ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ МИНИСТЕРСТВА МОНТАЖНЫХ
ПЕЦИАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР

ФУНДАМЕНТПРОЕКТ

РУКОВОДСТВО

ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ В ОПОЛЗНЕВЫХ РАЙОНАХ

МОСКВА — 1966

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ МИНИСТЕРСТВА МОНТАЖНЫХ
И СПЕЦИАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР
ФУНДАМЕНТПРОЕКТ

РУКОВОДСТВО
ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ В ОПОЛЗНЕВЫХ РАЙОНАХ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
Москва—1966

УДК 624.131.1 : 624.131.543

Настоящее Руководство разработано институтом Фундаментпроект и содержит основные рекомендации по общей направленности и последовательности изысканий на оползневых склонах, по определению состава и объемов изыскательских работ применительно к стадиям проектирования противооползневых мероприятий, по методике проведения отдельных видов полевых и лабораторных работ, а также требования к исходным изыскательским материалам для проектирования противооползневых мероприятий.

В основу Руководства положен опыт институтов Фундаментпроект, Гипрокоммунстрой, Ленгипротранс, ВСЕГИНГЕО, МГРИ, МГУ, а также труды ряда ученых.

В разработке Руководства приняли участие **М. К. Рзаева, Н. И. Дьяконова, В. Я. Гун, М. П. Устрицева, Т. С. Храмогина** под общим руководством кандидата геолого-минералогических наук **Рзаевой М. К.**

Руководство предназначено для инженерно-технических работников проектных и инженерно-изыскательских организаций.

3—2—4
План I кв. 66 г., № 23

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящее Руководство распространяется на производство инженерных изысканий в районах, где оползни возникают на природных склонах речных долин, балок, берегов морей, водохранилищ и гор.

Примечание. При изучении оползней, вызванных сейсмическими причинами, возникающих в районах открытых горных работ и других искусственных выемок или в зонах вредного влияния подземных горных разработок, а также оползней, переходящих в селевые потоки, кроме рекомендаций настоящего Руководства необходимо пользоваться также другими специальными нормативными документами.

1.2. Комплекс изыскательских работ устанавливается с учетом конкретной обстановки, особенностей изучаемого объекта, характера защищаемых существующих или проектируемых зданий и сооружений, а также характера проектируемых противооползневых мероприятий.

1.3. При изысканиях на оползневых склонах, помимо общепринятого и обязательного в обычных условиях комплекса исследований, связанных с изучением геологического строения, гидрогеологических условий и свойств грунтов, должны быть освещены (с различной полнотой в зависимости от стадии проектирования) следующие специфические для оползневых районов вопросы:

а) история формирования изучаемого оползневого склона;

б) типы развитых на склоне оползней, их строение, механизм смещения и причины возникновения;

в) наличие и интенсивность других физико-геологических процессов, протекающих на склоне и влияющих на оползневые процессы;

г) состояние оползневого склона на период изысканий и прогноз его поведения в будущем.

Кроме того, обязательным является обследование имеющихся на оползневых склонах зданий и сооружений (включая подземные коммуникации).

При проведении инженерно-геологических изысканий на оползневых склонах особое внимание должно быть уделено своевременному проведению инженерно-геологической съемки и систематическим наблюдениям за протекающими на склоне физико-геологическими процессами.

1.4. Изыскательские работы в соответствии со стадиями проектирования противооползневых мероприятий выполняются для обоснования:

а) схемы противооползневых мероприятий;

б) проектного задания противооползневых мероприятий;

в) рабочих чертежей противооползневых мероприятий.

Примечания: 1. Если район достаточно изучен исследованиями прежних лет, специальные изыскания для обоснования схемы противооползневых мероприятий не производятся.

2. При простых инженерно-геологических условиях, когда необходимость в разработке схемы отпадает, изыскания выполняются для двух стадий — проектного задания и рабочих чертежей.

3. В отдельных случаях возможно проведение изыскательских работ в одну стадию.

1.5. Задачей изысканий, проводимых для обоснования схемы противооползневых мероприятий, является выяснение общих региональных геологических и гидрогеологических закономерностей, определяющих оползневую деятельность.

На стадии проектного задания следует решить все вопросы, связанные с общей оценкой устойчивости исследуемого оползневого склона, и детально охарактеризовать его инженерно-геологические условия.

При разработке рабочих чертежей должны быть детально изучены инженерно-геологические условия конкретных площадок и трасс запроектированных противооползневых сооружений и устройств, а также решены дополнительно возникшие при разработке проектного задания вопросы.

1.6. Инженерно-геологические изыскания на каждой стадии производятся по специально разработанным программам. Программы инженерно-геологических изысканий разрабатываются на основании:

а) технического задания проектной организации;

б) изучения материалов исследований прежних лет;

в) натурного ознакомления с объектом работ (рекогносцировочного обследования).

1.7. Техническое задание составляется для каждой стадии изысканий отдельно и должно содержать:

а) цели и задачи изысканий;

б) требования, предъявляемые к отчетным материалам;

в) сроки выдачи промежуточных и окончательных материалов.

Примечание. На стадии рабочих чертежей в техническом задании должна быть приведена характеристика запроектированных противооползневых мероприятий.

1.8. Сбору и изучению материалов исследований прежних лет (в том числе и изысканий на предшествующей стадии) в период составления программ изысканий следует уделять большое внимание (работа должна быть возглавлена квалифицированным специалистом-геологом), так как тщательный анализ материала поможет значительно сократить объемы намечаемых изыскательских работ, а в отдельных случаях — даже позволит проектировать без проведения изысканий.

1.9. Перед составлением программ производится рекогносцировочное обследование района (участка) работ для уточнения сложившихся на основании проработки литературных и фондовых материалов представлений о природных условиях района (участка), уточнения имеющегося картографического материала (сличения его с натурой) и выявления происшедших за истекший срок изменений в природной (оползневой) обстановке.

