Точки геофизических наблюдений по намеченным створам располагаются через 15-25 метров. Длина створов должна захватывать полосы за границей оползневого срыва на 100 метров. Расстояние между створами обычно составляет 50-100 метров.

Геофизическими методами можно выявить:

1. Литологический разрез.
2. Поверхность скольжения.
3. Глубину залегания грунтовых вод.
4. Трещиноватость пород (преобладающее направление трещин).
6. Изменение упругих свойств пород вблизи зоны смещения.

Для решения указанных задач рекомендуются следующие методы:

I. Электроразведка постоянным током:

а) вертикальное электрическое зондирование;
б) электропрофилирование;
в) метод кругового вертикального зондирования и кругового электропрофилирования для определения трещиноватости;
г) метод вызванных потенциалов;
д) метод заряда (для решения задачи 6).

П. Электроразведка переменным током.

Ш. Сейсморазведка переломленными волнами аппаратурой для малых глубин (АСН-I,ОСУ-2 и др.).

Наибольший эффект для решения поставленных задач может д не один какой-либо метод, а комплексное применение ряда метод при котором один метод дополняет и уточняет другой. Геофизиче ские методы применяются в сочетании с горно-буровыми работами

5.52. Буровые и шурфовочные работы при изучении оползнев склона производятся для изучения геологического строения скло получения детальной литологической и инженерно-геологической характеристики слагающих склон пород, изучения особенностей и залегания, гидрогеологических условий, отбора образцов грунта и воды для лабораторных исследований, проведения различных оп ных работ.

Кроме того, буровые скважины и шурфы служат для получени гараметрических характеристик грунтов, необходимых для выполн ния геофизических работ.

5.53. Количество и глубина разведочных выработок завися от величины оползневого участка и сложности инженерно-геолог ческих условий. В каждом отдельном случае они определяются и дивидуальной программой.

Разведка, как правило, производится скважинами. Отдельн шурфы задаются при необходимости наблюдения площади скольжени состояния грунтов и циркуляции грунтовой воды.

Несмотря на трудность проходки шурфов, заложение некото количества их при обследовании оползневых участков, следует тать обязательным, так как шурфы дают возможность с большой нотой и точностью охарактеризовать оползневые грунты и устан вить границу смещенных грунтов.

Выработки, проходимые в оползневом теле, должны войти в несмещенную породу на 3-5 метров.

При благоприятных условиях до 30% выработок может быть заменено точками геофизических наблюдений.

Буровые скважины проходятся наконечниками большого диам (не менее 127 мм), чтобы иметь возможность взять монолиты ну ного размера.

5.54. Отбор образцов грунта и монолитов с ненарушенной структурой производится для всех разновидностей грунтов из выработок, располагаемых на центральном створе, а при значительной длине участка - из выработок через I-2 створа.

При однородной толще образцы берутся через I-2 метра. Консистенция и механическая прочность грунтов определяются также методами микропенетрации керна и глубинного зондирования для определения прочностных и деформативных характеристик грунтов в зоне скольжения.

Образцы с нарушенной структурой и монолиты должны быть отобраны из всех слабых грунтов и приконтактных зон глинистых грунтов с подстилающими грунтами.

5.55. По отобранным пробам грунта определяются: естественная влажность и плотность в природном залегании, пределы пластичности, величина набухания, гранулометрический и минералогический состав. Для сыпучих грунтов определяется объемный вес, гранулометрический состав, угол естественного откоса, коэффициент фильтрации.

Пробы для определения естественной влажности отбираются из всех выработок через 0,5-I,0 метр.

Для определения сопротивления сдвигу и величины сцепления отбираются монолиты. Монолиты отбираются из каждой разновидности грунтов не менее, чем по 6 штук.

Кроме этого, в полевых условиях производится также определение сопротивления грунта сдвигу крыльчатками в шурфах и скважинах.

5.56. Определение сдвигающих усилий может производиться на плоскостных приборах при вертикальных нагрузках 0,5 Рб, I,0 Рб и I,5 Рб (Рб - бытовая нагрузка). Для получения правильных результатов при Рб менее I кг/см2 первая нагрузка берется 0,5 кг/см2. Сдвиг производится быстрый (закрытая система) и под каждой вертикальной нагрузкой осуществляется 3 раза:

а) в монолите, т.е. с естественной структурой;

б) после первого сдвига образец составляется и сдвиг вторично производится по уже срезанной поверхности;

в) после второго сдвига третий сдвиг производится по подготовленной (т.е. срезанной вторично) поверхности, но увлажненной.

Для расчета используются данные произведенного сдвига по подготовленной увлажненной поверхности.

5.57. При описании оползня надлежит руководствоваться терминологией, характеризующей отдельные элементы оползня.

Вся смещенная масса пород называется телом оползня. Поверхность несмещенных пород, на которой лежит тело оползня, называется поверхностью скольжения оползня. Верхняя граница оползня называется бровкой срыва. Линию, ограничивающую оползание массы, называют границей оползня.

Полосы, окаймляющие оползень справа и слева в направлении движения оползня, называются бортами оползня. Образующиеся на смещенном массиве грунта уступы, называются оползневыми ступенями.

В верхней части оползня располагаются трещины разрыва. Они смещены по вертикали, часто открыты (зияющие трещины). В нижней части оползня могут иметь место трещины вспучивания. Параллельно направлению движения оползня располагаются трещины скольжения. Вал, образовавшийся в подножье оползневого склона за счет выдавливания пород при оползневых подвижках, называется валом выпирания.

5.58. В результате обследования оползневого участка составляется следующая документация:

Инженерно-геологическая карта масштаба 1:2000 и крупнее, в соответствии с требованием п.п. 2.3 и 2.4. На карте показываются геолого-литологические разрезы по оползневой зоне и прилегающей территории с гидрогеологическими данными, в том числе по трассам проектируемых противооползневых сооружений.

Таблицы и графики определения физико-механических свойств грунта и анализов воды.

Таблица расчетных показателей по выделенным слоям (инженерно-геологическим элементам).

Пояснительная записка с описанием геологического строения, геоморфологических особенностей и гидрогеологических условий оползневого склона с подробным описанием инженерно-геологических условий устройства противооползневых сооружений, расчетными характеристиками грунтов.

Заключение о возможности проложения по оползневому склону автомобильной дороги и о необходимых противооползневых мероприятиях, обеспечивающих ее устойчивость.

5.59. По сравнению с данными изысканий на предыдущих стадиях, на стадии рабочей документации уточняются инженерно-геологические данные, состояния оползня и учета особенностей природной обстановки, необходимость которых диктуется совершенствованием проектных решений или сокращением стоимости противооползневых мероприятий.

Инженерно-геологические обследования в местах образования осыпей

5.60. Осыпи образуются на горных склонах, сложенных обнаженными породами, при выветривании которых образуется обломочный материал, скапливающийся в нижней части склона, который характеризуется рыхлым сложением и находится в подвижном, неустойчивом состоянии.

Степень подвижности и устойчивости осыпи определяется плотностью материала, слагающего осыпь, и интенсивностью поступления продуктов выветривания на поверхность осыпи, а также крутизной склонов.

По П.А.Пушкину устойчивость осыпи определяется коэффициентом подвижности осыпи:

$$K = \frac{\alpha}{\varphi};$$, где:

α - угол поверхности осыпи,

φ - угол естественного откоса материала, слагающего осыпь.

Чем меньше К, тем устойчивее осыпь.

По степени устойчивости осыпи разделяются на:

I тип - подвижные неустойчивые "живые" осыпи с рыхлым сложением интенсивно поступающего материала и большим уклоном поверхности. Коэффициент подвижности(К)равен единице или более единицы. Признаков затухания нет.

II тип - Слабо подвижные, малоустойчивые осыпи с рыхлым или слабо уплотненным сложением материала. Питание слабое. Коэффициент подвижности от 0,5 до I.0.

III тип - Неподвижные, относительно устойчивые осыпи с плотным сложением материала, небольшим уклоном поверхности и наличием на ней растительности
Коэффициент подвижности(К)- менее 0,5.

Поступление нового материала не наблюдается.

По преобладающему составу обломков осыпи разделяются на

а) крупнообломочные глыбовые осыпи, состоящие в основном массивных кристаллических пород с преобладающим размером обло ков более 100 мм. Средний угол естественного откоса - 37^0;

б) среднеобломочные щебеночные осыпи, состоящие из облом изверженных и прочных осадочных пород с преобладающим размеро обломков 20-100 мм. Средний угол естественного откоса - 35^0;

в) мелкообломочные щебеночные осыпи, состоящие в основно обломков размером 20-2 мм (сильно выветрелые прочные породы) γ, в среднем, $\sim 32^0$;

г) разнообломочные осыпи, состоящие из плитчатых или чатых обломков с гладкой поверхностью. Вредняя величина γ

5.61. При инженерно-геологическом обследовании должно установлено: границы распространения осыпи, ее мощность с нием рыхлой подвижной части, формы залегания осыпи (по осно и контакту прислонения), петрографический состав и гранулом ческий состав осыпного материала, петрографический состав и тояние горных пород, слагающих район питания и переноса, ста развития склона, питающего осыпь.

Инженерно-геологическое обследование осыпи заключается нерно-геологической съемке участка осыпи в масштабе 1:1000, 1:2000 с применением горно-буровых и геофизических работ.

Съемкой охватывается площадь распространения осыпи, ра ее питания и переноса, прилегающая к нему водосборная площ также полоса шириной по 50 метров, прилегающая к подошве ос

Мощность осыпи и ее устойчивость определяются геофизичес методами разведки, которые являются основными. Горно-буровые боты имеют контрольное значение и назначаются для установле геофизических параметров и отбора проб грунта на анализ и л раторные испытания.

При крупноблочном материале применяется микросейсморазв е при более мелком материале, кроме того, успешно может быть пр менено электрозондирование.

Геофизические поперечники обычно располагаются через 50-100 метров в зависимости от протяжения осыпи, но не менее трех поперечников на объект. Поперечники закладываются нормально к осыпному склону.

Контрольные шурфы или скважины задаются на характерных участках осыпи на 1-2-х поперечниках на объект протяжением до 150-200 метров. При большем протяжении осыпи разведочные поперечники располагаются через 200-300 м. Количество выработок и точек зондирования на поперечнике не должно быть менее 3-х.

Разведку предпочтительнее производить шурфами. При обнаружении грунтовых вод в теле осыпи количество выработок увеличивается для оконтуривания водоносного горизонта.

Угол откоса осыпного склона определяется при помощи эклиметра или другого угломерного инструмента.

При определении угла естественного откоса, свойственного данному обломочному материалу, действующей осыпи необходимо заложить крутизну откоса на ближайшем, уже задерновавшимся участке осыпи, сложенным таким же обломочным материалом.

5.62. При документации выработок отмечается петрографический состав обломков, степень их выветрелости, размер и форма составляющих отдельностей (глыбы, обломки, щебень, мелочь и т.д.), определяется гранулометрический состав методом грохочения или же масштабной зарисовки 1-го кв.метра горной выработки. Дается характеристика заполнителя и степени цементации материала осыпи.

Для мелкозема, заполняющего пустоты, определяется в лаборатории естественная влажность, объемный вес, пределы пластичности.

В случаях, когда мелкозем является средой осыпи (мелкозема >50%), для него определяется φ и С - угол внутреннего трения и сцепление по образцам с ненарушенной структурой. При наличии грунтовой воды отбирается проба для определения агрессивности к бетону.

При обследовании осыпи собираются данные об эксплуатации существующих дорог, пересекающих экологические осыпи и, в частности, об объеме убираемого материала с полотна дороги.

5.63. В результате произведенных работ составляется паспор осыпного участка, состоящий из инженерно-геологической карты с контурами осыпи, указанием источников питания и мощности осыпног слоя, геолого-литологических резервов, данных анализов грунтов пояснительной записки с рекомендациями по строительству дороги. На стадии рабочей документации производят контрольные замеры площади и мощности осыпи.

Инженерно-геологическое обследование мест, подверженных скальным обвалам

5.64. Инженерно-геологические работы в районах, где распространены скальные обвалы, должны быть выполнены в объеме, достаточном для обоснования оптимального проложения трассы и проектир емых защитных и укрепительных сооружений.

При изысканиях производится инженерно-геологическая съемка в масштабе I:5000 - I:I0000, топографической основой для съемки служит план в горизонталях И I:2000 - I:5000. Съемкой устанавливается характер обвальных линий (скальное, земляное смещения), сосредоточенность по участкам, направленность, а также примерны объем отдельных глыб и камней, которые должны быть убраны до начала строительных работ. Съемкой должны быть оконтурены выступы скальных пород среди делювиального покрова.

Особое внимание должно быть обращено на потенциальные усло возможного отчленения и обрушения глыб, блоков или пачек горных пород с учетом техногенных и природных процессов при строительс дороги и ее эксплуатации.

Геологоразведочные поперечники закладываются по характерным местам через 50-I00 метров от подошвы до бровки склона, по поне никам производится детальное описание обнаженных горных пород с расчистками и широким применением электрозондирования и микросе сники. В результате должна быть получена характеристика выветри ваемости и трещиноватости горных пород по глубине. Геофизически точки наблюдения располагаются на поперечниках через 20-30 м.

В процессе работ составляются полевые геологические разрез которые дают возможность увязывать особенности рельефа склона с инженерно-геологическими условиями. Трещины, показанные на разр

зах с учетом элементов залегания пород, дают возможность уже в поле наметить необходимые защитные и укрепительные сооружения.

По трассам намеченных сооружений производится электрозондирование с расположением точек через 25-30 метров и закладываются по 1-2 шурфа до скальных пород или до прочных устойчивых грунтов.

5.65. В результате работ представляются:

а) инженерно-геологическая карта с указанием мест расположения наиболее опасных участков с устройством противообвальных сооружений;

б) геолого-литологические разрезы;

в) пояснительная записка с характеристикой обвального участка, прогнозами направления развития обвальных явлений и рекомендации по защите дороги, с учетом нарушения устойчивости обвальных участков и изменения прочности и устойчивости скального массива после завершения взрывных работ по окончанию строительства.

Инженерно-геологические обследования в районах развитиясснежных обвалов (лавин)

5.66. Для оценки лавинной опасности при изысканиях дороги используют данные наблюдений снеголавинной станции, а при ее отсутствии в обследуемом районе выполнение наблюдений поручается соответствующим организациям по договору.

Собираются и изучаются материалы по климату, геологическому строению, гидрологии, геоморфологии, растительности и данные наблюдений и исследований снега снеголавинной станцией.

По аэрофотоснимкам 1:50000 или более мелкого масштаба дешифрируются и оконтуриваются места снегосборов, пути схода лавин, конуса их выноса, размещение различных типов растительности. В поле эти контуры уточняются.

5.67. Инженерно-геологическая съемка лавиноопасных мест захватывает полосу от водораздела до места схода лавин и производится в масштабе 1:25000. Как правило, при съемке используют аэрофотоснимки и данные инженерно-геологического дешифрирования.

При съемке картируются и описываются: крутизна склонов, их экспозиция, характер поверхности (гладкая, глыбовая и т.д.), наличие террас, площадок, эрозионных борозд, ледниковые цирки (кары) и денидационные воронки, характер водораздела (плоский, острые гребни), форма долин в поперечном и продольном направлениях, лавинные конусы, лавинные бугры, ямы выбивания и пр.

Описываются преобладающие формы растительности, породы, высота деревьев и кустарников, их возраст, густота, отмечается время и характер снеготаяния, поступление и стока под снегом талых и дождевых вод, родниковое заболачивание на склонах.

В результате произведенной съемки составляется детальная лавинная карта установленного образца, уточненный кадастр лавин и карта оценки лавинной опасности данной территории.

5.68. Разведочные выработки проходят при проведении инженер геологической съемки и для характеристики грунтов оснований противолавинных сооружений (галереи, подпорные стены). Количество выработок назначается в зависимости от длины сооружения и выдержанности геологического разреза. При однородной толще и незначительной длине сооружения выработки задаются через 50 метров. Глубина выработок при благоприятных условиях 5-6 метров при близком залегании от поверхности скальных пород выработки, в них углубляются на 0,5-1,0 метра.

5.69. При связных грунтах отбираются пробы на естественную влажность через 1,0 метра и на пластичность, удельный вес грунта (плотность), угол внутреннего трения, сцепление из каждой разновидности грунтов.

При песчаных грунтах определяется гранулометрический состав, угол естественного откоса, удельный вес в уплотненном и рыхлом состоянии.

5.70. Для оконтуривания лавиносборов и каналов стока лавин производится фототеодолитная съемка масштаба 1:100000. По окончании полевых исследований составляется пояснительная записка, где рассматривается режим лавинной деятельности по принятому варианту и приводятся рекомендации по борьбе с лавинами.

5.71. Для оценки лавинной опасности и правильного назначения противолавинных мероприятий на время выполнения изысканий при-

влекаются специалисты лавинных станций. На стадии рабочей документации уточняют полученные при изысканиях для проекта сведения.

Инженерно-геологическое обследование
участков селевых выносов

5.72. К признакам селеносности относятся:

I. Наличие скоплений каменного и щебеночного материала на склонах и в руслах водотоков.

2. Малая связность почв, слагающих склоны, способствующая процессам эрозии.

3. Следы предыдущих селевых паводков, конусы выносов, повреждения имеющихся в данном месте сооружений.

5.73. Инженерно-геологические изыскания в селеопасных районах проводятся с целью:

а) определение степени селеопасности для проектируемой дороги;

б) определение путей движения, времени появления, объемов, динамики и структуры селевых потоков возможных в районе трассы;

в) выявление наиболее благоприятных мест пересечения селеопасных участков;

г) составление рекомендаций по проектированию защитных противооползневых мероприятий.

Инженерно-геологические изыскания в селеопасных районах следует проводить совместно с гидрометеорологическими и инженерно-геодезическими изысканиями.

5.74. По условиям возникновения селевые потоки делятся на:

I. Региональные

а) ливневые,

б) ледниковые (образующиеся при быстром таянии ледников)

II. Локальные

а) водосливные, образующиеся в результате прорыва озер и искусственных водохранилищ.