1.10. Программы инженерно-геологических изысканий в оползневых районах кроме общепринятых разделов (общие сведения, краткая характеристика природных условий, задачи изысканий, состав, объемы и методика работ) должны содержать:

а) сведения об инженерно-геологической и гидрогеологической изученности оползневого района (участка), об известных оползневых смещениях и деформациях сооружений, а также критическую оценку имеющихся материалов по исследуемому оползневому склону;

б) предварительные представления (или рабочие гипотезы) об условиях формирования оползневого склона, причинах оползневой деятельности и типах оползней;

в) соображения о возможных решениях по противооползневой защите склона (для стадии проектного задания) или краткую характеристику запроектированных мероприятий (для стадии рабочих чертежей).

1.11. Программы изысканий подлежат уточнению в процессе работ, особенно при сложных инженерно-геологических условиях и слабой изученности района. В них четко оговаривается последовательность выполнения отдельных видов работ. На каждой стадии изысканий целесообразным является разделение изыскательских работ на две очереди. Программа изысканий второй очереди уточняется на основе анализа результатов работ первой очереди. Программы и все вносимые в них в процессе работ существенные коррективы подлежат согласованию с главным инженером проекта.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА И ОБЪЕМОВ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

2.1. Состав и объемы изыскательских работ в оползневых районах определяются:

а) сложностью инженерно-геологических и гидрогеологических условий района (участка) и его размерами;

б) степенью изученности района (участка) исследованиями прежних лет;

в) народнохозяйственной значимостью защищаемой от оползней территории;

г) характером проектируемых противооползневых сооружений (на стадии рабочих чертежей);

д) стадией проектирования.

ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ СХЕМЫ ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

2.2. Задачей инженерно-геологических изысканий, выполняемых для обоснования схемы противооползневых мероприятий, является получение общих представлений о геологическом строении и гидрогеологических условиях территории, характере грунтов, протекающих в районе физико-геологических процессах, типах оползней и причинах их возникновения.

2.3. Изыскания для обоснования схемы противооползневых мероприятий в малоизученных районах со

сложными инженерно-геологическими условиями состоят в проведении инженерно-геологической съемки.

2.4. Инженерно-геологическая съемка производится, как правило, в масштабе 1 : 10 000, а иногда (при очень сложных инженерно-геологических условиях или при небольших размерах территории) — в масштабе 1 : 5000.

2.5. Площадь съемки должна быть достаточной для выявления на изучаемом оползневом склоне основных закономерностей геологического строения, гидрогеологических условий и физико-геологических (особенно оползневых) процессов, а в случае разработки региональной схемы противооползневых мероприятий — должна соответствовать территории, для которой разрабатывается схема.

2.6. В отдельных случаях, при особо сложных условиях, когда оползневой склон является лишь частью более обширного региона, для выявления общих закономерностей образования оползней и истории формирования склона в целом, помимо инженерно-геологической съемки в масштабе 1 : 10 000, рекомендуется проводить также инженерно-геологическую съемку в масштабе 1 : 25 000 ÷ 1 : 50 000 на соответственно большей территории.

2.7. При очень простых природных условиях, а также при хорошей изученности территории исследованиями прежних лет изыскания для обоснования схемы не проводятся или же существенно упрощаются.

2.8. Топографическая съемка является основой для инженерно-геологической съемки и производится в случае отсутствия для исследуемой территории карт требуемого масштаба (соответствующего масштабу инженерно-геологической съемки или более крупного).

Площадь топографической съемки должна соответствовать площади инженерно-геологической съемки.

Примечание. При наличии карт указанного масштаба производится их глазомерная проверка на местности и при обнаружении существенных изменений — инструментальная корректировка.

2.9. Буровые и шурфовочные работы для обоснования инженерно-геологической съемки масштаба 1 : 10 000 при наличии геологической карты соответствующего масштаба выполняются в объеме, не превышающем 10 выработок на 1 $км^2$ площади. Для получения эталонных разрезов и предварительного выделения

в геологических слоях инженерно-геологических элементов[1] в первую очередь проходятся 5—10 опорных скважин, расположенных по одному-двум створам на заведомо не смещенных участках склона, на основных геоморфологических элементах, а также непосредственно на оползневом теле. Остальные выработки (скважины, шурфы, дудки, канавы) намечаются исходя из необходимости освещения тех или иных вопросов как поставленных в программе, так и возникающих при проведении инженерно-геологической съемки и при анализе результатов бурения первоочередных скважин. При размещении выработок следует учитывать также необходимость обоснованного построения геологических разрезов по характерным для данного района участкам.

Примечания: 1. При отсутствии геологической карты соответствующего масштаба количество выработок должно удовлетворять существующим требованиям на построение геологических карт.

2. Часть скважин из числа пробуренных на оползневом склоне должна быть оборудована для наблюдений за режимом подземных вод, а часть — использована для устройства глубинных реперов и марок (что должно быть учтено при выборе их конструкции). Ликвидируемые скважины (кроме пробуренных по оплывающим и осыпающимся породам) подлежат тампонажу, а шурфы, дудки и канавы — засыпке с трамбовкой.

2.10. Отбор образцов пород (как нарушенной, так и ненарушенной структуры) для лабораторных исследований их физико-механических свойств производится из скважин, шурфов, канав, расчисток и различных строительных выемок (котлованов, траншей и др.). Из опорных скважин отбор образцов пород ненарушенной структуры производится через каждые 1—2 *м*, а также из всех прослоев меньшей мощности. Пробы на влажность и пластичность отбираются через каждые 0,5 *м* и из всех выделенных визуально (или с помощью методов поверхностной пенетрации) прослоев слабых пород меньшей мощности. По всем остальным выработкам образцы пород отбираются исходя из необходимости освещения каждого из предварительно выделенных в исследуемом районе основных инженерно-геологических элементов не менее чем 5 образцами пород ненарушенной структуры.

Примечание. Образцы обнаруженных на склоне слабых пород (представляющих собой как фактически установленные,

[1] Толкование этого и других терминов см. в приложении к настоящему Руководству.

так и потенциально возможные зоны оползневого смещения) отбираются в обязательном порядке из всех выработок.

2.11. Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов состоят в определении:

а) для глинистых грунтов — характеристик пластичности, влажности, объемного и удельного веса, микроагрегатного и дисперсного состава, состава водной и солянокислой вытяжки, минералогического состава и микроструктуры, набухания, сопротивления сдвигу, сопротивления сжатию, сжимаемости;

б) для песчаных грунтов — зернового состава, объемного веса (при природном сложении и влажности), минералогического состава, сопротивления сдвигу.

При этом характеристики пластичности, влажность, объемный вес и сопротивление сдвигу — для глинистых пород и зерновой состав — для песчаных определяются по всем отобранным образцам, а остальные характеристики — по 3—4 образцам для каждого слоя.

Оценка физико-механических свойств скальных и полускальных пород на данном этапе исследований склона дается визуально.

Примечания: 1. При невозможности отобрать образцы ненарушенной структуры из песчаных пород определение объемного веса и сопротивления сдвигу для них не производится.

2. В настоящем Руководстве номенклатура грунтов приведена в соответствии с главой СНиП II-А.10-62 «Строительные конструкции и основания. Основные положения проектирования» (п. 6.3), но в группе скальных грунтов условно выделена подгруппа полускальных грунтов, для которых характерна пониженная прочность, зависимость прочности от влажности, а также склонность к более интенсивному выветриванию. К ним относятся: мергели, аргиллиты, алевролиты, глинистые сланцы, песчаники и конгломераты на глинистом и известковисто-глинистом цементе, опоки.

2.12. Геофизические исследования в дополнение к буровым и горнопроходческим работам рекомендуется проводить для решения следующих задач:

а) литологического расчленения толщи с определением мощности отдельных слоев и условий их залегания, а также выявления тектонических разломов;

б) установления глубины и конфигурации ложа оползня (зоны смещения);

в) определения глубины залегания зеркала грунтовых вод.

При решении этих задач наиболее эффективно применение комплекса электроразведки (постоянным током, по схеме ВЭЗ и электропрофилирования) с сейсморазведкой.

2.13. Выбор густоты сети пунктов геофизических наблюдений производится так же, как и при размещении разведочных выработок.

Расстояния между створами, вдоль которых располагаются пункты наблюдений, в зависимости от сложности геологического строения участка и трудности интерпретации, могут колебаться от 100 до 500 *м*. Расстояние между пунктами измерений вдоль створа следует брать не больше 100 и не меньше 25 *м* для ВЭЗ и 10—20 *м* — для электропрофилирования. Разносы питающих электродов при проведении ВЭЗ следует увеличивать до $\frac{AB}{2} = 4h$ (где h — глубина исследований). Длина сейсмических профилей, исследуемых с одной точки, принимается примерно равной утроенной глубине разведки. Количество буровых скважин, необходимых для интерпретации, можно варьировать от одной на весь участок до одной-двух на каждый створ.

Для достижения однозначности решения задач геофизическими методами рекомендуется бурение всех скважин сопровождать каротажными работами: КС, ПС, резистивиметрия, микрозондирование, гамма-методы.

ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТНОГО ЗАДАНИЯ

2.14. Основной задачей инженерных изысканий в оползневых районах на стадии проектного задания является получение данных для оценки устойчивости склона (на период изысканий и на будущее) и обоснованного назначения противооползневых мероприятий.

2.15. На участках, где уже имеются оползни, необходимо выяснить причины их образования, типы, размеры в плане и по глубине, механизм смещения, возраст, степень активности на период изысканий и на будущее.

На участках, где в период изысканий оползни отсутствуют, необходимо выявить условия, при которых они могут возникнуть.

2.16. Для решения основной задачи необходимо детально осветить следующие вопросы:

а) *геологическое строение оползневого склона* — стратиграфию, генезис, фациальную принадлежность и литологическую характеристику пород;

б) гидрогеологические условия — наличие на скло-

не подземных вод (в том числе маломощных водоносных горизонтов и зон повышенной влажности), глубину их залегания, гидравлическую характеристику, режим, химический состав, взаимосвязь водоносных горизонтов друг с другом и с поверхностными водами; условия поступления и характер распределения подземных вод в теле оползня, их роль в устойчивости склона и в образовании оползней различных типов; выявление необходимости осушения склона; основные составляющие водного баланса (в том числе искусственные источники обводнения склона);

в) физико-механические свойства грунтов — уточнение количества и границ инженерно-геологических элементов с определением расчетных и нормативных показателей свойств для тех из них, которые играют определяющую роль в устойчивости склона (фактические и потенциально возможные зоны оползневого смещения); изучение сезонных колебаний влажности грунтов;

г) историю формирования оползневого склона, протекающие на нем и вблизи от него физико-геологические процессы, особенно оползневые;

д) деформации имеющихся на склоне зданий и сооружений, эффективность осуществленных ранее на склоне противооползневых мероприятий, влияние на устойчивость склона ведущихся на нем строительных работ.

Примечание. Необходимо составление рабочих гипотез об оползневом процессе для выявления роли того или иного слоя пород в устойчивости склона.

Состав изыскательских работ

2.17. Для решения перечисленных задач на стадии проектного задания рекомендуется проведение следующих видов изыскательских работ:

а) инженерно-геологической съемки;

б) топографической съемки;

в) буровых и горнопроходческих работ;

г) лабораторных исследований свойств грунтов;

д) полевых испытаний свойств грунтов;

е) геофизических исследований;

ж) опытных гидрогеологических работ;

з) режимных гидрогеологических наблюдений;

и) лабораторных исследований химического состава подземных и поверхностных вод;

к) обследования имеющихся на склоне и вблизи него зданий и сооружений (в том числе противооползневых);

л) полевых наблюдений за оползневыми и другими физико-геологическими процессами;

м) метеорологических и гидрологических наблюдений.

Комплекс работ в каждом конкретном случае следует назначать в зависимости от особенностей природных условий, типов оползней и причин их возникновения. Если участок достаточно изучен исследованиями прежних лет (в частности, при наличии материалов оползневых станций), при простых инженерно-геологических условиях или при наличии в районе детально изученных оползневых участков, аналогичных исследуемому участку по инженерно-геологическим условиям, изыскательские работы для обоснования проектного задания могут быть сокращены и в отдельных случаях ограничены лишь контрольными работами.