По объему выносимого материала селевые потоки делятся на:

а) большие (с объемом выносимого твердого материала более I-го млн. м3);

б) средние (с объемом выносимого твердого материала, измеряемого тысячами м3);

в) малые (с объемом выносимого материала, измеряемого сотнями кубометров).

По характеру движения селевые потоки делятся на связные или структурные и несвязные или турбулентные. Связные (структурные) сели содержат ориентировочно твердого стока от 20 до 50% от объема всего потока, текучие - менее 20%, связные потоки представляют собой густую, вязкую массу.

5.75. Для решения поставленных задач необходимо установить очаги зарождения селей, закономерности накопления в них обломочного материала и его транспортировки к руслам водотоков; роль в формировании селей геологического строения, геоморфологических особенностей и гидрогеологических условий бассейна; влияние на их формирование физико-геологических процессов; роль почвенно-растительного покрова в защите склонов от денудации и в регулировании поверхностного стока; наиболее вероятные типы селевых потоков по составу, характеру движения и причине зарождения, пути их движени наличие противоселевых сооружений, их состояние и эффективность работы; в очагах зарождения селей - состав, структурно-текстурные особенности и водно-физические и физико-механические свойства рених пород и рыхлых накоплений, объемы рыхлого материала ко рые могут быть вовлечены в селевой поток.

Особое внимание при инженерно-геологическом обследовании должно быть обращено на состав и свойства горных пород, вовлекаемых в поток. Несвязные текучие потоки представляют собой слив воды и камня с незначительным количеством мелкозема. Проявляют они в районах, где селесборные бассейны сложены слаборазмываем горными породами.

5.76. Изучению при инженерно-геологическом обследовании подлежат: а) селесборный бассейн, б) транзитная зона, в) конус выноса.

При изысканиях для предпроектной документации оценку селев опасности территории следует устанавливать на основе изучени косвенных признаков селевой опасности, анализа топографических инженерно-геологических карт, материалов аэрофото и космическ

съемки, а также на основе обязательного выполнения маршрутных наблюдений, в процессе которых проводят полевое дешифрирование аэрофотоснимков, опрос местных жителей для выяснения особенностей прохождения селей и времени их возникновения.

При изысканиях для проекта, для обследования селеносного бассейна разрешается ограничиться дешифрированием аэрофотоснимков и аэровизуальными наблюдениями, а при отсутствии аэрофотоматериалов производят инженерно-геологическую съемку. Масштаб и размеры съемки обосновывают в программе работ. При всех случаях он не может быть мельче I:50000.

5.77. При обследовании селеносных бассейнов определяется тип почв, гранулометрический состав, границы участков рыхлых, малосвязных грунтов, участок накопления каменного, щебеночного и другого материала, способных к перемещению, устанавливается также характер растительности.

Для разработки противоселевых мероприятий обследуют транзитный канал стока и конус выноса вверх по склону от места пересечения его трассой. Производят инженерно-геологическую съемку в масштабе I:I0000.

На путях движения селевых потоков при проведении съемки определяются продольные и поперечные профили постоянных и временных водотоков. Определяются объемы рыхлого материала, которые могут быть вовлечены в селевой поток, выявляются места возможных заторов и участки временного затухания селевых потоков, намечаются места размещения противоселевых сооружений.

5.78. При изучении очагов зарождения селей и путей их движения используются главным образом шурфы и расчистки, располагаемые в пределах очага - равномерно по его площади, а по пути движения селей - на продольном профиле.

На участках возможного строительства противоселевых сооружений выработки закладываются по поперечникам.

Исследование оснований селеспусков осуществляют разведочными выработками глубиной от 6 до I5 м и в зависимости от прочности пород, располагаемыми по оси проектируемого сооружения на расстоянии 25-50 и одна от другой (но не менее трех выработок на соору-

жение) так, чтобы были охарактеризованы все геоморфологические элементы участка, в пределах которого проектируется сооружение.

5.79. При обследовании конуса выноса устанавливаются границы распространения, выпуклое или вогнутое очертание, мощност и состав материала. По линии совпадающей с направлением селево потока закладывают точки геофизических наблюдений, шурфы и скв жины. Из шурфов отбираются образцы для определения гранулометр ческого состава и пластичности мелкозема.

5.80. Инженерно-геологические данные для проектирования з ляного полотна и сооружений устанавливаются для каждой селеопасной долины в отдельности, так как условия возникновения ка дого селевого потока имеют свои индивидуальные особенности.

Для выбора наиболее безопасного пересечения селеносной до ны используются показания старожилов об условиях возникновения селевого потока, величине, частоте проявления структуры потока, площади распространения двигающихся масс, характере и интенсив ности движения на отдельных участках долины, даты прохождения селевых потоков и паводков.

Наиболее рациональным решением является прокладка трассы через низовой участок транзитной зоны (до развертывания склонов оврага и резкого уположения профиля дна русла) в узком месте лога ущелья, позволяющим по возможности пересечь его одним мост вым пролетом. Такое пересечение имеет ряд преимуществ - трасса соприкасается с селевым потоком на наименьшем участке, земляное полотно не может быть разрушено за счет переформирования русла поскольку оно здесь жестко фиксировено, исключается опасность завала полотна наносами.

5.81. Пересечение трассой селевого участка в зоне конуса выноса обычно приводит к наихудшим эксплуатационным условиям работы земляного полотна и искусственных сооружений при прохождении се левого потока, вследствие обычной неопределенности в распределении расчетного расхода между намечаемыми мостовыми отверстия Пересечение в зоне конуса выноса вызывает частые разрушения и повреждения полотна и мостовых опор, засорами- отверстия, завали полотна и подмостового русла и т.д.

В тех случаях, когда пересечение в транзитной зоне невозмо но, наиболее целесообразным является проложение трассы на участ

за нижней границей конуса выноса. Если же конус выноса занимает всю ширину долины, то лучше осуществить его пересечение не в вершине, а в низовой его зоне. В этом случае несколько увеличивается ширина участка, подверженная действию селевого потока, но зато значительно уменьшается его разрушительное действие из-за уменьшения скорости потока, его распластывания или потери способностей к дальнейшему продвижению на малых уклонах.

Пересечение в вершине конуса выноса у подножья склонов оврага может иметь место: для относительно слабоселеносных бассейнов при возможности пропуска селевых потоков или под полотном (селеспуском), однопролетным мостом с обеспечением устойчивости его опор или лотком с перебросом селевой массы через дорогу.

5.82. При изысканиях для проекта должны выполняться, как правило, стационарные наблюдения. Для районов, где ранее производились исследования селей, допускается на средних селях ограничиться наблюдением в течение одного года. При их отсутствии продолжительность стационарных наблюдений должна быть не менее трех лет.

5.83. В результате инженерно-геологических исследований селевого участка представляются:

I. Инженерно-геологическая карта конуса выноса с заходом в селевую долину на 200-300 метров, а также поперечные геолого-литологические разрезы.

2. Карта селевого бассейна с нанесением растительного покрова, устойчивых и неустойчивых пород.

3. Детальная схема возможного движения селя с указанием на ней максимальных параметров селевого потока - скорости, глубины, ширины и расхода, зон селевого затопления и влияния селевого потока на устойчивость склонов, контуров проектируемых сооружений.

4. Пояснительная записка с характеристикой селеносной долины и конуса выноса с рекомендациями по проложению трассы и устройству регуляционных сооружений.

5.84. На стадии рабочей документации уточняют и дополняют сведения, полученные ранее, с целью совершенствования намеченных противоселевых мероприятий.

Инженерно-геологические исследования
в карстовых районах

5.85. При обследовании закарстованного участка необходимо установить геологические, гидрологические и геоморфологические условия проявления и развития карста, распространение, характер и интенсивность проявления, историю и закономерность его развит Отмечается количество, расположение, характер и размеры карстовых пустот, направление тектонических трещин. Дается оценка развития карста под влиянием природных и техногенных факторов в период строительства и эксплуатации объектов.

5.86. Состав инженерно-геологических работ на предпроектной стадии входят маршрутные наблюдения с карстологическим обследованием местности, заложением отдельных выработок и геофизическим исследованиями с широким использованием аэрофотоматериалов, на ширину до I км. Устанавливается наличие провалов, осадканий воронок и других проявлений карста на земной поверхности, гидрогеологические условия развития карста, границы участков различной степени закарстованности.

Дается предварительная оценка карста и его опасности для строительства дороги.

5.87. При изысканиях для проекта выполняется инженерно-геологическая съемка с использованием геофизических методов, сопровождаемых параметрическим и контрольным бурением скважин в количестве до 20% от числа геофизических точек. Выработки должны пройти всю закарстованную зону, но, как правило, не должны быть глубже 50 метров. Бурение должно производиться по наиболее безопасному варианту пересечения карста.

Съемкой должна быть охвачена полоса вдоль трассы с видимыми признаками развития карста на ширину до I км. Очень желательно использовать материалы аэрофотосъемки и инженерно-геологического дешифрирования. Масштаб съемки зависит от величины участка, но не должен быть менее I:I0000.

При долинном ходе снимается весь склон долины, по которому укладывается трасса, включая притрассовую часть в сторону водораздела, надпойменную террасу и полосу, прилегающую к подошве склона.

При производстве инженерно-геологической съемки должны быть изучены:

а) состав и условия залегания карстующих пород, глубина залегания и характер кровли, мощность зоны, охваченной процессами карстообразования, характер трещиноватости пород (направление и размеры трещин, открытые или закрытые трещины и т.д.), наличие сильно трещиноватых зон, связанных с тектоническими разрушениями горных пород. Выделяются участки с устойчивыми породами и карстовым процессом;

б) состав покрывающих пород, установление площади с различной степенью водопроницаемости, исходя из литологического состава покрывающих пород, их мощности и характера растительного покрова;

в) рельеф местности с детальным описанием форм карстового ландшафта, зарисовкой в полевом журнале и картированием характерных карстовых форм. Картируются: воронки, колодцы, слепые ога, провалы, расщелины, пещеры и пр., описывается форма воронок - конусовидная, чашеобразная, блюдцеобразная, возраст воронок - свежие, недавние, древние.

При изучении подземных вод должны быть выяснены источники питания, формирования и залегания, взаимосвязь отдельных горизонтов. Изучается их режим и химический состав, места выхода на поверхность, явления ухода под землю поверхностных водотоков.

5.88. При изучении закарстованных участков широко применяются геофизические методы исследования, которые являются основным видом исследования закарстованности территории.

При помощи геофизических методов могут быть выявлены глубина залегания и мощность карстующейся толщи, глубины залегания грунтовых вод, преобладающее направление трещин и изменение трещиноватости на различных глубинах, направления и скорости движения подземных вод, крупные карстовые полости. Может быть также уточнен литологический разрез и дана оценка минерализации воды.

Из геофизических методов преимущественно применяются методы электроразведки и сейсморазведки.

5.89. Горнопроходческие и буровые работы выполняются в т объеме, который необходим для установления геофизических пара метров горных пород, слагающих закарстованные участки, а такж для контроля выявленных геофизических аномалий, которые могут быть связаны с карстовыми пустотами. Выполнять горнопроходчес и буровые работы ввиду их трудоемкости следует только по выбр ному на основании предварительной обработки наиболее благопри ному и рекомендуемому варианту.

Количество, размещение и глубину скважин, способы и объе геофизических работ, расположение и густоту точек наблюдения определяют в каждом отдельном случае, исходя из конкретной ге гической обстановки и указывают в программе работ. Отдельные скважины должны, как правило, проходить всю зону активного ра вития карста и заглубиться не менее 5 метров в подстилающие незакарстованные породы.

Конструкция, технология бурения и документация скважин до жны обеспечивать получение полной характеристики геологическог строения и гидрогеологических условий, состояния и свойств гор пород, их трещиноватости и закарстованности. Безкерновое буре недопускается.

5.90. Лабораторные исследования должны включать определен состава, состояния и физико-механических свойств как растворим так и нерастворимых пород, входящих в состав карстующейся толщ и покрывающих их отложений, в том числе изучение заполнителя карстовых полостей и трещин.

Устанавливается химический состав подземных и поверхностн вод и определяется их агрессивность к карстующимся породам.

При изысканиях определяют тип карста: карбонатный (извест няк, долонит, мел), сульфатный (гипс, ангидрит) и соляной (каменная соль).

5.91. В результате обследований представляются:

1. Инженерно-геологическая карта с выделением опасных мес в отношении карстовых провалов.

2. Карта поверхности карстующихся пород.

3. Карта гидроизогипс.

4. Продольный и поперечный геолого-литологические разрезы

5. Описание опыта строительства и эксплуатации зданий и сооружений и применения противокарстовых мероприятий.

6. Пояснительная записка с оценкой инженерно-геологических условий по проработанным вариантам трассы и изменений природных условий при строительстве и эксплуатации проектируемых объектов.

5.92. При изысканиях для рабочей документации уточняют степень и характер закарстованности, проверяется необходимость в выполнении мероприятий, предусмотренных проектом.

Инженерно-геологические изыскания в районах распространения лессов и лессовидных просадочных грунтов

5.93. К просадочным грунтам относятся глинистые грунты, которые под действием внешней нагрузки или собственного веса, при замачивании водой дают дополнительную осадку (просадку). К таким грунтам относятся лессы и лессовидные грунты.

5.94. Лессовым грунтом согласно ГОСТ 25100-82 является пылевато-глинистый однородный, преимущественно макропористый грунт, содержащий по гранулометрическому составу более 50% пылеватых частиц, легко и среднерастворимые соли и карбонаты кальция; в маловлажном состоянии способен держать вертикальный откос; при замачивании маловлажный лессовый грунт дает просадку, легко размокает и размывается, а при полном водонасыщении может переходить в плывунное состояние. x)

Лессы имеют палевый, желтый или желтовато-серый цвет, однородный состав, низкую влажность. Характерной для них является столбчатая или призматическая структура.

Грунты, которые частично утратили эти признаки или приобрели их в той или иной мере, называются лессовидными грунтами. Они обычно не способны долго удерживать отвесные откосы и без приложения нагрузки при замачивании непросадочны. Лессовидные грунты отличаются большим разнообразием по прочности, степени уплотнения, гранулометрическому составу (пылеватые супеси, суглинки). Окраска их от палевых до коричневато-бурых; они могут обладать теми или иными особенностями лессов, но не совокупностью признаков, характерных для лессов.

---

x) Более подробная классификация для автодорожного строительства лессовых грунтов приведена в РСН-89, Баку, 1989 г.

5.95. К числу признаков вероятности дополнительных осадок при увлажнении относятся:

а) наличие просадочных форм рельефа - как естественных, так и искусственно вызванных, а также наличие просадочных деформаций зданий и сооружений;

б) мощность сухой дренированной толщи грунтов- более 5-ти метров;

в) малая естественная плотность грунта (удельный вес I,5 г/см2);

г) пористость более 40%;

д) малая влажность (менее I8-20%) и непластичное состояние грунта.

5.96. При производстве изысканий в районах распространения просадочных грунтов, указанных на схематической карте СНиП 2.0I.0I-82 (строительная климатология и геофизика), а также при наличии внешних признаков просадочности, грунты должны быть проверены на просадочность.

5.97. Грунтовые условия территорий, пересекаемых трассой автодороги, в зависимости от возможности проявления просадки грунтов от собственного веса разделяются на два типа:

I тип - грунтовые условия, в которых возможна в основно просадка грунтов от внешней нагрузки, просадка рун тов от собственного веса практически отсутствуе или не превышает 5 см;

II тип - грунтовые условия, в которых помимо просадки грунтов от внешней нагрузки возможна просадка их от собствен ного веса, размер ее превышает 5 см.

Методы оценки просадочных грунтов разделяются на косвенн и прямые. Косвенные методы дают ориентировочные указания на в зможность просадочности грунтов и основаны на учете вышеуказан ных признаков (п. 5.95). Прямые методы оценки просадочности дают возможность получать количественную характеристику величины ож даемой просадочной деформации. Основаны эти методы на лаборат рных исследованиях.

5.98. Основными характеристиками просадочности грунтов являются относительная просадочность ε_{sl}, начальное просадочное давление p_{sl} и начальная просадочная влажность ω_{sl}.

а) Относительная просадочность ε_{sl} представляет отношение изменения толщины слоя грунта при его замачивании под заданным давлением к его первоначальной толщине в природном залегании и равняется

$$\varepsilon_{sl} = \frac{h - h'}{h_0}$$, где:

h - высота образца природной или заданной влажности, обжатого без возможности бокового расширения давления p_i, равным давлению от собственного веса вышележащего грунта или суммарному давлению от нагрузки сооружения и собственного веса грунта;

h' - высота того же образца грунта после пропуска через него воды при сохранении давления p_i,

h_0 - высота того же образца грунта природной или заданной влажности, обжатого давлением, равным природному, без возможности бокового расширения. Относительная просадочность грунтов определяется при испытании образцов в компрессионных приборах в соответствии с ГОСТ 23161-78 и "Руководством по лабораторным определениям деформационных и прочностных характеристик просадочных грунтов" (М., Истройиздат, 1976 г.);

б) Начальное просадочное давление p_{sl} представляет собой минимальное давление от сооружения или собственного веса грунта, при котором начинает проявляться при полном водонасыщении просадка грунта. По своей сущности это давление нарушает природную структурную прочность грунта в водонасыщенном состоянии, в результате чего фаза нормального уплотнения переходит в фазу просадки, сопровождающуюся перестройкой структуры грунта и интенсивным уплотнением. Начальное просадочное давление p_{sl} в лабораторных условиях определяется при испытании образцов грунтов в компрессионных приборах и уточняется в полевых условиях испытанием штампами. Определение p_{sl} в лабораторных условиях выполняется в соответствии с ГОСТ 23161-78 и "Руководством по лабораторному

определению деформационных и прочностных характеристик просадочных грунтов (М., Стройиздат, 1975 г.), а в полевых условия в соответствии с ГОСТ 20276-85 и "Рекомендациями по испытанию просадочных грунтов статическими нагрузками (М., Стройиздат, 197

в) начальная просадочная влажность w_{sl} - это влажность, при которой просадочные лессовые грунты, находящиеся в напряжен ном состоянии от внешней нагрузки сооружений или собственного веса грунта, начинают проявлять просадочные свойства, начальная просадочная влажность определяется в лабораторных и полевых условиях по методике, приведенной в книге Крутова В.И. "Основания и фундаменты на просадочных грунтах" ("Будивельник", 1982 г.).

5.99. При изысканиях для предпроектной документации в районах распространения просадочных грунтов должны быть установлены: распространение и приуроченность просадочных грунтов к определенным геоморфологическим элементам или формам рельефа; мощность просадочной толщи; результаты исследований просадочных свойств грунтов и опытного замачивания; просадочные свойства грунтов; тип грунтовых условий по просадочности; наличие орошения и замачивания, источника замачивания; характер деформаций существующих сооружений.

Эти задачи решаются инженерно-геологической съемкой масштаба I:2000 - I:5000 на полосе возможного варьирования трассы.

Просадочные свойства грунтов следует устанавливать на основе лабораторных исследований. На каждом геоморфологическом элемен следует проходить шурфы (дудки) и отбирать не менее трех монол тов из каждого литологического слоя для определения просадочны свойств грунтов.

5.100. При изысканиях для проекта производится инженерно-геологическая съемка в масштабе I:1000 - I:5000 по трассе выбранного варианта, на полосе шириной 400 м (по 200 м в ту и другую сторону от трассы). При съемке необходимо установить:

- характер микрорельефа - развитие просадочных процессов явлений (размер и формы воронок, просадочных блюдец, слепых ло бин, трещин, псевдокарста и др.);

- мощность лессовых отложений и их изменения по площади.

При изучении обнажений лессовых грунтов отмечается высота и крутизна откоса, степень его устойчивости в зависимости от эк

позиции, температуры, поверхностных вод, подмыва и др. В толще ессовой породы отмечается окраска, влажность, структура, текстуа, толщина отдельных слоев, наличие прослоев и различных включений, описываются ходы червей,корнеходы, кр отовины, трещины, устоты.

При наличии у подошвы обнажения водоема определяется высота апиллярного поднятия. Для выяснения влияния поверхностных и рунтовых вод на наблюдаемые явления суффозии и просадки обслеуются естественные и искусственные водоемы и водотоки, а также еста, где задерживаются поверхностные воды. Обследуются берега ек, балок, оврагов.

5.101. В задачу инженерно-геологических обследований лессоидных грунтов входит в дополнение к общим исследованиям:

а) определение условий увлажнения грунта и прогнозирование тих условий;

б) изучение возможности возникновения просадочных явлений од влиянием естественного и искусственного замачивания, количественная оценка просадочности лессовых грунтов при состояниях, оответствующих давлению от проектируемых сооружений и замачиваемых толщ;

в) выявление участков возможного развития процессов размыва, уффозии и глинистого карста. Оценка влияния этих процессов на стойчивость земляного полотна и других сооружений;

г) установление наличия орошения, его давности и интенсивности;

д) установление крутизны откосов выемок, неразмывающих уклов водоотводных сооружений и высоты капиллярного поднятия;

е) обследование откосов выемок и насыпей существующих дорог.

Определение уклонов и обмер водоотводов и растущих оврагов озволяют установить размывающие скорости для различных типов ессовых грунтов и определить для них допустимые уклоны.

5.102. Объекты, на которых производятся разведочные работы, азделяются на два типа:

а) к I-му типу относятся неподтопляемые насыпи, неглубокие емки (до 6 метров), искусственные сооружения на постоянных и

временных водотоках, суммарная просадка оснований которых при увлажнении не превысит 5 см.

Под эти сооружения, а также в тех случаях, когда уровень грунтовых вод находится на отметке менее 5 м от проектной отме ки низа сооружения, разведочные работы выполняются как для об ных условий.

б) ко II-му типу относятся выемки, подтопляемые насыпи, мо сты на вновь сооружаемых каналах, а также сооружения, осадка оснований которых при увлажнении может превысить 5 см.

Для этих сооружений необходимо специальное изучение толщи ны лессовых грунтов, для чего в дополнение к скважинам необхо димо проходить шурфы и дудки.

5.103. В результате разведочных работ должны быть уст лены: изменение влажности и пластичность грунтов по глубин характеристики состава и свойств грунтов и количественная их просадочности; фильтрационные свойства просадочных грун тип грунтовых условий по просадочности; нормативные значен характеристик просадочности, прочностных и деформационных ств просадочных грунтов, природной влажности и в водонасыщ состоянии выделенных инженерно-геологических элементов; гл залегания подстилающих непросадочных грунтов.

5.104. Глубина выработок должна определяться необходи проходки всей просадочной толщи лессовых грунтов. При высо уровне грунтовых вод выработки углубляются в водоносную то лессовых грунтов на 1,0 м или на всю мощность активной зон оснований фундаментов, если эта зона не охватывает водонос горизонт.

Для лессовидных грунтов непросадочных и незначительно садочных при дополнительных нагрузках (S_{sl} -5-7см) глу выработок применяется такая же, как и для обычных глинисты грунтов.

Для проектирования глубоких выемок необходимо чить особенности строения лессовых грунтов, цвет, структуру характер сложения, установить наличие вертикально ориентир ной текстуры, различных прослоев и горизонтов погребенных почв, которые могут явиться потенциальными поверхностями ск ения, наличие включений (конкреций, галек и т.д.) скоплени

гипса, вскипание от 10% раств. HCl .Поэтому на каждом участке, где проектируется выемка, следует задать I-2 шурфа или дудки. Остальное обследование может производиться скважинами.

При однородной толще лессовых грунтов и отсутствии грунтовых вод для обследования выемок через 50-I00 м закладываются поперечники из трех выработок. Выработки на поперечниках закладываются в пределах проектируемой выемки. Глубина выработки должна быть на 2 м ниже проектной отметки дна выемки с учетом толщины дорожной одежды (0,5 - I,0 м).

Выработки, закладываемые в точках, где проектная глубина выемки достигает максимума, и в местах, где можно ожидать неглубокое залегание грунтовых вод,-проходятся на 3-5 метров ниже проектной отметки дна выемки. Это делается для того, чтобы пройти возможную зону капиллярного поднятия воды в лессовой породе (I-4 м) и зону вероятного колебания грунтовых вод в годовом цикле (I-2 м). Скважины используются для изучения состава, плотности, влажности и пластичности грунтов.

5.I05. Обследование участков, подтопляемых насыпей производится поперечниками из 3-х скважин, закладываемых на оси трассы и в I5-20 м в сторону от нее. Скважина проходится до уровня грунтовых вод или до подошвы лессовых грунтов.

При длине участка до I50 м закладывается один поперечник и по одной скважине у концов участка. При большем протяжении участка поперечники закладываются через 50-I00 метров. Для изучения толщи лессовых пород на каждом участке взамен скважин проходится I-2 шурфа или дудки до уровня грунтовых вод.

В результате должно быть выполнено расчленение разреза на горизонты и слои одинакового литологического состава, цвета, плотности, влажности и т.д. При документации шурфов стенки их должны быть зарисованы (показывается литологический состав, условия залегания слоев, мощность, ископаемые почвы, следы корнеходных явлений, включения и т.п.).

5.I06. Лессовые грунты характеризуются слабой водоотдачей, а потоку часто бывает трудно установить в них уровень грунтовых вод, при быстрой проходке можно занизить уровень воды или даже пропустить водоносный горизонт.

При замере уровня грунтовых вод в выработках, вскрывших водоносные лессовые грунты, следует иметь в виду, что установление уровня происходит обычно за I - I,5 суток и более. Контроле могут служить данные о естественной влажности грунтов. Отмечает что водоносные лессовые грунты имеют влажность более 25%. Рекомендуется наблюдать за окраской и состоянием образцов грунта, извлекаемых из выработок. Если извлеченный образец за несколько минут пребывания на воздухе в тени "потеет", т.е. покрывается капельками воды, проходку скважины нужно приостановить максимум на 8 часов для установления уровня грунтовых вод. Для быстрого и точного определения содержания влаги (в том числе и определен уровня водоносного горизонта) в настоящее время начинают использовать нейтронные влагомеры.

5.I07. Лабораторные исследования физико-механических свойс просадочных грунтов следует проводить для определения:

- относительной просадочности при давлении от собственного веса грунта и суммарного давления от собственного веса и внешней нагрузки; начального просадочного давления; начальной просадочной влажности, модуля деформации при естественной влажности и в водонасыщенном состоянии; степени изменчивости просадочных свойств грунтов в плане и по глубине; удельного сцепления и угла внутреннего трения при естественной влажности и водонасыщенном состоянии; водорастворимых солей; физических свойств грунтов.

5.I08. Из осевых скважин с каждого метра проходки, а при изменениях цвета, состава и консистенции породы чаще отбираютс пробы пород для определения влажности и объемного веса. Взвешивание проб осуществляется немедленно.

Монолит для определения пористости и просадочности отбирается из каждого горизонта, но не реже, чем через I-2 метра, в зависимости от мощности горизонта. В дополнение к обычным лабораторным испытаниям для лессовых пород определяют относительную просадочность при заданном давлении, содержание газовой фазы, объем макропор, микроагрегатный состав и валовое содержание углекислоты. Для каждого генетического типа лессовых грунтов должен быть произведен полный комплекс испытаний, включающий и эти определения.

Для I-го типа сооружений производится определение влажности, пластичности, естественной плотности и гранулометрического состава, а при использовании грунта для отсыпки насыпей еще и стандартного уплотнения.

Для II-го типа сооружений производится полный комплекс испытаний. Отбор монолитов для определения относительной просадочности производится из стенки шурфов или дудок через I-2 метра. По всей мощности просадочной толщи или до уровня грунтовых вод.

В шурфах монолиты вырезаются в виде куба или параллелипипеда с ребрами I5-20 см, либо отбираются специальными гильзами. Из скважин монолиты можно отбирать обуривающим грунтоносом. Общее количество монолитов из каждой разновидности грунта должно быть не менее шести.

5.I09. Для суждения о стратиграфии лессовых грунтов и особенностей их строения следует использовать естественные обнажения и шурфы или дудки.

Дудки диаметром до 0,8 м могут проходиться ~~или~~ вращательным ударным способом стенками ЗИВ-I50, или УГБ-50М, УГБ-I-ВС при наличии соответствующих приспособлений.

При описании лессовых грунтов в обнажениях отмечается форма и приблизительный диаметр макропор. На различных глубинах и в различных стратиграфических горизонтах должно быть подсчитано количество макропор на I кв.см. Подсчет их производится посредством транспоранта-куска картона или фанеры с несколькими вырезанными квадратными окошечками площадью I см2 каждое. При подсчете транспорант накладывают на зачищенный горизонтальный срез грунта или его ориентированного образца. Подсчет макропор на I см2 ведут по нескольким окошечкам (3-5), а затем берут среднее число макропор. Подсчет макропор позволяет расчленять внешне однородные толщи и пласты лессовых пород на слои и горизонты различного строения.

5.II0. Геофизические методы в районах распространения лессовых грунтов применяются для определения мощности толщ, уровня залегания грунтовых вод, влажности и плотности. Для этих целей используется электроразведка и сейсморазведка. Кроме этого, с помощью геофизических методов могут быть обнаружены скрытые и погребенные суффозионные провалы.

5.III. В результате произведенных работ должна составляться инженерно-геологическая карта притрассовой полосы с выделением в ней участков с различной степенью просадочности. Кроме того, на карту наносят участки местного увлажнения, места развития просадок, размыва, суффозии, глинистого карста, связанные с этими явлениями формы рельефа, водоемы, водотоки и источники. На отдельные объекты глубокие выемки, подтопляемые объекты составляют паспорта, куда включаются инженерно-геологическая карта участка, геолого-литологические разрезы, данные анализов и испытания грунтов, пояснительная записка с характеристикой просадочности и ожидаемых величин просадок для каждого слоя, данные наблюдений над состоянием существующих сооружений.

5.II2. На стадии рабочей документации уточняют полученные ранее данные по просадочности грунтов. Выполняют опытные работы по испытанию грунтов штампом при замачивании в соответствии ГОСТ 20270-85. Уточняют рекомендации по выбору противопросадочных мероприятий.

Инженерно-геологические работы
в местах развития оврагов

5.II3. Инженерно-геологические обследования оврагов, пересекаемых трассой, или близко (ближе I00 м) к ней расположенных, заключаются в инженерно-геологической съемке прилегающего к дороге участка в границах возможного влияния оврага на устойчивость земляного полотна проектируемой дороги, выполнении лабораторных анализов и испытаний грунтов и последующей камеральной обработки материалов.

При производстве обследования устанавливается интенсивность роста оврага. Для этого опрашивают старожилов и сравнивают конфигурацию оврага на старых планах с данными, полученными при новой съемке.

Основой для инженерно-геологической съемки должен служить план места пересечения оврага возможно более крупного масштаба-I:I000, I:2000, на плане отмечаются участки разрушения бортов оврага, места выходов грунтовых вод, оползневые явления и т.п.

5.II4. Шурфование и бурение производится в объеме, достаточном для составления геологических разрезов по оси трассы дороги и поперечникам.

При простом геологическом строении ограничиваются одной-двумя скважинами на дне и расчистками склонов оврага. При сложном-закладывается несколько поперечников (2-4) из трех-пяти выработок.

Скважины углубляются ниже дна оврага на 5-6 метров. Из пройденных выработок отбираются образцы грунтов для лабораторных определений пластичности, естественной влажности, плотности и содержания солей, агрессивности воды по отношению к бетону, угла внутреннего трения и сцепления.

Инженерно-геологическое обследование, необходимое для проектирования укреплений на оврагах, производится в той части оврага, которая может повлиять на устойчивость дороги.

Должны быть изучены местные древесные и кустарниковые породы, которые могли бы быть использованы при посадке для укрепления.

5.II5. В результате обработки материалов инженерно-геологических обследований представляются:

I. Инженерно-геологическая карта масштаба I:1000, I:2000 с показанием участков активного роста оврага, закрепившихся участков мест выхода грунтовых вод, мест глубокого размыва дна, оползней склонов, а также всех выработок, пройденных при обследовании оврага.

2. Геолого-литологические разрезы.

3. Пояснительная записка с данными лабораторных испытаний грунтов, характеристикой инженерно-геологических условий места пересечения и рекомендуемыми мероприятиями по обеспечению устойчивости склонов (бортов) оврага и его закреплению.

Инженерно-геологические исследования
в местах распространения засоленных грунтов

5.II6. Засоленными называются грунты, содержащие в пределах верхней метровой толщи в среднее более 0,3% легкорастворимых солей ($NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, Na_2SO_4, $MgSO_4$, Na_2CO_3, $NaHCO_3$) В засоленных грунтах могут встречаться труднорастворимый сернокислый кальций или гипс $CaSO_4$ и нерастворимый практически углекислый кальций $CaCO_3$.

Засоленные грунты обычно приурочены к понижениям в рельефе и выявляются по налету солей, наличию белого слоя на поверхности грунта или по темному цвету этой поверхности при увлажнении.

Основными типами засоленных грунтов являются солончаки, солонцы и такыры.

Солончаками называются грунты, содержание более 1% легкорастворимых солей по всему вертикальному профилю до глубины 1-2 м и более. Они образуются в условиях засушливого климата, при высоком залегании грунтовых вод или в замкнутых бессточных положениях в котловинах степей и пустынь при испарении периодически скапливающихся в них поверхностных вод. В засушливые периоды на поверхности солончаков образуются выцветы солей и солевые корки. При сульфатном засолении на поверхности солончака образуется малосвязный пухлый слой ("пухляк").

Различают солончаки корковые, пухлые, мокрые, черные и луговые. На луговых солончаках, содержащих малое количество солей, может развиваться луговая растительность.

Солонцы характеризуются наличием рыхлого верхнего слоя (15-25 см), не содержащего водно-растворимых солей совсем, или содержащего их в небольшом количестве.

Средний горизон мощностью 20-30 см - очень плотный, столбчатый или призматической структуры, с малым содержанием легкорастворимых солей.

На глубине 40-60 см залегает горизонт, содержащий большое количество водорастворимых солей, а также скопления карбонатов кальция и гипса.

Такыры представляют собой глинистые образования, лишенные растительности, с гладкой поверхностью, разделенной трещинами на паркетообразные отдельности. Такыры обычно содержат в сравнительно небольшом количестве легкорастворимые соли по всему вертикальному профилю.

5.117. Засоленные грунты при увлажнении снижают свою прочность, поэтому возможность использования их в качестве основания земляного полотна и возведения насыпей устанавливается в зависим

сти от степени и качественного характера засоления. Степень засоления грунтов характеризуется средним суммарным содержанием легкорастворимых солей в слое грунта, подлежащего перемещению в насыпь, выраженному в процентах от веса сухого грунта.

5.II8. Качественный характер, степень и вид засоления грунтов определяются по результатам химического анализа водных вытяжек из средних проб, которые должны характеризовать тот слой грунта, который используется при устройстве данного дорожного сооружения или в качестве грунта для земляного полотна. Солонцовые, солонцеватые или тыкырные грунты, а также грунты, содержащие более 0,25% $Na_2SO_4 + MgSO_4$, или более 0,05% $NaHCO_3 + Na_2CO_3$ при среднем суммарном содержании солей менее 0,3%, относятся к слабозасоленным грунтам.

Классификация грунтов по видам и степени их засоления представлена в табл.6.

Таблица 6

Наименование грунтов по степени засоления	Суммарное содержание легкорастворимых солей в % от массы сухого грунта	
	Хлоридное и сульфатно-хлоридное засоление	Сульфатное, хлоридно-сульфатное и содовое засоление
Слабозасоленные	0,5 – 2,0 / 0,8 - I	0,5 - I,0 / 0,3 - 0,5
Среднезасоленные	2,0- 5,0 / I-5	I,0 - 3,0 / 0,5-2
Сильнозасоленные	5,0 - I0,0 / 5-8	3-8 / 2-5
Избыточно-засоленные	свыше 8 / свыше I0	Свыше 8 / свыше 5

Примечание. Над чертой даны значения для У дорожно-климатической зоны; под чертой- для остальных зон.