В случае необходимости выполняется моделирование различных физико-геологических и инженерно-геологических процессов.

Инженерно-геологическая съемка

2.18. Задача инженерно-геологической съемки на стадии проектного задания состоит в получении детальной инженерно-геологической характеристики исследуемого участка и развитых на нем оползней, а также в целенаправленном ведении буровых, геофизических, опытных и других работ.

Инженерно-геологическая съемка производится в масштабе 1 : 2000. Площадь ее, помимо участка, непосредственно затронутого оползнями, должна полностью охватывать территорию защищаемого объекта, а также территорию возможного расположения противооползневых сооружений и должна быть достаточной для оценки устойчивости всего склона в целом.

Съемка не производится, если ранее на данной территории была выполнена инженерно-геологическая съемка в масштабе более крупном, чем 1 : 10 000. В этом случае производится корректировка ранее выполненной съемки.

Если для обоснования схемы противооползневых мероприятий инженерно-геологическая съемка масшта-

ба 1 : 10 000 не проводилась, при необходимости допускается выполнение ее на стадии проектного задания (для решения отдельных вопросов регионального характера).

Топографическая съемка

2.19. Топографическая съемка производится в масштабе 1 : 2000 ÷ 1 : 1000 (в зависимости от сложности рельефа) на той же площади, на которой намечается инженерно-геологическая съемка.

Примечания: 1. Необходимость проведения топографической съемки более крупного масштаба на данном этапе работ должна быть особо обоснована.

2. На застроенных участках при отсутствии исполнительных чертежей в состав топографических работ включается также съемка подземных коммуникаций с обследованием их состояния.

Буровые и горнопроходческие работы

2.20. Буровые и горнопроходческие работы при изучении оползневого склона на стадии проектного задания производятся для получения детальной литологической и инженерно-геологической характеристики слагающих склон пород, отбора образцов грунта и воды для лабораторных исследований, получения детальной гидрогеологической характеристики склона, проведения опытных (гидрогеологических и др.) работ, интерпретации геофизических данных, стационарных наблюдений за подземными водами, изучения сезонных колебаний влажности пород, установки грунтовых геодезических реперов и т. д.

2.21. Количество, расположение и глубина намечаемых на склоне выработок зависят от размеров исследуемого участка, степени обнаженности, сложности инженерно-геологической обстановки, размеров, типа и возраста оползней, а также от целевого назначения выработок и принимаются с соблюдением следующих условий:

а) выработки, как правило, должны располагаться по створам, пересекающим склон от его бровки до подошвы, по линии максимального ската поверхности;

б) часть створов должна пересекать оползневое тело, а другие закладываться на прилегающих участках склона, не затронутых оползнями;

в) количество створов зависит от размеров исследуемой территории и разнообразия развитых на ней ти-

пов оползней, но даже в самом простом случае должен быть как минимум один створ в пределах тела оползня каждого из выделенных типов и один — в пределах участка склона, не затронутого оползнем (например, межоползневой гребень). При наличии на склоне разновозрастных оползней с различной степенью стабилизации разведочные створы должны освещать строение каждого из них; при большой площади исследуемой территории максимальное расстояние между створами не должно превышать 200 *м*;

г) при больших размерах оползней часть створов следует ориентировать параллельно склону (вдоль бровки, в его средней части, у подножья);

д) при наличии абразионного или эрозионного подмыва склона в нижней его части (в прибрежной части суши и акватории) выработки должны намечаться по более частым и коротким створам, часть которых в последующем используется для устройства грунтовых марок при организации наблюдений за абразией или эрозией;

е) количество выработок и расстояния между ними в пределах каждого створа должны обеспечить обоснованное построение геологического разреза, установление границы оползневых накоплений, возрастное и фациальное расчленение последних, а также правильный выбор геологической схемы при расчетах устойчивости склона; на каждом сравнительно крупном геоморфологическом элементе (например, речная трасса, оползневая ступень, вал выпирания) должно быть пройдено как минимум две выработки; крайние выработки в каждом створе должны располагаться за пределами склона (за его бровкой и подошвой); количество выработок, пройденных на акватории, должно быть достаточным для выяснения влияния абразии или эрозии на оползневой процесс, но во всех случаях — не менее двух в каждом створе;

ж) при расположении выработок необходимо по возможности учитывать также вероятное (намеченное в схеме противооползневых мероприятий) расположение сооружений (часть выработок должна попадать в пределы их контуров);

з) глубина выработок должна быть достаточной для обоснованного построения геологических разрезов, в частности, выработки должны пересекать ложе оползня и по возможности вскрывать какой-либо характер-

ный маркирующий горизонт, залегающий ниже зоны смещения;

и) при изучении оползней с глубоким залеганием ложа (оползни с криволинейной поверхностью скольжения со срезом и вращением, оползни выдавливания и др.) количество выработок может быть небольшим, но глубина их должна быть значительной и достаточной для получения подробного представления о породах тела оползня и подошвы оползневого склона; при изучении оползания делювия по коренным породам глубина выработок обычно небольшая, но они задаются чаще, так как одной из стоящих задач является уточнение рельефа кровли несмещенных коренных пород на различных участках склона.

2.22. Выбор типа и конструкции выработок необходимо производить исходя из целевого назначения и сложности геологического и гидрогеологического разреза, но желательно, чтобы большинство выработок позволяло решать комплексные задачи (изучение состава и свойств пород с отбором образцов ненарушенной структуры, определение поверхности скольжения оползня, получение гидрогеологических данных). Этому условию удовлетворяют шурфы или дудки при небольших глубинах и скважины большого диаметра (не менее 127—168 *мм*) — при значительных глубинах.

Рекомендуется также проходка канав и расчисток, которые предназначаются для изучения деталей геологического строения склона (определения контактов отдельных слоев и элементов их залегания, характера структуры, текстуры и трещиноватости пород, оконтуривания ложа оползня и изучения характера пород в зоне скольжения, уточнения границ инженерно-геологических элементов, отбора образцов ненарушенной структуры слабых глинистых и несвязных песчаных пород, а также для проведения полевых испытаний прочности пород).

В отдельных случаях может возникнуть необходимость проходки разведочных штолен.

В первую очередь следует проходить более глубокие опорные скважины комплексного назначения.

Отбор образцов грунта для лабораторных исследований

2.23. Из опорных скважин образцы грунта с ненарушенной природной структурой и влажностью («моно-

литы») отбираются через 1—2 *м* и, кроме того, при дополнительном изменении состава и физического состояния пород (определяемых визуально или с помощью методов поверхностной пенетрации керна). Из остальных выработок «монолиты» отбираются выборочно, с заданных глубин, зон или горизонта. Во всех случаях следует отбирать образцы из всех слабых грунтов независимо от мощности слоя (в частности, из зон оползневого смещения, из приконтактных зон глинистых пород с водовмещающими породами и др.).

2.24. Количество отбираемых из буровых скважин, шурфов и других выработок образцов грунта ненарушенной структуры (используемых для изучения прочностных и деформативных свойств грунта) определяется сложностью инженерно-геологической обстановки исследуемого участка.

Из тех инженерно-геологических элементов, которые играют главную, определяющую роль в устойчивости изучаемого склона (существующие и потенциально возможные зоны оползневого смещения), рекомендуется отбирать не менее 20 образцов.

Из инженерно-геологических элементов, играющих второстепенную роль в устойчивости склона (что в каждом конкретном случае определяется геологом с учетом особенностей геологического строения склона), отбирается меньшее количество образцов (5—10).

При большой значимости подлежащих противооползневой защите объектов (имеющихся или проектируемых в оползневой зоне) количество образцов увеличивается.

2.25. Кроме образцов с ненарушенной структурой для обоснованного расчленения толщи на инженерно-геологические элементы (для получения дополнительных данных о влажности и пластичности глинистых грунтов и о зерновом составе песчаных) отбираются также образцы грунта с нарушенной структурой (в интервалах глубин между точками отбора образцов ненарушенной структуры).

2.26. При изучении сезонных изменений влажности грунта в назначенных для этой цели пунктах в каждый характерный по влажности период года бурится по две-три скважины с отбором проб грунта на влажность через 0,25—0,5 *м*.

Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов

2.27. Лабораторные исследования грунта производятся для получения данных о его прочности, составе и состоянии и для обоснованного выбора расчетных значений основных (непосредственно используемых в расчетах) свойств грунта с учетом возможного изменения его состояния с течением времени.

2.28. Для глинистых грунтов необходимо определять:

а) характеристики пластичности;

б) зерновой состав (дисперсный и микроагрегатный);

в) природную влажность;

г) объемный вес;

д) удельный вес;

е) сопротивление сдвигу (и сопротивление одноосному сжатию);

ж) сопротивление вдавливанию конуса;

з) размокание (характер и скорость) для образцов природного и заданного состояния;

и) набухание;

к) усадку;

л) ползучесть и длительную прочность;

м) сжимаемость (и просадочные свойства);

н) микроструктуру;

о) минералогический состав глинистой фракции;

п) состав водной и солянокислой вытяжки;

р) тиксотропные свойства.

2.29. Количество определений, непосредственно используемых при расчетах характеристик грунта (объемный вес, сопротивление сдвигу) для инженерно-геологических элементов, определяющих устойчивость склона, должно быть достаточным для обобщения результатов с применением приемов математической статистики. Для относительно однородных грунтов (когда крайние значения не отличаются от средних более чем на 30%) рекомендуется не менее 10 определений сопротивления сдвигу, для неоднородных — не менее 20 определений (по единообразной методике, наиболее отвечающей условиям работы грунта в склоне).

Для инженерно-геологических элементов, не определяющих устойчивости склона, эти характеристики грунта изучаются на меньшем количестве образцов (5).

2.30. Сопротивление вдавливанию лабораторного конуса рекомендуется определять в таком же (или большем) количестве, как и сопротивление сдвигу. (Эта характеристика позволяет выявить состояние и степень однородности грунта в пределах инженерно-геологического элемента, а следовательно, и правильно назначить методику и количество сдвиговых испытаний.)

2.31. Определение характеристик пластичности и природной влажности рекомендуется производить на 25—30 образцах для каждого инженерно-геологического элемента; определение сжимаемости, просадочности, ползучести и длительной прочности — на 3 образцах.

2.32. Определение зернового состава, удельного веса, характера и скорости размокания, набухания, усадки, минералогического состава глинистой фракции, микроструктуры, состава водной и солянокислой вытяжек и др. рекомендуется выполнять на 3—5 образцах (из числа тех, для которых были определены основные расчетные характеристики) для каждого слоя (т. е. для каждой стратиграфо-генетико-литологической разновидности пород независимо от состояния последних).

2.33. Для песчаных грунтов следует определять:

а) зерновой состав;

б) объемный вес грунта природной влажности (и скелета грунта);

в) удельный вес;

г) сопротивление сдвигу;

д) минералогический состав;

е) максимальную молекулярную влагоемкость;

ж) суффозионные и плывунные свойства.

2.34. Зерновой состав, объемный вес и сопротивление сдвигу песчаного грунта изучаются не менее чем на 10 образцах для каждого инженерно-геологического элемента, играющего роль в устойчивости склона, и на 3—5 образцах — для остальных инженерно-геологических элементов.

Определение минералогического состава, удельного веса и максимальной молекулярной влагоемкости производится на 3 образцах для каждого слоя (стратиграфо-генетико-литологической разновидности пород).

Определение суффозионных и плывунных свойств производится при необходимости изучения возможности проявления этих свойств песка в образовании соответствующих типов оползней.

2.35. Для гравийно-галечниковых отложений следует

определять зерновой состав, а для глинистого заполнителя — также консистенцию грунта. Количество определений — 5—10.