5.119. Инженерно-геологические исследования имеют целью из чить грунты как материалы для возведения земляного полотна и к основание земляного полотна, а также собрать данные для разраб ки мероприятий, обеспечивающих устойчивость земляного полотна проектируемой дороги.

При проведении изысканий в районах распространения засолен ных грунтов должны быть установлены критические (максимальные) значения их естественной влажности и степени засоления.

Уровень грунтовых вод и влажность грунтов должны быть опре делены в период наибольшего увлажнения, наблюдаемого в данной местности, а степень и качественный характер засоления в период наибольшего соленакопления в верхних горизонтах.

Наибольшее увлажнение наблюдается обычно весной, а максима ное содержание солей - осенью. Поэтому если основные изыскания не охватывают этот период нужно производить дополнительные обсл дования. При выполнении инженерно-геологической съемки приг рассовой полосы (см. п.4.12) картируются места стока атмосферных вод, водораздельные гребни, участки с длительным застоем воды в холодные периоды года, замкнутые бассейны, границы распростра нения грунтов с разной степенью засоления.

5.120. Разведочные работы на сухих солончаках при высоте насыпей менее 6 метров заключаются в проходке шурфов глубиной до 2,0 м, закладываемых по оси через 50-100 м на характерных участках.

На участках, где проектируются насыпи выше 6,0 м и на мокр солончаках, закладываются поперечники из трех выработок, распол гаемых по оси трассы и 10-15 м в стороны от нее. При длине учас ка до 150 м проходится один поперечник и по одной выработке у концов участка. При большем протяжении участка поперечники зак ладываются через 50-100 м.

На сухих солончаках шурфы проходятся на глубину до 2-3 м, а на мокрых - скважины глубиной на 1,0 м ниже мокрого слоя.

Количество и глубина выработок в каждом отдельном случае устанавливаются индивидуальной программой в зависимости от кон кретных условий.

5.121. Образцы грунтов для определения степени и качествен го состава засоления отбираются послойно по генетическим горизо

но не реже, чем через 0,2 м, опробуются осевые шурфы. Химический состав засоления определяют выборочно для 10% отобранных образцов. Для всех остальных проб устанавливают только суммарное содержание солей. Отбор средней пробы в шурфе производится бороздой или путем квартования смесей послойных проб. Грунты резервов, кроме того, опробываются для определения естественной влажности, пределов пластичности, скорости размокания, плотности и оптимальной влажности при максимальной плотности (стандартное уплотнение).

Для грунтов, рекомендуемых для возведения насыпей более 6,0 м и на мокрых солончаках должны быть также определены угол внутреннего трения и удельное сцепление. Испытание на сопротивление сдвигу производится при оптимальном объемном весе грунта, полученном при стандартном уплотнении из грунтов резервов, разведанных при изысканиях.

Для грунтов с засоленностью менее 10%, оставляемых в основании насыпей, определяются естественная плотность, влажность, пределы пластичности, сопротивление сдвигу и компрессионные свойства для расчета устойчивости и величины осадки.

5.122. При изысканиях для предпроектной документации должны быть установлены и отражены в отчете границы распространения и условия залегания засоленных грунтов; особенности геоморфологических, гидрогеологических условий, хозяйственной деятельности, влияющих на процессы засоления; состав и свойства засоленных грунтов, характерные формы микрорельефа, связанные с засолением грунтов.

При изысканиях для проекта работы выполняются в соответствии с п.п. 5.119-5.121. В результате произведенных работ представляются: инженерно-геологическая карта притрассовой полосы, продольный профиль с нанесенными грунтами, поперечные геолого-литологические разрезы в характерных местах, пояснительная записка с рекомендациями по проектированию земляного полотна.

5.123. При изысканиях для рабочей документации дополнительно изучают изменения физико-химических и химических свойств грунтов в процессе их засоления и выщелачивания солей; оценку влияния хозяйственной деятельности на процесс засоления и рассоления грунтов.

Инженерно -геологические исследования в местах распространения набухающих грунтов

5.I24. К набухающим относятся глинистые грунты, способные к набуханию после разрушения их структурных связей в результате выветривания (промерзания и оттаивания, увлажнения и высыхания на откосах выемок, природных склонах и котлованах под фундаменты зданий и сооружений).

Особенно подвержены набуханию при выветривании плотные третичные глины, распространенные на юге (Молдова, Украина, Северный Кавказ, Казахстан, Ср.Азия).

5.I25. В сильно набухающих грунтах земляное полотно сооружается по индивидуальным проектам. Для отнесения глинистых грунтов в ту или иную группу по набухаемости, определяют коэффициент набухания и усадки, представляющие собой отношение приращения высоты набухающего образца в кольцах к его первоначальной высоте до увлажнения. Определяют естественную плотность грунта, удельный вес твердых частиц, пределы пластичности и влажности.

По ГОСТ 25I0-82 набухающие грунты классифицируются по относительному набуханию без нагрузки ε_{sw} . Кроме того, они должны характеризоваться давлением набухания p_{sw} , влажностью набухания w_{sw} и относительной усадкой при высыхании ε_{sh}

Величина относительного набухания в условиях свободного набухания (без нагрузки) определяется по формуле:

$$\varepsilon_{sw} = \frac{h_{sw} - h}{h}$$ где

h_{sw} - высота образца после его свободного набухания в результате замачивания;

h - начальная высота образца природной влажности.

Набухающие грунты в зависимости от величины относительного набухания без нагрузки подразделяют на:

ненабухающие	$\varepsilon_{sw} < 0,04$
слабо набухающие	$0,04 \leq \varepsilon_{sw} \leq 0,08$
средне набухающие	$0,08 < \varepsilon_{sw} \leq 0,I2$
сильно набухающие	$\varepsilon_{sw} > 0,I2$

5.126. При изысканиях для предпроектной документации устанавливают границы распространения, мощность, литологический и минеральный составы; мощность зоны трещиноватости; наличие характерных форм рельефа, процессов и явлений, связанных с набухающими грунтами; относительное свободное набухание и усадку; классифицирование грунтов по набуханию.

При изысканиях для проекта уточняют: процессы и явления, связанные с набухающими грунтами; условия залегания набухающих грунтов, их мощность, минеральный состав, структурно-текстурные особенности; величину раскрытия, глубину и направление распространения усадочных трещин - мощность трещиноватой зоны; относительное свободное набухание; влажность грунта после набухания. давление набухания; относительное набухание под нагрузкой, линейная и объемная усадка грунта; оценку изменения набухающих свойств при эксплуатации объектов.

5.127. Изучение свойств набухающих грунтов следует проводить, как правило, по монолитам, отобранных из шурфов и дудок. Число определений для каждого инженерно-геологического элемента должно быть не менее шести по каждой характеристике.

5.178. В результате работ составляется продольный и поперечные профили с нанесенными грунтами и указанием степени набухания, характерные геолого-литологические разрезы, пояснительная записка с характеристикой свойств грунтов, их состава, рекомендациями по возведению земляного полотна.

5.129. При изысканиях для рабочей документации уточняют инженерно-геологические условия на участках распространения набухающих грунтов с целью выработки более эффективных и дешевых проектных решений.

Инженерно-геологические исследования в районах распространения подвижных песков

5.130. На стадии предпроектной документации намечается основной (рекомендуемый) вариант трассы дороги, удачный выбор которого является главным условием успешного строительства и эксплуатации дороги. Выбор рекомендуемого варианта должен быть основан на тщательном изучении рельефа песков в районе будущей дороги, особенно их движения, условий пескопереноса, степени

зарощенности , возможности фитомелиорации. Для обеспечения широкого сравнения различных вариантов трассы и выбора оптимального варианта, при котором дорога меньше будет подвержена песчаным заносам и ветровой эрозии нельзя ограничиваться изучением одной узкой полосы местности. После того, как намечено ориентировочное направление трассы, изучается полоса возможного варьирования шириной не менее 5-6 Особое внимание при этом уделяется зонам переноса песка, а т созданию условий для строительства, исключающих нарушение ра тительного покрова в зоне 250-300 м в каждую сторону от трас

Следует широко использовать аэрометоды - аэровизуальное наблюдение, аэрофотоснимки и материалы их инженерно-геологич ского дешифрирования.

Подвижность песков зависит от их зернового состава, влажн сти, скорости ветра, наличия и состояния растительного покров По степени подвижности пески делятся на подвижные, средней под вижности, закрепленные(см. приложение № 9). Степень подвижност песков отражается на составляемой инженерно-геологической кар схеме. Даются рекомендации по оптимальному варианту и проложе нию трассы в обход движущихся песков.

5.I3I. При изысканиях для проекта инженерно-геологически исследования имеют целью: уточнить границы участков с различной степенью подвижности песков, установить крутизну откосов насыпей и выемок, рекомендовать мероприятия для укрепления зе ляного полотна и защиты прилегающей к нему полосы от выдувани песков и песчаных заносов. Для этого необходимо выявить годов ход активных ветров для пескопереноса и движения песков; обсл довать грунты как основание земляного полотна и как материал для возведения насыпей; определить засоленность песков, ее исто ники; выявить глубину залегания и минерализацию грунтовых вод; мощность слоя песка в понижениях; водопроницаемость и засоленность подстилающих грунтов; распространение и ориентировку под вижных форм рельефа; естественную влажность песков, наличие горизонта подвешенной влаги (на глубине 0,7-I,0 м); возрастной состав кустарников и травянистой растительности; срок, способ и результаты ранее проводившихся работ по закреплению песков.

Произвести поиски и разведку месторождений песчано-гравий ного материала или связного грунта для ветрозащитных мероприят

а также выявить и обследовать заросли камыша. Выявить источники водоснабжения для увлажнения песков при возведении насыпей и связных грунтов для покрытия ими откосов.

5.132. При производстве инженерно-геологических обследований в районах развития подвижных песков выполняются следующие работы:

1. Инженерно-геологические съемки.
2. Разведочные буровые и шурфовочные работы.
3. Поиски и разведка месторождений строительных материалов и связных грунтов для земляного полотна с учетом требований охраны окружающей природной среды.
4. Лабораторные анализы грунтов для определения их строительных свойств.
5. Обследование (изучение) существующих железных и автомобильных дорог в целях изучения эффективности тех или иных осуществленных мероприятий по укреплению земляного полотна и придорожной зоны от развевания и переноса песков.

При выполнении инженерно-геологической съемки используют аэрометоды, применение которых в песчаных пустынях является особенно эффективным.

Разведочные работы выполняют по выбранному в ТЭО варианту трассы и намеченным по тем или иным причинам частичным его изменениям.

Инженерно-геологическая съемка должна охватывать притрассовую полосу шириной не менее 500 метров. Масштаб съемки принимается I:2000 - I:5000. Для составления инженерно-геологической карты используются материалы аэрофотосъемки. На карте фиксируются

а) местоположение, размеры, рельеф территорий, являющихся пескосборными бассейнами, характер рельефа подвижных песков (барханные, бугристые, грядовые, ячеистые, дюнные, песчано-глинистые равнины), места выдувания и наносов, такыры, солончаки, глинистые равнины;

б) мощность толщи песков, глубина залегания коренных пород;

в) виды растительности, границы их распространения, контуры наиболее хорошо произрастающей на тех или иных морфологических формах растительности, которую можно было бы использовать для закрепления песков на откосах земляного полотна и прилегающей территории;

г) границы почвенных разностей, их гранулометрический соста влажность, степень и характер засоленности;

д) участки невыдуваемых песков для заложения резервов, обычн приуроченные к неглубоким и ячеистым понижениям;

е) источники водоснабжения для увлажнения грунтов при возведении земляного полотна и укрепления откосов. Поскольку для увлажнения грунтов могут быть использованы и минерализованные воды при производстве анализов для определения оптимальной влажности грунтов следует применять ту воду, которая будет применена для их увлажнения.

5.133. Выработки по трассе закладываются с учетом материалов инженерно-геологической съемки.

В однородных условиях достаточно закладывать одну выработку на I - I,5 км трассы глубиной 2,0-I,5 м, предпочтительно закладывать шурфы. На участках, где могут быть выемки, закладываются I-3 выработки по оси трассы, в зависимости от длины выемки.

При залегании коренных пород выше проектной отметки дна выемки закладываются поперечники из трех выработок по 2-3 поперечника на выемку. Расстояния между выработками на поперечнике определяются в зависимости от глубины выемки. Выработка заглубляется на 2,0 метра ниже проектной отметки от низа дорожной одежды. При наличии скальных пород эта величина может быть уменьшена.

5.134. Поиски и разведка месторождений и резервов связных грунтов для укрепления откосов земляного полотна производится по общепринятой методике. При назначении резервов следует учитывать наиболее благоприятные условия транспортировки материала к трассе без устройства специальных подъездных путей. При наличии рек и водоемов следует выявлять заросли камыша, который может быть использован для укрепления земляного полотна.

5.135. При грунтовом обследовании отбираются образцы песков по 5-6 штук из каждой разновидности песка для определения естественной влажности, естественной плотности, коэффициента фильтрации, угла естественного откоса и оптимальной плотности и влажности.

При разведке месторождений связного грунта образцы отбираются для определения степени и характера засоления, естественной влажности, пределов пластичности, естественной плотности и оптимальной плотности и влажности.

Песчано-гравийный материал, предназначенный для укрепления откосов, опробуется на гранулометрический состав.

Следует изыскать и предусмотреть в проекте временные подъездные пути от карьеров к строящейся дороге или базам. При изучении гидрогеологических условий местности организуют поиски воды как пресной, так и засоленной, пригодной для искусственного увлажнения грунтов и материалов основания.

В результате произведенных работ представляются: инженерно-геологическая карта, на которой отражены формы песчаного рельефа, контуры закрепленных и подвижных песков, розы активных ветров для разных периодов года, характерные геолого-литологические разрезы, пояснительная записка с рекомендациями рациональных мероприятий для обеспечения нормальной службы эксплуатации и строительства дороги.

5.136. На стадии рабочей документации уточняют полученные ранее данные исследований для внесения, при необходимости, изменений в сторону совершенствования и удешевления проектных решений.

6. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ МЕСТ УСТРОЙСТВА МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

6.I. Основные задачи инженерно-геологического обследования мест устройства малых искусственных сооружений заключаются:

I. В выявлении инженерно-геологических условий места устройства сооружения в объеме, обеспечивающем обоснованный выбор типа и характера фундамента сооружения и расчеты устойчивости его основания.

2. В изучении гидрогеологических условий: водоносности грунтов, появившегося и установившегося уровня воды, установлении горизонта напорных вод.

3. В определении агрессивности грунтовых и речных вод по отношению к бетону.

Объем и характер инженерно-геологических обследований мест устройства малых искусственных сооружений зависит от инженерно-геологических условий объекта и от стадии проектирования.

Инженерно-геологические обследования подразделяются на: предпроектные, подробные (для проекта), предпостроенные (для рабочей документации). На предпроектной стадии инженерно-геологические изыскания в местах устройства малых искусственных сооружений выполняются в соответствии с разделами 3 и 4.

6.2. Инженерно-геологические работы на стадии изысканий для проекта заключаются в инженерно-геологической съемке места устройства сооружения, в проходке геолого-разведочных выработок и проведении геофизических исследований в месте устройства сооружения, в лабораторной и камеральной обработке материалов.

Инженерно-геологической съемкой охватывается место устройства сооружения в пределах долины водотока на ширину по I00 м в каждую сторону от трассы дороги.

В случае простых условий основой для инженерно-геологической съемки служит схематический глазомерный план места устройства сооружения; при сложных условиях - план, составленный по данным инструментальной съемки.

Для характеристики грунтов основания сооружения и русла в месте, где проектируется сооружение, закладывают буровые скважины, шурфы и производят, если это является целесообразным, геофизические исследования. Вид разведочных выработок, их количество, расположение в плане и глубина определяются сложностью грунтово-геологических условий места устройства искусственного сооружения, его типом (труба, мост), а также высотой проектируемой на пересечении насыпи. Во всех случаях глубина выработок должна быть достаточной для определения устойчивости грунтов основания сооружения. При прочных грунтах выработки должны быть заглублены на 3-4 метра ниже предполагаемой отметки подошвы фундамента. При наличии в основании сооружения слабых грунтов или опасных инженерно-геологических процессов в них, они должны быть пройдены на полную мощность с углублением в прочные грунты на 2-4 метра. При мощности слабых грунтов более I0 метров количество и глубина скважин определяются по индивидуальной программе. При скальных грунтах проходится выветрелый слой с заглублением в прочную скалу на 3-5 метров.

Примерная схема расположения выработок при инженерно-геологическом обследовании мест устройства малых искусственных сооружений показана на рис.I. Плановая и высотная привязка выработок производится инструментально. Наиболее простыми инженерно-геологическом отношении условиями характеризуются места устройства безрасчетных перепускных труб (диаметром 0,5-I,0 м), где, как правило, постоянные водотоки отсутствуют (местные понижения) и высота насыпи не превышает 6 метров. Выработки в этом случае располагаются по оси согласно схеме, указанной на рисунке I-а. Глубина выработок 3-4 метра. К следующей категории по сложности относятся места пересечения суходолов и логов, где требуется устройство труб диаметром более I,0 м.

При незначительном уклоне тальвега и высоте насыпи менее 6 м и однородных прочных грунтах закладывается одна выработка по оси глубиной 4-6 метров. При большей высоте насыпи и разнородных грунтах закладываются две скважины по схеме рисунки I-б. В сложных геологических условиях и неблагоприятных условиях фундирования закладываются три скважины. В случае устрой-

ства моста выработки закладываются по схеме I-в.

Места устройства малых искусственных сооружений с постоянно действующими водотоками характеризуются обычно более сложными гидрогеологическими и грунтовыми условиями и поэтому требуют более подробного изучения. В случае устройства трубы в таких местах закладывается не менее 2-х скважин, расположение которых показано на рис. I-б.

В случаях, когда долина водотока перекрывается высокой насыпью более I2 м и длина трубы достигает в связи с этим значительной величины (>30м), рекомендуется закладывать дополнительно одну выработку по оси.

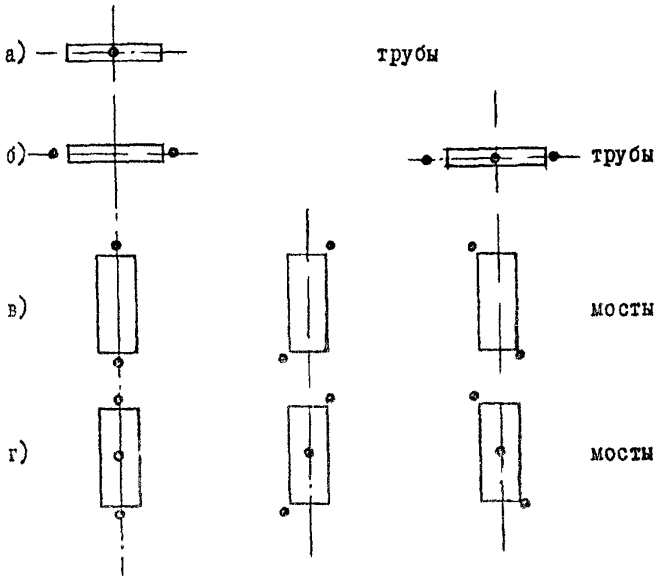
Если пересекаемый трассой водоток намечено перекрыть мостовым сооружением, то буровые скважины располагаются по схеме, приведенной на рис.I-г. На суходолах русловые скважины закладываются только в случаях пестрого геологического строения, когда береговые выработки не могут характеризовать грунтов русла. Глубина буровых скважин при инженерно-геологическом обследовании мест устройства малых сооружений на спостоянно действующих водотоках зависит от рода грунтов и их устойчивости. Глубина русловых скважин ограничивается возможной глубиной размыва, который не превышает 3-4 метров. Общая глубина геологической разведки определяется глубиной забивки свай или заложения подошвы фундамента. Глубина обследования должна быть на 5 м ниже этих величин, а при скальных грунтах - 2-3 м.

В случае обнаружения в месте устройства сооружения слабых грунтов следует проработать вариант выноса сооружения на участок с прочными грунтами.

6.3. При инженерно-геологическом обследовании мест устройства малых искусственных сооружений в горной местности основное внимание обращается на инженерно-геологическую съемку. Площадь съемки зависит от сложности перехода и характера сооружения.

Глубина и количество шурфов определяются характером русловых отложений и их мощностью. При близком залегании скальных пород шурфы проходятся на всю мощность рыхлых отложений, при большой мощности последних шурфы проходятся на глубину 2,5-3,0м.

Схема расположения выработок при инженерно-геологическом обследовании мест устройства малых искусственных сооружений



а) при простых грунтовых условиях

б) при сложных грунтовых условиях или большом уклоне тальвега

в) при устройстве моста

г) при устройстве моста на постоянно действующих водотоках, а также на суходолах в тех случаях, когда береговые выработки не могут характеризовать грунты русла

ось трассы

выработка

Рис.I.

Мощность рыхлых отложений и их однородность может устанавливаться в этом случае геофизическими методами.

Во всех случаях, кроме самых простых условий, буровые скважины следует закладывать за пределами будущего контура опор сооружения, во избежание осложнений при строительстве, связанных с необходимостью заглушения напорных вод, вскрытых выработками.

6.4. Из буровых скважин и шурфов, проходимых при обследовании малых искусственных сооружений, должны быть отобраны образцы грунтов для следующих видов лабораторных анализов:

а) для глинистых грунтов - пластичность, естественная влажность, пористость. В случае проектирования в месте устройства сооружения насыпи высотой более 12 метров, кроме того, определяются угол внутреннего трения, сцепления и компрессионные свойства. Для макропористых грунтов определяется степень просадочности;

б) для песчаных грунтов гранулометрический состав и коэффициент фильтрации (для пород, залегающих ниже уровня грунтовых вод в пределах верхних 2-х метров).

Образцы грунтов для лабораторных испытаний отбираются с глубин 1,0 м и глубже . При этом отбор образцов для определения пластичности производится из каждой литологической разности пород при мощности слоя не менее 0,5 м, а образцы для определения естественной влажности отбираются через каждые 0,5-0,6 м. Образцы с ненарушенной структурой при тугопластичной, полутвердой и твердой консистенции при однотипном характере грунтово-геологических условий могут отбираться из одной характерной выработки для двух-трех сооружений.

При наличии слабых мягкопластичных и текучепластичных грунтов рекомендуется производить испытания их в условиях естественного залегания приборами вращательного среза и статическим зондированием.

Для получения непосредственно в поле показателей консистенции грунтов следует применять микропенетрацию.

Образцы из верхних слоев грунта (с глубины 0-1,0 м) отбираются для расчета размыва в местах, где проектируются мосты.

Для песчаных грунтов определяется в этом случае гранулометрический состав, а для глинистых - пористость и сцепление.

Пробы воды для лабораторного определения агрессивности по отношению к бетону отбираются из русел водотоков, а также из водоносных горизонтов, находящихся в зоне воздействия их на сооружения. При однотипных гидрогеологических условиях и однообразном почвенном покрове пробы могут отбираться по характерным участкам из расчета одна проба на 3-4 сооружения.

6.5. Камеральная обработка материалов инженерно-геологического обследования мест устройства малых искусственных сооружений в случае, когда обследование ограничивается заложением одной выработки, сводится к составлению геологической колонки с учетом данных произведенных лабораторных анализов и испытаний грунтов.

Рекомендуемые масштабы колонок I:100, I:200 и I:50 (в зависимости от глубины выработки и толщины слоев).

Если обследование места устройства малого искусственного сооружения произведено двумя или более скважинами или с применением геофизических методов исследования в нескольких точках, то по сооружению составляется инженерно-геологический паспорт, включающий в себя:

1. План инженерно-геологической съемки с нанесением выработок, точек ВЭЗ и таблицей привязки выработок к трассе.

2. Геолого-литологический разрез с нанесением геофизических данных.

3. Колонки выработок.

4. Данные лабораторных испытаний.

5. Пояснения, в которых освещаются геологические и гидрогеологические условия, места устройства сооружения с заключением о нормативных значениях прочностных и деформативных свойств грунтов, химических свойствах грунтовых и русловых вод, а также о рекомендуемом типе основания.

Предварительные геолого-литологические разрезы составляются в поле.

6.6. На стадии рабочей документации производится дополнительное инженерно-геологическое обследование мест устройства малых искусственных сооружений в случаях изменения вида сооружения или его положения в плане. Кроме того, на мостовых переходах для уточнения фундирования закладываются разведочные выработки под каждую опору.

7. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ В МЕСТАХ УСТРОЙСТВА ПУТЕПРОВОДОВ

7.I. Задачей инженерно-геологического обследования мест устройства путепроводов является выяснение инженерно-геологических условий этих мест в объеме, достаточном для определени типа и условий сооружения основания опор путепровода, а также для решения вопроса о наиболее целесообразном варианте прохождения трассой поверх или под пересекаемой дорогой.

При выполнении работ учитывают требования ВСН I56-88 (Инженерно-геологические изыскания железнодорожных, автодорожных и городских мостовых переходов).

7.2. Места устройства путепроводов, в отличие от мостовых переходов через водотоки располагаются, как правило, на сухих равнинных участках и на пологих склонах, сложенных относительно однородной толщей грунтов.

7.3. При изысканиях на предпроектной стадии инженерно-геологические работы в местах устройства путепроводов выполняют в соответствии с п.п. 3.5 - 3.6 настоящих "указаний".

7.4. При изысканиях для проекта (рабочего проекта) на оси пересечения закладывается от 2-х до 7 выработок. При одно-двух пролетном путепроводе и простых инженерно-геологических условиях закладываются 2 выработки примерно в местах заложения крайних опор сооружения. При многопролетных путепроводах, а также в сложных условиях при разнородных грунтах закладывают дополнительные промежуточные скважины или шурфы. При назначен мест заложения выработок учитывается схема сооружения. Располагать выработки следует применительно к местам заложения опо

Глубина выработок зависит от характера грунтов и намеченного варианта пересечения. Если путепровод располагается над пересекаемой дорогой, глубина выработок в плотных грунтах может не превышать 6 метров. При пересечении в выемке глубина скважин, закладываемых под опоры, должна быть не менее, чем на 6 метров ниже дна проектируемой выемки.

При наличии слабых грунтов глубина выработок определяется в каждом отдельном случае, в зависимости от конкретных условий. Как правило, выработки должны быть заглублены в этом случае в подстилающие плотные грунты не менее, чем на 6 метров. При свайном основании скважины проходят не менее, чем на 6 метров глубже возможной глубины забивки свай.

7.5. Из выработок отбираются образцы грунтов. Из связных грунтов образцы отбираются из каждого слоя, но не реже, чем через 1,0 метр для определения пределов пластичности и естественной влажности. Кроме того, с глубины 1,5 метра и глубже отбираются монолиты для определения сопротивления сдвигу и компрессионных свойств.

Из каждого однородного слоя (инженерно-геологического элемента) должно быть отобрано не менее 6 монолитов; для песчаных грунтов определяют гранулометрический состав, коэффициент фильтрации и плотность.

Применяется статическое зондирование.

В слабых грунтах производится определение сопротивления сдвигу крыльчатками.

7.6. Если путепровод не входит в состав проектируемой дороги, изыскиваются места залегания резервов для отсыпки подходных насыпей. Поиски и разведка производятся в соответствии с п.п. 4,20-4.23.

7.7. В результате инженерно-геологических изысканий мест устройства путепровода представляется паспорт места пересечения, включающий в себя:

- инженерно-геологическую карту (в сложных условиях)
- схему расположения выработок;
- геолого-литологический разрез по оси сооружения;
- данные анализов и испытаний грунтов, нормативные характеристики их прочностных и деформативных свойств;
- химические анализы воды с заключением о ее агрессивности по отношению к бетону;
- данные о сейсмичности района строительства.

7.8. Если в месте пересечения проектируется транспортная развязка, в дополнение к выработкам, заложенным по оси пересечения под опоры путепровода, закладывают дополнительно 4-8 выработок в пределах расположения транспортной развязки.

В однородных и простых инженерно-геологических условиях выработки закладываются по углам площадки. При сложных условиях закладываются дополнительно выработки в зависимости от конкретных условий. Глубина выработок - 2-4 метра.

7.9. На стадии рабочей документации производятся дополнительные разведочные работы с проходкой выработок по местам заложения опор в случаях изменения их положения или при необходимости в опытных работах (штамповые испытания, статическое зондирование, прессиометрия и т.п.).

8. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПЛОЩАДОК ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ ДОРОЖНОЙ И АВТОТРАНСПОРТНОЙ СЛУЖБЫ, ВРЕМЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ

8.1. К зданиям дорожной и автотранспортной службы дороги относятся: комплексы зданий и сооружений управления дороги, основного и низового звеньев дорожной службы, жилые дома, производственные базы, пункты обслуживания сооружений, устройства технологической связи, а также здания и сооружения по обслуживанию грузовых и пассажирских перевозок, АЗС, СТО, пункты мойки, площадки отдыха, посты ГАИ - линейные сооружения по контролю дорожного движения и т.п.

К временным производственным сооружениям для строительства дорог относятся асфальтобетонные и цементобетонные заводы, тупики, разгрузочные площадки и базы.

8.2. Инженерно-геологические обследования на площадках гражданских зданий и временных производственных сооружений выполняются при изысканиях для проекта. Целью обследований является получение данных об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях площадки в объеме, достаточном для решения вопросов о фундировании зданий с выяснения условий проложения коммуникаций для энерго-снабжения и водоснабжения комплексов.

8.3. Инженерно-геологическое обследование площадки заключается в инженерно-геологической съемке территории, отведенной под площадку. Основой для инженерно-геологической съемки является план площадки (масштаба I:500 - I:I000), съемкой должны быть охвачены границы всех геоморфологических элементов, полностью или частично входящих в пределы площадки.

На план наносятся места распространения неблагоприятных физико-геологических процессов, литологические границы грунтов, границы слабых грунтов, заболоченные площади, выходы грунтовых вод, действующие овраги, а также расположение пройденных выработок с показанием их глубин и абсолютных отметок устьев. Количество разведочных выработок для освещения геологического строения и инженерно-геологических условий площадки зависит от размеров участка, наличия естественных обнажений, однородности геологических условий, а также от количества и типов проектируемых на площадке сооружений.

Ввиду многообразия перечисленных условий объемы разведочных работ должны уточняться в каждом отдельном случае, в зависимости от конкретной обстановки.

8.4. Перед началом инженерно-геологических обследований геологу должны быть выданы: I/ топографический план площадки с нанесением контуров проектируемых сооружений и линий подземных и надземных коммуникаций; 2/ задание главного инженера проекта на выполнение работ, в котором должны быть указаны глубины проектируемых подвальных помещений, емкостей, смотровых ям и т.п., а также расположение и глубина заложения линий коммуникаций -

электроснабжения, связи, водопровода, канализации и т.п.

8.5. Средняя глубина выработок на площадке принимается 6-8 метров, а в грунтах пониженной прочности - 10-15 метров. Опробуется 50% пройденных выработок. Определяются естественная плотность, пористость и пределы пластичности для связных грунтов гранулометрический состав, коэффициент фильтрации и угол естественного откоса песков по каждому слою. Пробы для определения естественной влажности отбираются не реже, чем через 1 метр.

Для грунтов пониженной прочности определяется сопротивление сдвигу и компрессионные свойства. Производится статическое зондирование и испытания крыльчаткой.

Выработки, на которых отбираются образцы грунтов, должны быть расположены таким образом, чтобы возможно более полно охарактеризовать грунты основания проектируемого сооружения.

8.6. При наличии грунтовых вод должна быть определена отметка их расчетного уровня, что представляет собой очень ответственную и часто сложную задачу. Следует иметь в виду, что колебание уровня грунтовых вод может достигать в отдельных случаях 4-х - 5-ти метров, и сухие при производстве изысканий толщи грунтов через некоторый период времени или при строительстве могут оказаться обводненными.

Сведения о годовых и многолетних уровнях и амплитудах колебания грунтовых вод следует получать в ближайших территориальных режимных станциях Министерства геологии и охраны недр. Кроме этого, необходимо собрать сведения у местного населения о колебании уровня воды в колодцах, о появлении и уровне воды в погребах и овощехранилищах.

При работе в умеренных широтах показателем колебания грунтовых вод может служить оглеение почвенных горизонтов.

Наивысшие отметки горизонта грунтовых вод должны иметь высотную привязку. Подробнее об определении расчетного уровня грунтовых вод см. приложение № 10.

При необходимости проектирования дренажных устройств определяются дебит грунтовых вод и направление их движения. Пробы грунтовых вод направляются в лабораторию для определения агрессивных свойств воды по отношению к бетону.

8.7. Трассы линейных коммуникаций водопровода, связи, электросетей, канализации обследуются так же, как и трасса проектируемой дороги с несколько более частым назначением выработок, которые располагаются через 250-300 метров. Глубина выработок - 3,0-5,0 метров. Из выработок отбираются пробы грунтовой воды, если таковая имеется. Опробование имеет целью определение коррозионной активности среды по отношению к оболочке кабеля или трубы, и агрессивных свойств по отношению к бетону опор электролиний.

Все встреченные по трассе проложения подземных коммуникаций типы почв и литологические разности грунтов опробуются не менее, чем в 3-х точках на химсостав по водным вытяжкам. В водной вытяжке определяют содержание гумуса, нитратов, концентрацию водородных ионов. Пробы берутся из всех поверхностных и грунтовых вод. Находят общую жесткость воды. Коррозионная активность устанавливается в соответствии с СНиП 2.03.II-85. Коррозионная активность может быть определена по удельному электрическому сопротивлению почв и грунтов, определяемому геофизическими методами.

8.8. Для выяснения условий водоснабжения комплекса необходимо:

- изучать гидрогеологические условия района строительства по литературным и фондовым материалам;

- собрать сведения по ближайшим к площадке артезианским скважинам и колодцам, их глубине конструкции, качестве и дебите воды.

При отсутствии колодцев и действующих артскважин в районе строительства для уточнения собранных данных о глубине залегания водоносных горизонтов производятся геофизические работы. В сложных гидрогеологических условиях проходят разведочные скважины;

- изучить имеющиеся в районе площадки водоемы и установить возможность их использования для технического водоснабжения.

8.9. Инженерно-геологическое обследование площадок, намечаемых для размещения временных производственных сооружений

(асфальтобетонных и цементобетонных заводов) производится в тех же объемах и по той же программе, как и площадки гражданских зданий.

8.10. В результате обследования и камеральной обработки составляется инженерно-геологический паспорт площадки, в который входит:

- план площадки в горизонталях с нанесением (в сложных условиях) данных инженерно-геологической съемки, расположения пройденных выработок с показанием отметок их устьев;

- геологолитологические разрезы по площадке с указанием коррозионной активности почв;

- план участка с нанесением гидроизогипс (при наличии грунтовых вод);

- таблицы с данными лабораторных анализов и испытаний грунтов и воды;

- пояснительная записка (в простых условиях - пояснения).

В записке дается подробная характеристика физико-механических свойств грунтов, гидрологических условий, агрессивности грунтовых вод, рекомендации по наиболее целесообразному типу фундаментов, устройству дренажей, если они нужны.

Подробно описываются возможные источники водоснабжения, даются соображения о глубине и конструкции колодцев или артезианской скважины.

При наличии в районе строительства построенных в аналогичных условиях зданий и сооружений описывается принятая конструкция фундаментов и глубина их заложения.

В простых инженерно-геологических условиях в пояснениях все эти сведения излагаются в краткой форме.

8.11. При необходимости составляется проект буровой скважины на воду.

8.12. На стадии рабочей документации производятся дополнительные обследования по местам расположения сооружений. В сложных условиях выполняются опытные работы.

Перед началом инженерно-геологических работ геологу должны быть выданы:

- топографический план площадки с нанесением контуров проектируемых сооружений;

- задание главного инженера проекта на выполнение работ, в котором должны быть указаны глубины проектируемых подвальных помещений, емкостей, смотровых ям и т.п., а также расположение и глубина заложения линий коммуникаций. Количество и глубина выработок устанавливаются в зависимости от конкретных условий в каждом отдельном случае.