Примечание. В случае необходимости определения объемного веса этих грунтов непосредственно в массиве количество опытов для каждого исследуемого инженерно-геологического элемента должно быть не менее трех.

2.36. Для полускальных грунтов и твердых аргиллитоподобных глин следует определять:

а) объемный вес;

б) природную влажность;

в) сопротивление раздавливанию (при природной влажности и в водонасыщенном состоянии);

г) сопротивление сдвигу (при высоких давлениях);

д) склонность к выветриванию.

Количество определений для каждого инженерно-геологического элемента, играющего первостепенную роль в устойчивости склона, должно быть не менее 10, для остальных — 3—5.

2.37. Для скальных грунтов рекомендуется на небольшом количестве образцов (порядка 5 для каждой разновидности) определять объемный вес и в отдельных случаях сопротивление раздавливанию.

2.38. При установлении (в программах) общего количества испытаний прочности пород следует учитывать, что помимо испытаний грунта в природном состоянии возникает необходимость испытания их также в заданном состоянии (разуплотненные, перемятые, дополнительно подсушенные или же увлажненные и др.), моделирующем то или иное предполагаемое состояние пород в склоне в наиболее неблагоприятный период его работы.

Для этих испытаний необходимо предусматривать дополнительное количество опытов (около 30—50% от общего количества опытов по испытанию прочности пород в природном состоянии).

В программах необходимо также предусматривать контрольные определения влажности грунта по всем «монолитам» непосредственно после их отбора, в полевых условиях, а также определение влажности грунта в заданном состоянии, по сезонам года и т. д.

Количество этих определений каждый раз устанавливается индивидуально.

Полевые испытания свойств грунтов

2.39. Из полевых методов исследования инженерно-геологических свойств грунтов рекомендуется применять:

а) опробование методом поверхностной пенетрации;

б) глубинное статическое и динамическое зондирование;

в) вращательный срез в скважинах;

г) сдвиг целиков в шурфах и котлованах.

2.40. Опробование пород методом поверхностной пенетрации производится с целью:

а) расчленения стратиграфически и литологически единообразной толщи грунта на различные по прочности прослои (инженерно-геологические элементы);

б) уточнения мест отбора образцов для лабораторных исследований.

2.41. Испытания пород статическим и динамическим зондированием следует производить в целях сокращения объемов буровых и лабораторных работ для выявления глубины залегания и мощности ослабленных зон (зона оползневого смещения, мягкопластичные глинистые грунты, водонасыщенные лёссовидные грунты и др.) при глубине залегания последних до 15 *м*.

2.42. Пункты статического и динамического зондирования следует располагать между выработками, а результаты их использовать для построения детальных инженерно-геологических разрезов. Количество точек зондирования каждый раз определяется индивидуально, но обычно в 2—3 раза превышает количество разведочных выработок. Отдельные пункты зондирования (для получения возможности сопоставления данных) совмещаются с буровыми скважинами.

2.43. Испытания пород методом вращательного среза в скважинах производятся для оценки прочности слабых песчано-глинистых пород, залегающих на глубине до 15 *м*. Опыты выполняются как в инженерно-геологических, так и в специально буримых для этой цели скважинах ($d=89$ и 127 *мм*). Количество испытаний в каждом конкретном случае назначается индивидуально и зависит от размера исследуемой территории, от количества слабых прослоев и от типа оползней. Пункты испытаний располагаются в створах инженерно-геологических выработок, при этом желательно, чтобы в каждом створе по исследуемой зоне было выполнено три — пять испытаний.

2.44. Исследование сопротивления сдвигу методом среза целиков на оползневых склонах целесообразно применять для оценки прочности неоднородных, слоистых или трещиноватых глинистых и полускальных пород (определение прочности которых лабораторными методами может привести к ошибкам), а также для выявления возможности смещения по контактам слоев.

2.45. Во избежание получения случайных результатов рекомендуется проводить не менее трех опытов по каждому предназначенному для испытания инженерно-геологическому элементу. Каждый опыт должен включать сдвиг не менее двух-трех целиков, испытываемых при разных нагрузках.

Геофизические исследования

2.46. Для обоснования проектного задания геофизические исследования оползневых склонов рекомендуется проводить для:

1) детального освещения геологического строения оползневого склона, включающего те же задачи, что и на предыдущем этапе изысканий (для обоснования схемы противооползневых мероприятий), в частности определение зоны оползневого смещения;

2) изучения трещиноватости скальных и полускальных пород (определение преобладающего направления трещин и глубины развития трещиноватости);

3) определения направления и скорости потока грунтовых вод с оценкой фильтрационной способности водовмещающих пород;

4) изучения сезонных изменений влажности пород;

5) изучения динамики оползневых смещений и изменения упругих свойств пород вблизи зоны смещения;

6) выявления мест утечек воды из подземных коммуникаций.

2.47. При решении перечисленных задач наибольший эффект дает применение комплекса геофизических методов. Для решения первой задачи рекомендуется комплекс электроразведки (по схеме ВЭЗ и электропрофилирования) и сейсморазведки.

При изучении трещиноватости пород вместо ВЭЗ необходимо использовать круговые зондирования с последующим расчетом анизотропии выделяемых слоев, сейсморазведку (если скорость распространения упругих волн в нижнем слое больше, чем в верхнем), а так-

же комплексный каротаж. Решение третьей задачи возможно методом заряженного тела в различных модификациях в комбинации с ВЭЗ и определением фильтрационных свойств пород по скважинам. При изучении сезонных изменений влажности пород следует применять ядерные методы исследований в скважинах и на поверхности в сочетании с электроразведкой (электрический влагомер, резистивиметр, микрозонд, ВП). При решении пятой задачи рекомендуется применять метод заряженного тела и микросейсмические методы в сочетании с наблюдениями за пьезоэлектрическими датчиками, помещенными в теле оползня вблизи поверхности скольжения.

2.48. Объемы геофизических работ определяются исходя из поставленных задач и сложности геологического строения изучаемого оползневого склона.

При изучении геологического строения участка геофизические пункты располагаются на инженерно-геологических створах и между ними, при этом расстояние между геофизическими створами обычно составляет 50—100 *м*.