Из перечисленных выше (п.8.I0) документов в поле составляются:

- полевая пояснительная записка;
- рабочие геолого-литологические разрезы по площадке;
- рабочая инженерно-геологическая карта (составляется карта (составляется для сложных инженерно-геологических условий);
- продольный профиль линий коммуникаций с насеченными грунтами;
- ведомость анализов грунтов и грунтовых вод (при производстве анализов в поле) или ведомость образцов, направленных в лабораторию.

По результатам выполненных инженерно-геологических изысканий по требованию заказчика составляется отчет. Состав отчета, которым следует руководствоваться, помещен в "Образцах оформления геологических документов", Союздорпроект, I99I г.

Приложение I

Группа факторов	Категории сложности инженерно-геологических условий и их характеристика		
	I (простая)	II (средняя)	III (сложная)
1	2	3	4
Геоморфологические	Участок трассы (площадка) в пределах одного геоморфологического элемента. Поверхность горизонтальная, не расчлененная	Участок трассы (площадка) в пределах нескольких геоморфологических элементов одного генезиса. Поверхность наклонная слабо расчлененная	Участок трассы (площадка) в пределах нескольких геоморфологических элементов разного генезиса. Поверхность сильно расчлененная
Геологические в сфере взаимодействия сооружений и зданий с окружающей средой	Не более двух различных по литологии слоев залегающих горизонтально или слабо наклонно (уклон не более 0,1). Мощность выдержана по простиранию. Незначительная степень неоднородности слоев по показателям свойств грунтов, незакономерно изменяющихся в плане и по глубине. Скальные грунты залегают с поверхности или перекрыты маломощным слоем нескальных грунтов	Не более четырех различных по литологии слоев, залегающих наклонно или с выклиниванием. Мощность изменяется по простиранию закономерно. Закономерное изменение характеристик грунтов в плане или по глубине. Скальные грунты имеют неровную кровлю и перекрыты нескальными грунтами	Более четырех различных по литологии слоев. Мощность резко изменяется по простиранию. Линзовидное залегание слоев. Значительная степень неоднородности слоев по показателям свойств грунтов, незакономерно (или) закономерно изменяющимся в плане и по глубине скальные грунты имеют сильно расчлененную кровлю и перекрыты нескальными грунтами
Гидрогеологические в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой	Подземные воды отсутствуют или имеется выдержанный горизонт грунтовых вод с однородным химическим составом	Два и более выдержанных горизонтов подземных вод, местами с неоднородным химическим составом или обладающих напором	Горизонты подземных вод не выдержаны по простиранию и по мощности с неоднородным химическим составом. Местами сложное чередование водоносных и водоупорных пород. Напоры подземных вод изменяются по простиранию

1	2	3	4
Физико-геологические процессы и явления, отрицательно влияющие на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений	Отсутствуют	Имеют ограниченное распространение	Имеют широкое распространение
Специфические грунты в сфере взаимодействия зданий с геологической средой	Отсутствуют	Не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений	Оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, осложняет строительство и эксплуатацию

Примечание: Категории сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать, как правило, по совокупности факторов, указанных в табл.6.8.

Если какой-либо фактор относится к более высокой категории сложности и является определяющим при принятии основных строительных решений, то категорию сложности инженерно-геологических условий следует устанавливать по данному фактору. В этом случае должны быть увеличены объемы или дополнительно предусмотрены только те виды работ, которые необходимы для выяснения влияния на проектируемые здания и сооружения только этого фактора.

Приложение 2

Рекомендуемые буровые станки

Глубина скважин, м	Условия проведения работ I. Легкие (любые транспортные средства) Преобладающие грунты в районе работ			
	Скальные	Крупнообломочные и песчаные	глинистые	мерзлые
До I0	УКБ I2/25	АВБ.2М, УБР-I УБР-2М БУКС-ЛГТ	БУЛИЗ-I5 АВБ - 2М БУКС- ЛГТ	БУЛИЗ I5 Н.П. УБР - 2М
От I0 до 30	УКБ I2/25 УГБ- I-ВС	АВБ 2М УГБ - I-ВС БУКС - ЛГТ	АВБ - 2М УГБ - I-ВС БУЛИЗ I5 БУКС - ЛГТ	УГБ - I-ВС
От 30 доI00	УГБ- I-ВС	УГБ- I-ВС УРБ - 2А	УГВ - I-ВС	УГБI - ВС
Свыше I00	УРБ- 3 АМ УРБ - 3 АЗ	УРБ 3-АМ	УРБ- 2А2 УРБ- ЗАМ	УРБ - 3 АМ

	2.Средние (транспортные средства высокой проходимости)				Тяжелые (вертолет,	
	Скальные	Крупнообломочные и песчаные	Глинистые	Мерзлые	Скальные	Крупнообл. и мерзлые
I	2	3	4	5	6	7
До I0	УКБ I2/25	БУКС-ЛГТ УБР-I	БУКС-ЛГТ	БУКС-ЛГТ	УКБ I2/25	М-I
От I0 доI3	УКБ I2/25 БЕК-2М-I00	БУКС-ЛГТ БУВ-I5	-	-	УКБ I2/25 БЕКГМ-I-I00	- -
От 30доI00	АВБ-Т БСК-2М-I00	-	АВБ-ТМ АВБ-2М	АВБ- IМ	БСК-2М I00	-
Свыше I00	УРБ-3АМ	УРБ-3АМ	УРБ-3АМ	УРБ3 АМ	-	-

Примечание. Станки УКБ I2/25, М-I - легкие переносные, масса до 20кг, начальный диаметр I00 мм, способ бурения- колонковый, шнековый станки БСК-2М-I00, БЕКГМ I-I00 тяжелые, переносные, масса 400-500 кг станок БУКС-ЛГТ- легкий, прицепной, начальный диаметр I50 мм, способ бурения ударно-канатный. Все остальные станки- самоходные на базе ГАЗ-66 и ЗИЛ-I3I, способ бурения- ударный и колонковый, начальный диам. скважины 280-300 мм. Станок АВБ-2М вибрационного бурения; станок БУЛИкомбинир.бурения, начальн.диам.I50 мм, смонтирован на базе ГАЗ 6

Приложение 3
ГОСТ 25100-82

Классификация грунтов для проектирования и возведения земляного полотна по СНиП 2.05.02-85 и ГОСТ 25.100-82

а) Не сцементированные обломочные грунты

Вид грунта	Содержание частиц в % от общего сухого грунта
I	2
Крупнообломочные	Масса обломков крупнее 200 мм составляет более 50%
Грунт глыбовый (при преобладании окатанных камней-валунный). Грунт щебенистый (при преобладании окатанных частиц-галечниковый)	Масса частиц крупнее 10 мм составляет более 50%
Грун дресвяный при преобладании окатанных частиц-гравийный	Масса частиц крупнее 2 мм составляет более 50%
Песчаные	
Песок гравелистый	Масса частиц крупнее 2 мм составляет более 25%
Песок крупный	Масса частиц более 0,5 мм составляет более 50%
Песок средней крупности	Масса частиц крупнее 0,25 мм составляет более 50%
Песок мелкий	Масса частиц крупнее 0,1 мм составляет более 75%
Песок пылеватый	Масса частиц крупнее 0,1 мм составляет менее 75%

Пески с коэффициентом неоднородности $К\frac{60}{10} > 3$ следует считать разнозернистыми (неоднородными), коэффициент неоднородности определяется по формуле $\frac{К60}{10} = \frac{d\,60}{d\,10}$, где $d\,60$ и $d\,10$ диаметры частиц, меньше которых в данном грунте содержится соответственно 60 и 10% частиц по массе.

Пески с $К\frac{60}{10} < 3$, а также мелкие пески с содержанием по массе 90% и более частиц размером 0,10-0,25 мм следует считать однородными.

Приложение 4

ВИДЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ГРУНТОВ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ

Номенклатура грунтов (по полевым визуальным определениям)	Петрографический и минералогический состав	Гранулометрический состав	Пластичность	Естественная влажность	Консистенция	Плотность частиц грунта	Естественная плотность	Угол внутреннего трения	Сцепление	Коэффициент фильтрации	Временное сопротивление сжатию	Угол естественного откоса	Стандартное уплотнение	Компрессионные испытания
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5
Пески гравелистые, крупные	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
Пески средней крупности	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-
Пески мелкие и пылеватые	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-
Щебенистые (галечниковые) и дресвяные (гравийные) грунты	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Глинистые грунты (глины, суглинки, супеси)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+
Скальные и полускальные грунты	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-

Примечания: I. Кроме указанных в табл.4 испытаний, дополнительно определяют:

- временное сопротивление сжатию для глинистых грунтов твердой консистенции при использовании их в качестве основания под фундаменты сооружений;
- ботанический состав, степень разложения, компрессионные свойства, зольность, показатель консолидации и сдвиговые характеристики торфов;
- для просадочных грунтов - степень относительной просадочности, начальную просадочную влажность; начальное просадочное давление;
- в необходимых случаях для песчаных и глинистых грунтов - содержание органических примесей, характер и степень засоленности;

б) Глинисты грунты (по СНиП I.02.07-87)

Вид грунта	Разновидность грунтов	Содержание песчаных частиц в % по массе	Число пластичности, р
I	2	3	4
Супесь	Легкая,крупная	Св. 50	I-7
	легкая	-"- 50	I-7
	пылеватая	50- 20	I-7
	Тяжелая пылеватая	менее 20	I-7
Суглинок	Легкий	Св. 40	7-I2
	Легкий пылеватый	менее 40	7-I2
	Тяжелый	Св. 40	I2-I7
	Тяжелый пылеватый	менее 40	I2-I7
Глина	Песчанистая	Св. 40	I7-27
	Пылеватая	менее 40	I7-27
	Жирная	Не нормируется	Св. 27

Примечания. I. Для супесей легких крупных учитывается содержание песчаных частиц размером 2-0,25 мм, для остальных грунтов - 2 - 0,05 мм.

2. При содержании в грунте 25-50% (по массе) частиц крупнее 2 мм к названию глинистых грунтов добавляется слово "гравелистый" (при окатанных частицах) или "щебенистый" (при неокатанных частицах).

- для мерзлых грунтов - относительная льдистость и величина осадки после оттаивания;
- угол естественного откоса и стандартное уплотнение выполняют для грунтов, намеченных для отсыпки земляного полотна (угол внутреннего трения и сцепление определяют в образцах с нарушенной структурой при оптимальной плотности);
- угол внутреннего трения и сцепление определяют также для грунтов оснований высоких насыпей (более 12 м) и насыпей на слабых грунтах, площадок гражданских зданий при неблагоприятных (слабых грунтах), а также для глубоких (более 12 м) выемок и мостовых переходов;
- компрессионные сиыптания производят в тех же случаях (за исключением выемок);
- модуль деформации (на стадии рабочей документации по особому заданию);
- для полускальных пород выемок - потерю прочности после замораживания и оттаивания, размокаемость и набухаемость;
- для засоленных грунтов - степень засоления, качественный состав водорастворимых солей.

Для набухающих грунтов определяют величину набухания.

2. Более подробные сведения о назначении грунтов для анализов и испытаний помещены в "Образцах оформлений геологических документов", Союздорпроект, 1991 г.

Приложение 5

Отбор образцов для анализов

Земляное полотно

а) Использование типовых проектов (благоприятные грунтовые условия, слабые грунты отсутствуют)

Таблица I

№№ пп	Объект исследований	Порядок отбора образцов из выработок для анализа	Вид анализов и испытаний	Примечания
I	2	3	4	5
I.	Земляное полотно. Грунты для отсыпки насыпи не используются	Из всех выработок послойно, начиная с поверхности в результате разбора и сравнения образцы на анализ направляют из одной выработки на 5-6 опробованных выработок	Грансостав. Пластичность. Влажность, Коэффициент фильтрации (для песчаных грунтов)	Объем образца не менее I,5 кг
2.	То же, но грунты используют для отсыпки насыпи (закладываются притрассовые резервы)	То же, но образцы для анализа направляются не менее чем из одной выработки на I км	То же. Естественная влажность и плотность. Стандартное уплотнение, для песков-угол естественного откоса	Образцы отбирают бороздо Объем образца для стандартного уплотнения 3--3,5 кг
3.	Сосредоточенные резервы (в том числе выемки), грунт которых используется для отсыпки земполотна	Образцы отбирают из всех выработок послойно, на естественную влажность не реже чем через I,0 метр .Остальные образцы не реже чем через 2 м. В анализ кроме естественной влажности направляют 3-6 образцов из каждого выделенного слоя	То же	То же

б) Индивидуальное проектирование земляного полотна

Во всех случаях проектирования земляного полотна решается задача обеспечения устойчивости основания земляного полотна, откосов насыпи, откосов выемок, естественных склонов.

Для оценки устойчивости основания, кроме показателей состава и состояния, необходимо иметь:

- данные о сопротивлении грунтов сдвигу;
- компрессионные и консолидационные характеристики.

В задачу инженерных изысканий входит получение расчетных значений этих характеристик. Это требует отбора большого количества образцов, количество которых должно быть достаточным для статистической обработки и быть не менее шести для каждого выделенного однородного слоя (инженерно-геологического элемента).

Для оценки устойчивости откосов выемок и существующих насыпей нужны данные о сопротивлении грунтов сдвигу; для проектируемых высоких насыпей - данные о сопротивлении сдвигу при оптимальной плотности.

Изыскания следует проводить в два этапа.

Индивидуальное проектирование

Таблица

№ пп	Объект исследования	Порядок отбора образцов для анализа	Вид анализа	Примечание
I	2	3	4	5
I.	Грунты основания насыпей-слабые грунты -не скальные грунты основания насыпи высотой более I2м.	Образцы отбирают из выделенных по визуальным признакам и данным испытаний полевыми методами, не менее шести из каждого слоя. Образцы для компрессии и консолидации отбирают на глубину активной зоны. Образцы для сдвиговых испытаний отбирают из наиболее слабого слоя в пределах активной зоны	Естественная влажность, пластичность, грансостав, пористость, естественная плотность влажного грунта, сопротивление сдвигу, компрессионные и консолидационные испытания. Ботанический состав, степень разложения (для торфа), степень просадочности (для лессовидных грунтов)	Испытания следует проводить по закрытой системе (быстрый сдвиг). Для слабых грунтов оснований I-го типа испытания на сдвиг не производят. Тип основания устанавливается предварительными испытаниями крыльчаткой
2.	Глубокие выемки > I2 матров	Кроме образцов для определения основных показателей состава и состояния отбирают образцы для сдвиговых испытаний из всех выделенных слоев	То же, кроме компрессионных испытаний при использовании грунтов выемок в насыпь определяют оптимальную влажность и плотность грунтов. Если высота насыпи более I2 м необходимо сделать сдвиговые испытания при оптимальной плотности	Испытания на сдвиг производят по закрытой схеме (быстрый сдвиг)
3.	Выемки в слабых и водонасыщенных грунтах	Образцы отбирают так же, как и в предыдущих случаях. Из грунтов, которые будут находиться в основании дорожной одежды отбирают образцы для определения оптимальной влажности и плотности	Выполняются те же виды анализов. Для песков определяют коэффициент фильтрации	Испытания на сдвиг производят по закрытой схеме (быстрый сдв

I	2	3	4	5
4.	Оползневые склоны	Из основных инженерно-геологических элементов (существующих и потенциально возможных зон оползневого смещения) для анализа отбирают от 6 до 25 образцов в зависимости от величины оползня. Образцы отбирают из опорных скважин через I-2 метра или чаще в зависимости от изменения состава и состояния. Во всех случаях следует отбирать образцы из всех слабых грунтов независимо от мощности слоя, из оползневого смещения и приконтактных зон из второстепенных инженерно-геологических элементов отбирают для анализа 5-6 образцов. по	Естественная влажность. Гранссостав. Пластичность. Естественная плотность влажного грунта. Сопротивление одноосному сжатию. Размокание, набухание	-

Приложение 6

Техническая характеристика грунтоносов нормального ряда

Тип грунтоноса	Шифр грунтоноса	Породы	Наружный диаметр	Длина, мм	Наружный диаметр гильзы, мм	Длина гильзы, мм	Масса грунтоноса, кг
I	2	3	4	5	6	7	8
Обуривающий	ГО-I	Пески плотные и сцементированные	I60	925	99,5	400	27
	ГО-2	Глинистые твердой и полутвердой консистенции, мерзлые породы	I85	925	II8	400	34
Забивной	ГЗ-I	Глинистые твердой и полутвердой и тугопластичной консистенции	I06	685	97	400	I5,5
	ГЗ-2		I25	685	II3	400	I7
Вдавливаемый (первая модель)	ГВ-I	Глинистые полутвердой и тугопластичной консистенции	I08	605	-	-	8,6
	ГВ-2		I27	605	-	-	9,3
Вдавливаемый (вторая модель)	ГВ-3	Глинистые мягкопластичной консистенции	II6	785	II0	450	I3,5
	ГВ-4		I32	785	II6	450	I4,5
Вдавливаемые (третья модель)	ГВ-5	Глинистые полутекучей и текучей консистенции, рыхлые водонасыщенные пески	I50	9I0	I08	300	I5

Кроме грунтоносов нормального ряда имеются распространенные также - обуривающие - конструкции ВСЕГИНГЕО Томгипротранса, забивные - Днепрогипротранса, вдавливаемые - Гидропроекта, Сибгипротранса, УралТИСИЗа, ЛенТИСИЗа, Ижгипроводхоза.

Прилохение 7

Краткая характеристика торфов, сапропелей и других илистых грунтов

Торф - своеобразный грунт растительного происхождения, образовавшийся в результате отмирания болотной растительности при избыточном увлажнении и недостаточном доступе воздуха.

Под природным торфяником понимается слой грунта толщиной не менее 0,3 м с содержанием растительных остатков более 60%. При меньшем содержании органических примесей органогенные грунты классифицируются как заторфованные, с содержанием растительных остатков I0-60% и грунты с примесью органических веществ, при содержании таковых менее I0%.

По внешнему виду торф представляет собой волокнистую (при малой разложенности) или пластичную (при большой разложенности) массу. Сухое вещество торфа состоит из не вполне разложившихся растительных остатков (растительное волокно), продуктов разложения растительных остатков (темнобурого бесструктурного вещества)-гумуса и минеральных веществ (неорганических примесей).

По способу питания водой болота подразделяются на верховые, низменные и переходного типа. В зависимости от условий формирования залежи болота могут быть представлены торфами лесного, лесотопяного и топяного подтипов, состоящих из древесных, травяных моховых растительных остатков, находящихся на различных стадиях разложения.

По глубине болота делятся на:
мелкие, с мощностью торфа менее 2-х м;
средние, глубиной 2-4 м;
глубокие - более 4 м.

Для большинства болот характерно слоистое строение, которое объясняется изменением климатических и гидрогеологических условий, также изменениями микроклимата местности в процессе формирования болота. Болота низинного типа характеризуются ровной (почти горизонтальной) поверхностью.

Основными показателями строительных свойств торфа является степень его разложения, естественная влажность и плотность. От них зависят все основные геотехнические показатели торфа и его фильтрационные свойства.

Влажность торфа в его естественном состоянии очень высока и колеблется в процентах от 257 (72) до 2930 (96,7) (в скобках дана относительная - объемная влажность).

Сильно разложившийся торф по своим физико-механическим свойствам близок к иловатым грунтам и практически водонепроницаем.

Визуальные основные физические константы торфа могут быть примерно оценены:

плотность - по погружению бурового наконечника;

влажность - по оттоку свободной воды из образца торфа, и

разложенность - по степени загрязнения пальцев и характеру продавления торфяной массы между пальцами руки.

Дно болот в большинстве своем представлено минеральными грунтами, но иногда слагается илами озерно-болотного происхождения,- сапропелями, входящими непосредственно в комплекс болотных отложений.

Сапропели - представляют собой озерные отложения, образующиеся в водоемах в результате отмирания и распада заселяющих их животных и растительных организмов и оседания минеральных частиц, заносимых водой и ветром.

Сапропелевые отложения могут быть: в текучем состоянии (преимущественно современные озерные отложения верхних слоев), в пластичном (сапропели, залегающие под торфяными пластами небольшой мощности), в полутвердом и твердом состоянии (наиболее глубокие сапропелевые отложения, подвергнувшиеся естественному уплотнению).

Плотность сапропелей близка к I. Коэффициент пористости колеблется от 2,5 до I6. Содержание извести в сапропелях колеблется от 7 до 80%. Зольность их бывает различной в зависимости от преобладания в них органического вещества и составляет 5-20%, доходя в сильно минеральных сапропелях до 60-70%.

Илами называются глинистые грунты в начальной стадии формирования, которые образовались как структурный осадок в воде при наличии микробиологических процессов и обладают в природном сложении влажностью, превышающей влажность на границе текучести и коэффициентом пористости > I - для супесей и суглинков и > I,5 - для глин.

Илы в природе характеризуются скрытотекучей консистенцией, наличием структурных связей и способностью к тиксотронным превращениям.

Скелет грунта состоит в основном из глинистого и карбонатного вещества. В состав глинистых фракций илов входят минералы групп монтмориллонита, гидрослюд и каолинита, содержание гумуса в илах колеблется от I до I0%.

Ольдивые глины - послеледниковые четвертичные отложения, особая разновидность морских илов. Распространены в северо-западных районах СССР и представлены глинами и суглинками голубого и зеленовато-серого цвета.

Физико-механические свойства верхней, более плотной части толщи мощностью 0,3-2,0 метра, называемой коркой, отличаются от свойств подстилающих глин и характеризуются влажностью до 55%, объемной массой скелета, превышающей I и величиной чувствительности (отношение прочности грунта при ненарушенном сложении к прочности грунта при нарушенной структуре) до 7.

У глин подстилающего их слоя высокая влажность (обычно более 60%), значительно превышающая их верхний предел пластичности, скрытотекучая консистенция, плотность скелета в подавляющем большинстве случаев менее I и чувствительность 200-600.

Таким образом, для глин, залегающих под коркой, характерна резкая потеря прочности и переход в текучее состояние при механическом разрушении естественной структуры.

физико-механический свойства
пресноводных илов (по Совздорнии)

Таблица I

Виды ила		Природная влажность, % ω	Естественная плотность, $г/см^3$ ρ	Модуль деформации E, Мпа	Сопротивляемость сдвигу по крыльчатке, МПа
Наименование	Определяющий признак				
Супесчаный	$I \leqslant I_\rho \leqslant 7$	30-45	I,88-I,76	57-29	0,35-0,I7
Суглинистый	$7 < I_\rho \leqslant I7$	30-60	I,89-I,65	32-I2	0,27-0,I3
Глинистый	$> I7$	60-I20	I,00-I,40	32-4	0,2-0,02

Классификация торфяных грунтов (по Союздорнии)

Таблица 2

Группа по содержанию органических веществ	Вид по генетико-фациальным и петрографическим особенностям		Подвид по составу		Разновидность по состоянию	
	Наименование	Определяющий признак	Наименование	Определяющий признак	Наименование	Определяющий признак
1	2	3	4	5	6	7
Органические ($П > 60\%$)	Торф малозольный	$П \geqslant 95\%$	Волокнистый	$Ф > 75\%$	Сухой	$\omega_{пр} < 300\%$
	Торф средней зольности	$95\% > П \geqslant 80\%$	Маловолокнистый	$75\% > Ф \geqslant 60\%$	Маловлажный	300 - 600%
					Средней влажн.	*600 - 900%*
	Торф высокозольный	$80 > П > 60\%$	Не волокнистый	$Ф < 60\%$	Избыточно влажный	1200-2500%
	Органосапропель	$П > 60\%$			Маловлажный	$\omega_{пр} < 200\%$
					Средней влажности	200 - 500%
					Очень влажный	500 - 1000%
					Избыточно влажн.	$\omega_{пр} > 1000\%$
Органоминеральные $10 \leqslant П < 60\%$	Органоминеральный сапропель	$60\% \geqslant П > 10$	-	-	Маловлажный	$\omega_{пр} < 150\%$
					Средней влажности	150 - 400%
					Очень влажный	400 - 900%
					Избыточно влажн.	$\omega_{пр} > 900\%$
	Болотный мергель	$10\% П \leqslant 60\%$ $CaCO_3 > 25\%$	-	-	Маловлажный	$\omega_{пр} < 100\%$
					Средней влажности	100 - 300%
					Очень влажный	$\omega_{пр} > 300\%$
	Торфянистые грунты	$30\% < П \leqslant 60\%$	Супесь	$I \leqslant \frac{\omega_{пр}}{7} < 7$	А	$0,5 < В < 0,75$

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7
Минеральные $П \leq 10\%$ ↓	Сильно заторфованные	$20\% < П \leq 30\%$	Суглинок	7-17	Б	0,75 - 1
					В	1 - 1,5
	Заторфованный	$10\% < П \leq 20\%$	Тощая глина	7-27	Г	1,5 - 2
			Жирная глина	> 27	Д	2 - 2,5
					Е	2,5- 3
					Ж	3 - 3,5
	Ил морской	-	-	-	А	$0,5 \leq В < 0,75$
	-"- озерный	-	-	-	Б	0,75 - 1
	-"- аллювиальный	Комплекс физически генетических и петрографических характеристик $П < 10$	Супесь	$1 \leq \omega_{пл} < 7$	В	1 - 1,5
	Покрый солончак	-	Суглинок	7 - 17	Г	1,5 - 2
					Д	2 - 2,5
					Е	2,5 - 3
	Переувлажненный глинистый грунт	-	Глина	17	Ж	3 - 3,5
	Ильдиевая глина	-	-	-	А	$\omega_{отн} < 1$
					Б	$1 \leq \omega_{отн} < 1,5$
					В	$1,5 \leq \omega_{отн} < 2,5$

Примечания.

1. Для отделения болотного мергеля от органоминерального сапропеля необходимо определить содержание $CaCO_3$.
2. Наряду с указанным в гр.3 определяющим признаком для установления вида слабого грунта используется комплекс данных по фициально-генетическим и петрографическим особенностям, устанавливаемым в процессе изысканий.
3. П - потеря при прокаливании,%; Ф - степень волокнистости,%; ωпл - число пластичности: ωПр - природная влажность,%; В - коэффициент консистенции; ω отн=ωпр/ω т- относительная влажность; ωт - влажность на границе текучести,%;
4. Степень волокнистости Ф вычисляется через степень разложения $R_м$, определяемую с помощью микроскопа по формуле Ф = 100 - $R_м$,%. При определении степени разложения весовым методом $R_в$ степень волокнистости следует устанавливать по формулам:
   Ф = 88 - 0,42 $R_в$ при $R_в$ < 50%;
   Ф - 118 - 0,32 $R_в$ при $R_в$ > 50%.
   При определении $R_в$ используется сито 0,25 мм.

Приложение 7

Значение показателей механических свойств торфяных грунтов

Таблица 3

Разновидность	Природная влажность, %	Вид по: степени разложения R_t, %	Вид по: степени волокнистости, F_t, %	Подвид	Сопротивляемость сдвигу по крыльчатке $C_{усл}$, МПа: В природном залегании	Сопротивляемость сдвигу по крыльчатке $C_{усл}$, МПа: После уплотнения под нагрузкой (P=0,05 МПа)	Сжимаемость: Модуль деформации E при нагрузке P, МПа: 0,05	Сжимаемость: Модуль деформации E при нагрузке P, МПа: 0,1	Сжимаемость: Модуль осадки e_p, мм/м при нагрузке P, МПа: 0,05	Сжимаемость: Модуль осадки e_p, мм/м при нагрузке P, МПа: 0,1
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Осушенный (или уплотненный)	300	< 25	< 75	МЗ	> 0,049	> 0,250				
		25-40	75-60	СЗ	> 0,042	> 0,172				< 300
		> 40	< 60	МЗ	> 0,030	> 0,125	> 0,25	> 0,33	< 200 (< 100)	
				СЗ	> 0,033	> 0,105				(< 200)
				МЗ	> 0,019	> 0,080				
				СЗ	> 0,026	> 0,073				
Маловлажный	300-600	< 25	> 75	МЗ	0,049-0,026	0,250-0,136				
				СЗ	0,042-0,022	0,172-0,090	0,25-0,15	0,33-0,23	200-350 (100-250)	300-420 (200-370)
		25-40	75-60	МЗ	0,030-0,017	0,125-0,060				
				СЗ	0,033-0,016	0,105-0,056				
		> 40	< 60	МЗ	0,019-0,008	0,080-0,036				
				СЗ	0,026-0,013	0,073-0,036				
Средней влажности	600-900	< 25	> 75	МЗ	0,026-0,016	0,136-0,087				
				СЗ	0,022-0,016	0,090-0,066	0,15-0,11	0,23-0,190	350-450 (250-400)	420-530 (370-500)

Продолжение табл.3

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
		25-40	75-60	МЗ	0,0I7-0,0I0	0,060-0,042				
				СЗ	0,0I6-0,0II	0,056-0,035				
		40	60	МЗ	0,008-0,005	0,036-0,02I				
				СЗ	0,0I3-0,008	0,036-0,022				
Очень влажный	900--I200	< 25	> 75	МЗ	0,0I6-0,0II	0,087-0,062				
				СЗ	0,0I6-0,0II	0,062-0,046	0,II--0,090	0,I90-0,I70	450-550 (400-470)	530-600 (500-550)
		25-40	75-60	МЗ	0,0I0-0,006	0,042-0,028				
				СЗ	-	-				
Очень влажный	900-I200	> 40	< 60	МЗ	0,005-0,003	0,02I-0,0I5				
				СЗ	-	-				
Избыточно влажный		25	75	МЗ	0,0II-0,007	0,062-0,038				
				СЗ	0,0II-0,006	0,046-0,020				
	> I200	25-40	75-60	МЗ	-	-	0,090--0,085	0,I70-0,I50	550-600 (470-490)	600-650 (550-570)
				СЗ	-	-				
		> 40	< 60	МЗ	-	-				
				СЗ	-	-				

Примечания. I. В скобках даны средние значения модулей осадки, без скобок-максимальные.

2. МЗ - малозольный торф (потери при прокаливании 95%); СЗ - торф средне зольности (95% > П > 80%).

3. Величины показателей механических свойств при промежуточных значениях влажности определяются интерполяцией.

Приложение 7

Показатели механических свойств сапропелевых грунтов
(по Союздорнии)

Таблица 4

Группа грунта	Содержание органических веществ, %	Разновидности по: влажности	ω, %	Сопротивляемость сдвигу по крыльчатке, $C_{усл}$, кПа: в природном залегании	после уплотнения под нагрузкой P=0,05 МПа	Сжимаемость: модуль деформации e, МПа при нагрузке P=0,05 МПа	модуль осадки e, мм/м при нагрузке P=0,05 МПа
1	2	3	4	5	6	7	8
Органический	П > 60 (Z < 40%)	Маловлажный	< 200	> 0,02	> 0,03	> 0,3	> 150
		Средней влажности	200-500	0,02-0,01	0,030-0,015	0,3-0,1	150-400
		Сильно влажный	500-1000	0,01-0,001	0,015-0,003	< -0,1	> 400
		Избыточно влажный	> 1000	< 0,001	< 0,003	-	-
Органоминеральный	П=10-60 (40 < Z < 90)	Маловлажный	< 150	> 0,02	> 0,03	> 0,5	< 100
		Средней влажности	150-400	0,02-0,01	0,030-0,015	0,5-0,2	100-250
		Сильно влажный	400-900	0,01-0,001	0,015-0,003	0,2	260
		Избыточно влажный	> 900	< 0,001	< 0,003	-	-

Примечание. Величины показателей механических свойств при промежуточных значениях влажности определяются интерполяцией.

Приложение 7

Значение показателей механических свойств
болотного мергеля (по Союздорнии)

Таблица 5

Разновидности	Природная влажность, %	Содержание $CaCO_3$, %	Сопротивляемость сдвигу по крыльчатке $C_{усл}$, МПа		Сжимаемость	
			В природном состоянии	После уплотнения под нагрузкой P=0,05 МПа	Модуль деформации E, МПа при нагрузке P=0,05 МПа	Модуль осадки при нагрузке P=0,05 МПа (e_p, мм/м)
Маловлажный	< 100	-	> 0,02	> 0,03	> 0,125	< 400
Средней влажности	100-300	25-50	0,02 - 0,01	0,03 - 0,015	< 0,125	> 400
Очень влажный	> 300	-	< 0,01	< 0,015	-	-

Приложение 7

Средние значения показателей физико-механических свойств ильдиевых глин
(по Совздорнии)

Таблица 6

Разновидность	Относительная влажность, $\omega_{отн}$	Полное сцепление, C_ω, МПа	Угол внутреннего трения φ_ω	Структурное сцепление C_c, МПа	Предел структурной прочности при компрессии, МПа	Модуль осадки, мм/м при нагрузке ρ	
						0,02 МПа	0,1 МПа
Текучепластичная	< I	0,015	> 7	> 0,01	-	7-9	I5-40
Скрыто текучая - А	I-I,5	0,02-0,01	7-3	0,015-0,007	> 0,05	9-II	40-I20
Скрыто текучая - Б	I,5-2,5	0,015-0,005	3-0	0,007-0,003	0,05-0,018	II-I4	I20-250

Прилохение 8

Элементы рельефа земной поверхности

Генезис макрорельефа	Тип макрорельефа	Виды и разновидности макрорельефа
I	2	3
Тектонический, т.е. при участии горообразующих сил	Гористый	Горные узлы, хребты, перевалы, сопки, вершины, гольцы, ущелья, теснины, скалы, утесы
Моренный, т.е. при участии ледника	Холмистый	Холмы, камы, озы, друмлины, котлованы, впадины и др.
Эрозионный т.е. от размывания пород последниковыми и атмосферными водами	Бугристый Волнистый	Бугры Мелко и широко волнистый, холмисто и бугристо-волнистый, овражистый и балочный
Сглаженный, т.е. нивелированный осадками стоячих, делювиальных, ледниковых и речных вод	Равнинный	Плато, низины, днища, долины, волнистые равнины, террасы, зандровые равнины и т.д.
Эоловый, т.е. при участии ветра	Дюнный	Дюны, барханы, бугры, лунки, ячеи
Суффозионный, т.е. от подземного размывания	Карстовый	Воронки, шахты, колодцы и др.
Макрорельеф		Общий рельеф территории
Мезорельеф		Элементы поверхности, из которых слагается макрорельеф, к ним нужно отнести плато, склоны, холмы, котлованы, террасы
Микрорельеф		Представляется в виде небольших изменений высоты элементов мезорельефа или их отдельных частей

Характеристика главнейших элементов рельефа

Плато - горизонтальная поверхность, несколько приподнятая над окружающей местностью

Склон - ровная поверхность, образующая угол с горизонтом

Холм - повышение, нередко куполообразной формы с мягкими ясными очертаниями

Бугор - возвышение резких очертаний, приближающихся к конической форме

Увал - возвышенность без ясно выраженного подножья

Грива - вытянутое повышение с острым гребнем

Гряда - вытянутое повышение с мягкоокруглым гребнем

Лоб - перегиб или перелом от плато к склону или от склона к склону

Впадина - ограниченное понижение с пологими краями к середине

Ложбина - удлиненное понижение с пологими склонами к средней линии

Лощина - ложбина с крутыми краями, занятая древесной растительностью

Котловина - понижение с резко очерченными краями более или менее округлой формы

Блюдце - Понижение с плавно сходящимися ко дну краями

Воронка - глубокое коническое с круглыми краями понижение

Рытвина - (промоина) - глубокий овраг с почти вертикальными стенками

Овраг - большая промоина с отвесными или несколько пологими склонами, на которых обнажена порода

Балка - овраг, прекративший свой рост и задернованный по склонам, иногда заросший древесной растительностью

Приложение 9

Основные формы рельефа песков

I. Барханные пески

а) Одиночные и групповые барханы - подвижные песчаные холмы своеобразной формы с пологим наветренным и крутым подветренным склоном. Подветренный склон имеет в плане форму полумесяца. Высота барханов-от 0,3 до 3,0 м и более, ширина - до 100 метров, длина склонов-до 20-40 м, крутизна наветренного склона-I:5-I:3, подветренного-I:I,5 - I:2.