Расстояния между геофизическими пунктами в пределах каждого створа колеблются в пределах 10—50 *м*. Сгущение точек производится в местах, где это требуется по условиям интерпретации.

Опытные гидрогеологические работы

2.49. Опытные гидрогеологические работы (опытные откачки) на оползневых склонах производятся при необходимости определения возможности осушения тела оползня или склона в целом, для чего должны быть выяснены:

а) водопроницаемость пород;

б) величина радиуса влияния при откачках;

в) взаимосвязь водоносных горизонтов;

г) водоотдача пород.

В отдельных случаях опытные откачки производятся для выявления взаимосвязи отдельных водоносных горизонтов и условий их питания.

2.50. Места производства опытных откачек (как из одиночных выработок, так и кустовых) устанавливаются на основе изучения гидрогеологических условий участка, с учетом возможного расположения на склоне

проектируемых дренажных устройств, а также предполагаемых источников питания.

Количество опытных откачек из одиночных скважин может составлять две-три для каждого предназначаемого к опробованию водоносного горизонта.

2.51. Проведение кустовых опытных откачек рекомендуется для тех водоносных горизонтов, которые предполагается дренировать (для каждого из них следует назначать одну-две откачки), а также для выяснения взаимосвязи отдельных водоносных горизонтов и условий их питания.

Количество наблюдательных лучей в кусте в зависимости от поставленных задач может колебаться от 1 до 4, количество наблюдательных скважин на каждом луче — от 2 до 4.

2.52. Для получения данных о взаимосвязи отдельных водоносных горизонтов в состав опытного куста следует включать узлы, состоящие из двух-трех наблюдательных скважин и предназначенные для наблюдений за реакцией на откачку разных водоносных горизонтов.

Режимные гидрогеологические наблюдения

2.53. Режимные гидрогеологические наблюдения на оползневых склонах включают наблюдения за колебанием уровней подземных вод, а в отдельных случаях — также за их химическим составом и температурой.

2.54. Материалы режимных гидрогеологических наблюдений должны помочь выявить:

а) наличие и характер связи между режимом подземных вод и оползневыми процессами;

б) источники питания оползней водой;

в) наличие взаимосвязи водоносных горизонтов друг с другом и с поверхностными водами;

г) наиболее неблагоприятное для условий равновесия склона положение уровня подземных вод;

д) изменение химического состава подземных вод для оценки их агрессивного воздействия на материал конструкций противооползневых сооружений, а также для суждения об условиях питания и взаимосвязи водоносных горизонтов.

2.55. План режимной сети и объем работ по режимным наблюдениям устанавливаются программой и подлежат корректировке в процессе работ.

В режимную сеть включаются:

а) наблюдательные скважины, имевшиеся на склоне до начала работ на данной стадии изысканий;

б) скважины, оборудованные для режимных наблюдений в процессе изысканий на данной стадии;

в) имеющиеся на склоне и вблизи него колодцы и источники.

2.56. Количество пунктов для режимных наблюдений определяется размером изучаемой территории и числом подлежащих наблюдению водоносных горизонтов. В самом простом случае режимная сеть может состоять из двух створов по две-три скважины в каждом; при этом один из створов должен пересекать тело оползня (и выходить за его пределы), другой — располагаться на межоползневом гребне. При наличии гидравлической связи подземных вод с рекой или морем в зоне подпора должно быть заложено несколько режимных скважин (три-четыре) на близком расстоянии друг от друга, а на водотоке или водоеме оборудован водпост для наблюдений за колебанием уреза воды (параллельно ведутся также наблюдения за выпадением атмосферных осадков, снеготаянием и поверхностным стоком).

2.57. Режимные наблюдения начинаются в период изысканий по мере оборудования скважин для этой цели и ведутся не менее одного гидрологического года.

Лабораторные исследования химического состава подземных и поверхностных вод

2.58. Исследование химического состава подземных и поверхностных вод производится для:

а) выявления условий питания подземных вод и взаимосвязи отдельных водоносных горизонтов друг с другом и с поверхностными водами;

б) оценки агрессивного воздействия подземных и поверхностных вод на материалы конструкций проектируемых противооползневых сооружений (бетон или металл).

2.59. Пробы воды следует отбирать:

а) в процессе проходки скважин и шурфов — как минимум по три пробы из каждого водоносного горизонта;

б) при производстве опытных откачек — в начале и перед окончанием откачки;

в) при производстве режимных наблюдений — по

три пробы из каждого наблюдаемого водоносного горизонта для характерных периодов года;

г) из водоемов и водотоков, в случае если предполагается их взаимосвязь с подземными водами или же их воды будут омывать проектируемые сооружения, — по три пробы для каждого сезона.

2.60. Рекомендуется выполнять стандартные химические анализы (катионы, анионы, сухой остаток, жесткость pH) с дополнительным определением свободной углекислоты H_2S, $Fe^{\cdot\cdot}$, $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$, $Al^{\cdot\cdot\cdot}$. При необходимости выполняются также полные химические анализы.

Полевые наблюдения за оползневыми и другими физико-геологическими процессами

2.61. Полевые наблюдения следует производить за:

а) оползневыми деформациями;

б) абразией на водоемах и эрозией на водотоках;

в) процессами, протекающими на склоне в результате деятельности талых, ливневых и хозяйственных вод;

г) выветриванием пород и сезонным изменением их влажности;

д) деятельностью подземных вод.

2.62. Наблюдения за оползневыми процессами на склоне производятся с целью установления времени и характера оползневых подвижек, их интенсивности, а также выявления цикличности оползневой деятельности и прогноза активности оползневых подвижек в зависимости от различных сочетаний действующих на склоне оползнеобразующих факторов. Наблюдения за оползневыми подвижками ведутся визуально и инструментально (при помощи точных геодезических измерений).

2.63. Визуальные наблюдения производятся за:

а) деформациями склона и перемещениями отдельных частей оползневого тела;

б) характерными признаками (симптомами), предшествующими оползневым смещениям (образование новых трещин и развитие ранее появившихся, появление или исчезновение источников, выпирание пород и др.);

в) состоянием и деформациями имеющихся на участке зданий, сооружений и подземных коммуникаций.