б) Барханные цепи - подвижные скопления песка, имеющие форму волнообразного вала шириной-10-12 м и более, длиной-от 200 м до 2 км. Высота барханных цепей: мелких до I м, средних от I до 3 м, крупных-от 3 до 7 м, очень крупных- более 7 м. Расстояния между гребнями цепей-от 10-15 до 150 м.

в) Барханные гряды - вытянутые крупные скопления песка высотой от 10 до 50 метров.

П. Заросшие и полузаросшие пески

а) Кучевые и бугристые пески - скопления песка в виде небольших всхолмлений и бугров, закрепленных растительностью, их высота кучевых и мелкобугристых - менее I м, среднебугристых - от I до 3 метров; крупнобугристых - более 3 метров.

б) Грядовые пески - вытянутые скопления песка в виде гряд высотой: мелких от I до 3 метров, средних от 3 до 7 метров, крупных более 7 метров.

в) Лунковые пески - обширные глубокие котлованы, закрепленные растительностью и разделенные песчаными перемычками.

Приложение 10

Рекомендации по определению расчетного уровня грунтовых вод при изысканиях автомобильных дорог в умеренных широтах

Согласно СНиП 2.05.02-85 высота земляного полотна должна определяться отметкой так называемого расчетного уровня грунтовых вод или же отметкой горизонта стояния поверхностных вод при продолжительности их стояния более 30 суток.

К умеренным широтам СССР относится обширная территория, характеризующаяся повсеместным зимним (сезонным) промерзанием почвы и последующим ее оттаиванием в весенний период.

Наивысший уровень грунтовых вод в этих широтах обусловлен инфильтрацией талых вод в весенний период.

Второй, менее выраженный высокий уровень, приурочен к осеннему периоду дождей. Наибольший спад уровня наблюдается летом. Продолжительность весеннего максимума не превышает 10 дней. Поскольку скорость передвижения воды по капиллярам значительно меньше, чем скорость подъема уровня, капиллярная кайма даже при неуплотненных грунтах не достигнет за это время своей верхней границы. Поэтому, в силу своей кратковременности, весенний уровень не опасен для земляного полотна.

Осенний максимум продолжается значительно более долгое время. Устанавливается он обычно перед началом промерзания. Зимой происходит подтягивание влаги в зону промерзания, что может привести к переувлажнению земляного полотна. Поэтому при проектировании земляного полотна рекомендуется принимать за расчетный уровень наивысшее многолетнее положение грунтовых вод перед началом промерзания, что соответствует для II-й климатической зоны многолетнему осеннему максимуму.

При наличии в районе изысканий в сходных природных условиях гидрорежимных станций, на которых имеются данные длительных наблюдений за глубиной залегания грунтовых вод, расчетный уровень на трассе может быть определен по формуле Вильда:

$$H_{гр.расч.} = \frac{H_{гр.зам.}}{H_{скв.зам.}} \cdot H_{скв.\ расч.}$$

где: $H_{гр.расч.}$ - расчетный уровень грунтовых вод;

$H_{гр.зам.}$ - измеренное расстояние от поверхности земли до уровня грунтовых вод на трассе в наблюдаемой скважине, заложенной в условиях, сходных с опорной скважиной;

$H_{скв.зам.}$ - измеренное в тот же день расстояние от поверхности земли до уровня грунтовых вод в опорной скважине, по которой имеется ряд наблюдений;

$H_{скв.расч.}$ - расчетный уровень воды в опорной скважине, определяемый статистически за ряд лет наблюдений;

$H_{скв.расч.} = H_{скв.ср.} - t\sigma$

$H_{скв.ср.}$ - средний годовой наивысший уровень грунтовых вод перед промерзанием за n лет наблюдений;

σ - среднее квадратичное отклонение (стандарт величин).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i}^{n} (H_{скв\,i} - H_{скв\,ср})^2}{n-1}}$$

где: $H_{скв}$ - наивысший осенний уровень грунтовых вод за i год;

t - коэффициент нормированного отклонения наивысшего уровня грунтовых вод перед промерзанием от среднего годового при доверительной вероятности 0,95 при числе замеров $n > 26$ t =1,71, при n от 3 до 6 t изменяется от 2,92 до 1,94, а при n 7-26 - в пределах 1,90-1,71;

n - число лет наблюдений.

Для площадок гражданских зданий и искусственных сооружений за расчетный принимается наивысший (весенний) уровень грунтовых вод.

При отсутствии в районе изысканий гидрорежимных станций с длительным рядом наблюдений за расчетный принимается наивысший уровень, устанавливаемый на основании:
I) наблюдений и замеров в шурфах и скважинах, проходимых при грунтовом обследовании трассы; 2) опроса местного населения, осмотра существующих колодцев; 3) учета природных факторов. К таким в первую очередь относится растительность. Растительный покров тесно связан с условиями увлажнения почвы и грунтовыми водами. Некоторые растительные сообщества приурочены не только к определенному движению, но и к определенному уровню грунтовых вод. Участки, занятые гидрофильной растительностью, характеризуются наличием верховодки и неглубоким залеганием (0,I-0,5 м) грунтовых вод. На общем фоне эти участки выделяются яркой и сочной зеленью.

Расчетный уровень грунтовых вод может приниматься в этих случаях равным или близким к поверхности земли. На длительный застой воды по поверхности земли (около 30 суток) указывает кочковатость. Из древесной растительности - черная ольха показывает на неглубокое залегание грунтовых вод.

Важнейшим признаком для определения расчетного уровня грунтовых вод является оглеение. В зоне избыточного увлажнения развиты почвы подзолистого типа, а также болотные и полуболотные. В условиях избытка влаги и подзолистых почвах происходит образование закисных соединений железа, придающих почве голубовато-серую, зеленоватую окраску, так называемый горизонт оглеения. За расчетный горизон грунтовых вод принимается отметка верхней границы оглеения. Для полуболотных и болотных почв расчетный горизон принимается равным отметке поверхности земли или, при застое воды на поверхности,- несколько выше. О возможности образования верховодки можно судить по наличию под слоем рыхлых, водопроницаемых грунтов более плотного водоупорного слоя. Амплитуда колебания уровня грунтовых вод между весенним и летним периодами может достигать в зоне избыточного увлажнения при залегании их на глубине до 3 м от поверхности земли I,0-I,35 м (данные ВСЕГИНГЕО). В зоне умеренного увлажне-

ния (область лесостепи), где отношение выпадающих осадков к испарению примерно близко к единице, она достигает 2-х и более метров. В зоне недостаточного увлажнения, где испарение преобладает над осадками, годовые колебания грунтовых вод имеют величину 0,2 - 0,6 метра.

Примеры определения расчетного уровня грунтовых вод при дорожных изысканиях (по Союздорнии)

В год проведения изысканий 12 августа в северо-западной части II-ой дорожно-климатической зоны на одном из участков трассы обнаружены грунтовые воды в супесях на глубине $H_{гр.}$зам. 2,02 м от поверхности земли. Требуется определить расчетный уровень вод на данном участке с 5%-ной обеспеченностью (вероятность 95%).

Первый случай

Вблизи трассы, в сходных природных условиях находится гидрогеологическая станция, на которой в течение 22 лет проводятся наблюдения за изменением уровня грунтовых вод. В наблюдательной скважине уровень грунтовых вод 12-го августа года изысканий находился на глубине $H_{скв.}$зам. =2,81 м от поверхности земли. Расчетный уровень грунтовых вод по трассе определяется по формуле:

$$H_{гр.}\text{расч.} = \frac{H_{гр.зам.}}{H_{скв.}\text{зам.}} \times H_{скв.}\text{рас.} =$$

$$= \frac{2,02}{2,81} \times H_{скв.}\text{рас.} = 0,72\ H_{скв.расч.}$$

где: $H_{скв.расч.}$ - расчетный (перед промерзанием) уровень грунтовых вод в скважине

$$H_{скв.расч.} = H_{скв.ср.} - t\sigma$$

где: $H_{скв.ср.}$ - средний уровень в скважине за декаду, в которую входит средняя многолетняя дата наступления среднесуточных температур воздуха - 5° за t лет наблюдений;

σ - среднее квадратичное отклонение этой величины, определяемой по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (H_{скв\,i} - H_{скв.ср.})^2}{n-1}}$$

где: $H_{скв.}$ - средний уровень грунтовых вод за декаду наступления среднесуточных температур воздуха ниже 5^0 в t год;

n - число наблюдений;

t - нормированное отклонение $H_{скв.}$ от $H_{скв.ср.}$ при заданной 5%-ной обеспеченности (определяется по таблице):

$n-1$	t	$n-1$	t	$n-1$	t
9	2,26	17	2,II	25	2,06
I0	2,23	I8	2,I0	26	2,06
II	2,20	I9	2,09	27	2,05
I2	2,I8	20	2,09	28	2,05
I3	2,I6	2I	2,08	29	2,08
I4	2,I4	22	2,07	30	2,04
I5	2,I3	23	2,07	40	2,02
I6	2,I2	2I	2,06	60	2,00

Исходные данные в результате расчета величин $H_{скв.ср.}$ и σ приведены в следующей таблице:

Годы	$H_{скв.i}$, м	$H_{скв.i} - H_{скв.ср.}$	$(H_{скв.i} - H_{скв.ср.})^2$
I	2,58	0,I2	0,0I4
2	3,33	0,87	0,755
3	3,50	I,I0	I,2I0
4	3,08	0,62	0,384
= 22	2,09	-0,37	0,I37
Итого:	I,2	+7,82-7,79	4,6I

$H_{скв.ср.} = 2,46$

$$\sigma = \sqrt{\frac{4,6I}{2I}} = 0,47$$

$H_{скв.расч.} = 2,46 - 2,08 \times 0,47 = I,48$, откуда:

$H_{расч.} = 0,72 \times I,48 = I,07$ м

Так может быть установлен расчетный уровень грунтовых вод при наличии наблюдений за I0 лет. При меньшем ряде наблюдений установление расчетного уровня таким способом может привести к значительным ошибкам.

Второй случай

Вблизи трассы, в деревне, находится шахтный колодец. I2/УШ уровень воды в колодце находился на глубине 2,8I метра, а на трассе 2,02 м. На срубе колодца на глубине I,85 м от поверхности земли заметны следы, характеризующие наивысшее положение уровня.

В этом случае $H_{расч.} = \frac{2,02}{2,8I} \times I,85 = I,33$ м.

Приложение II

Классификация оползней (по ЦНИИС)

I. По условиям развития и формам проявления, зависящим от геологической среды и характера залегания пород, оползни можно подразделить на два основных типа, каждый из которых включает в себя оползни рыхлых покровных отложений и коренных пород.

Поверхностью скольжения оползней I типа являются геологические контакты, имеющие наклон к подошве склона. Для покровных отложений такими контактами являются наклонные поверхности подстилающих коренных пород (см.рис.Iа), а для коренных пород - наклонные плоскости наслоений или зоны тектонических нарушений (см.рис.Iб).

Поверхность скольжения оползней I типа имеет форму поверхности геологического контакта.

2. Оползни II типа характерны тем, что поверхность скольжения у них не совпадает с геологическими контактами, а образуется в однородной геологической среде и имеет, как правило, криволинейно вогнутое очертание (см.рис. I в,г). Иные формы проявления оползневых процессов, получавших название оползней выдавливания, пластических оползней, являются разновидностью преимущественно оползней II типа.

В процессе движения оползней I типа в языке и голове их могут возникать отдельные блоки оползней II типа. Основными условиями для возникновения оползней являются:

- для оползней I типа - наличие геологических контактов, наклоненных в сторону подошвы склона, а также соответствующий литологический состав грунтов и пород;

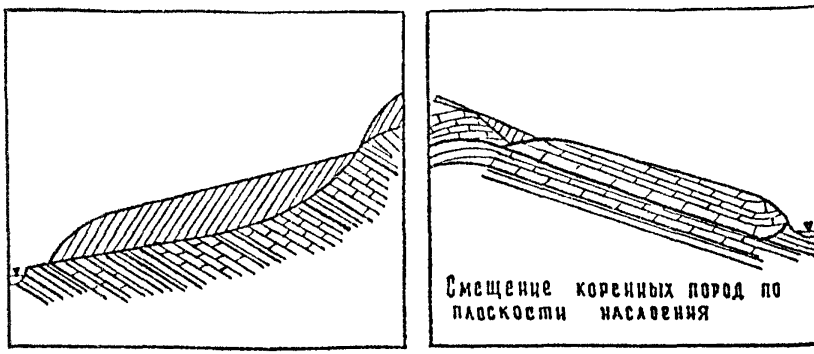
- для оползней II типа - соответствующий литологический состав и консистенция рыхлых грунтов, трещиноватость и степень выветрелости коренных пород.

Более подробная классификация оползней с указанием для каждой разновидности оползней методики расчета устойчивости оползневого склона, помещена в книге Браславского Б.Д., Львовича Ю.Е. и др. "Противооползневые конструкции на автомобильных дорогах" (Москва, 1985 г.).

ОПОЛЗНИ I ТИПА

а) Контактный оползень покровных накоплений

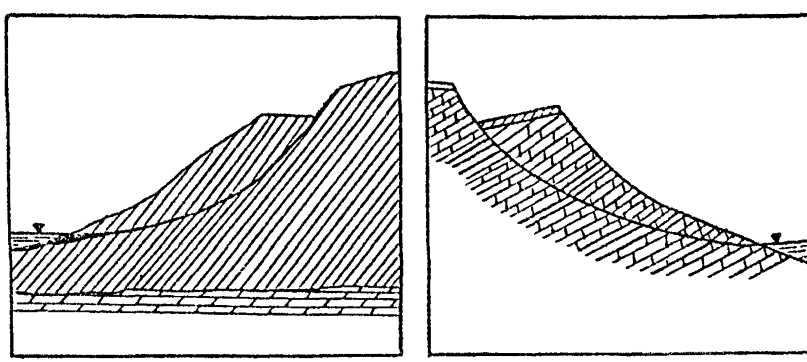
б) Структурный оползень коренных пород



ОПОЛЗНИ II ТИПА

в) Консистентный оползень покровных накоплений

г) Скалывающий оползень коренных пород



ТИПЫ ОПОЛЗНЕЙ

Перечень использованных инструктивных методических и литературных материалов

№ пп	Автор	Название
I	2	3
I.	СНиП I.02.07-87	Инженерные изыскания для строительства
2.	СНиП 2.05.02-85	Автомобильные дороги
3.	СНиП 2.02.01-83	Основания зданий и сооружений
4.	СН 528-80	Перечень единиц физических величин, подлежащих применению в строительстве
5.	ГОСТ I207I-84	Грунты, отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов
6.	ГОСТ 25I00-82	Грунты. Классификация
	Союздорнии	Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах (Москва, Стройиздат, I989)
	Союздорпроект	Методические указания по отбору образцов грунтов для лабораторных анализов и испытаний при подробных технических изысканиях автомобильных дорог
	Союздорпроект	Методические указания по инженерно-геологическим изысканиям автомобильных дорог. I979 г.
	ЦНИИС Минтрансстроя	Рекомендации по проектированию земляного полотна в сложных инженерно-технических условиях. I974 г.
	Сибгипротранс Ермаков И.Г.	Инструкция и методические указания по инженерно-геологической съемке при дорожных изысканиях. I97I г.
	Солодухин М.А. Архангельский И.Л.	Справочник техника-геолога. по инженерно-геологическим и гидрогеологическим работам, I982 г.
	МГУ	Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород, тт.I-П, I968.
	Гуринов М.В.	Справочник по инженерной геологии
	Союздорнии. Выпуск I3, I966 г.	Труды Союздорнии. (Повышение устойчивости земляного полотна).

С О Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
I. Общие положения	2
2. Методы инженерно-геологических изысканий	4
3. Инженерно-геологические изыскания, выполняемые для проектной документации. . . .	28
4. Инженерно-геологические изыскания для проекта:	34
Подготовительный период	36
Полевые инженерно-геологические работы:	37
а) Равнинная местность	38
б) Горная местность	45
в) Инженерно-геологические изыскания для реконструкции автомобильных дорог . .	53
г) Камеральная и лабораторная обработка материалов	55
5. Места индивидуального проектирования земляного полотна	59
а) Инженерно-геологическое обследование мест устройства высоких насыпей . . .	6I
б) Инженерно-геологическое обследование участков насыпей на слабом основании	62
в) Инженерно-геологическое обследование мест устройства выемок, сооружаемых по индивидуальным проектам	70
г) Инженерно-геологическое обследование оползневых участков	74
д) Инженерно-геологические обследования в местах образования осыпей	8I
е) Инженерно-геологическое обследование мест, подверженных скальным обвалам	84
ж) Инженерно-геологические обследования в районах развития снежных обвалов (лавин)	85
з) Инженерно-геологическое обследование участков селевых выносов	87
и) Инженерно-геологические изыскания в карстовых районах	92

к) Инженерно-геологические изыскания в районах распространения просадочных грунтов 95

л) Инженерно-геологические изыскания в местах развития оврагов 104

м) Инженерно-геологические изыскания в местах распространения засоленных и набухающих грунтов 105

н) Инженерно-геологические изыскания в районах распространения подвижных песков 111

6. Инженерно-геологические обследования в местах устройства малых искусственных сооружений 116

7. Инженерно-геологическое обследование мест устройства путепроводов 122

8. Инженерно-геологическое обследование в местах устройства гражданских зданий . . 124

Приложения.

I. Категории геологической сложности местности по трудоемкости производства инженерно-геологических работ 130

2. Рекомендуемые буровые станки и установки 132

3. Классификация грунтов для проектирования и возведения земляного полотна 133

4. Виды лабораторных испытаний грунта при инженерно-геологических испытаниях 135

5. Отбор образцов для анализов земляного полотна 137

6. Техническая характеристика грунтоносов 141

7. Краткая характеристика торфов, сапропелей и других илистых грунтов 142

8. Элементы рельефа земной поверхности . . . 151

9. Основные формы рельефа песков 156

10. Рекомендации по определению расчетного уровня грунтовых вод 157

11. Классификация оползней 163

Перечень использованной литерату . . 165

gost.e-ecolog.ru