2.64. Для получения точных количественных характеристик оползневого смещения следует производить

инструментальные наблюдения, в состав которых входят:

а) измерения планово-высотного положения марок и маяков, устанавливаемых как на поверхности земли, так и на зданиях и сооружениях;

б) проведение стереофотограмметрической съемки.

2.65. При определении объемов работ по изучению оползневых подвижек путем измерения планово-высотного положения реперов, марок и маяков необходимо учитывать следующие соображения:

а) для каждого оползня устанавливается не менее трех исходных грунтовых реперов на заведомо неподвижных участках;

б) грунтовые марки располагаются по продольным створам; в большинстве случаев бывает достаточно одного створа, расположенного по оси оползня и совмещенного с линией инженерно-геологического разреза; несколько параллельных продольных створов могут быть нужны на оползнях, имеющих оползневые цирки второго порядка, на больших вытянутых вдоль склона оползнях, а также в случае предполагаемого сложного движения оползневого тела;

в) количество марок в створе и расстояния между ними зависят от размера, морфологии оползня и поставленных задач: для выявления наличия (или отсутствия) смещения достаточно двух-трех марок, для изучения же механизма оползневого процесса марки следует располагать через 10—20, а на больших оползнях — через 30—40 *м* друг от друга; на каждую оползневую ступень в продольном створе должно приходиться две-три марки; верхние и нижние марки створов располагаются за пределами действующего оползня;

г) для наблюдений за выдавливанием пород подошвы склона закладываются три рядом расположенные глубинные марки с заделкой основания на различных глубинах (но в пределах исследуемого слоя);

д) для изучения скорости смещения различных частей оползневого тела по глубине следует устраивать чурочные или из цветного материала глубинные марки (с использованием для этой цели инженерно-геологических и других скважин);

е) для измерения осадок промышленных и гражданских зданий и сооружений, расположенных в пределах оползневого участка, в стенах их устанавливаются

стенные марки, количество которых зависит от размера и конструкции сооружения;

ж) для наблюдений за деформациями зданий и сооружений на образовавшихся на них трещинах устанавливаются стенные маяки, количество которых зависит от количества и длины трещин;

з) количество циклов инструментальных наблюдений и интервалы времени между циклами зависят от скорости смещения оползневого тела и поставленных перед наблюдениями задач, но должно быть не менее трех в течение года, с разрывом во времени в 2—4 месяца (а в отдельных случаях и 1 месяц).

Примечание. После окончания изысканий система реперов, марок и маяков передается заказчику для дальнейших наблюдений, которые в течение первых трех лет ведутся с периодичностью не реже одного раза в год, а в последующем — по необходимости.

2.66. Стереофотограмметрическая съемка оползней производится по циклам. Количество циклов может быть различным, в зависимости от скорости и характера оползневых процессов, экономической значимости исследуемой территории, а также характера противооползневых мероприятий (обычно количество циклов стереофотограмметрической съемки совпадает с количеством циклов инструментальных измерений планово-высотного положения грунтовых марок в створах).

2.67. Наблюдения за абразией на водоемах и эрозией на водотоках производятся с целью установления степени влияния данных процессов на устойчивость склона.

В тех случаях, когда процессы абразии или эрозии являются одной из основных причин нарушения устойчивости склона, для наблюдений за ними оборудуются специальные абразионные (или эрозионные) створы, перпендикулярные береговой линии и состоящие из грунтовых марок, располагаемых на береговом обрыве, на пляже, а иногда также выше бровки (при наблюдениях за абразией).

На продолжении абразионных (или эрозионных) створов на акваторию водоема (или водотока) производятся промеры дна. На этих створах ведутся систематические наблюдения за величиной абразии (или эрозии).

2.68. Количество абразионных (или эрозионных) створов зависит от размеров изучаемого участка, слож-

ности рельефа береговой полосы, а также состава и характера залегания пород, но должно быть не менее двух-трех в пределах тела оползня и по одному-двум с каждой стороны за его пределами.

Основные створы для наблюдений за абразией (или эрозией) следует совмещать со створами разведочных выработок и створами для инструментальных наблюдений за оползневыми подвижками, в промежутках между ними могут быть намечены дополнительные створы.

2.69. При наблюдениях за абразией грунтовые марки устанавливают в береговом обрыве на высоту максимальной штормовой волны, при наблюдениях за эрозией — на высоту максимального подъема уровня паводковых вод.

Количество марок в пределах каждого створа и расстояния между ними устанавливаются в зависимости от сопротивляемости пород размыву. На водоемах в пределах границы непосредственного воздействия штормовой волны и на водотоках в пределах максимального подъема уровня паводковых вод грунтовые марки забиваются в каждую стратиграфо-литолого-генетическую разновидность пород.

При промерах дна водоемов расстояние между точками промеров при крутом падении дна должно составлять 1—5 *м*, при пологом — 5—10 *м*, а на водотоках расстояние между точками промеров —1—2 *м*.

2.70. В отдельных случаях, когда происходит интенсивная абразия или эрозия, для определения интенсивности размыва целесообразно проводить повторную крупномасштабную топографическую съемку береговой полосы.

2.71. Наблюдения за процессами, протекающими на склоне в результате деятельности талых, ливневых и хозяйственных вод, производятся для оценки влияния этих процессов на устойчивость склона и, в частности, на возникновение и развитие на нем оползневых подвижек.

Наблюдения производятся за:

а) поверхностным стоком;

б) смачиванием пород талыми, дождевыми и хозяйственными водами как с поверхности, так и на глубине за счет поглощения воды трещинами;

в) плоскостным смывом пород с поверхности склона талыми и дождевыми водами;

г) размывом склона талыми и дождевыми водами,

приуроченными к определенным руслам (эрозия склона).

Наблюдения за данными процессами производятся, как правило, визуально с приближенной количественной оценкой. В случаях когда требуется более точная количественная характеристика того или иного процесса, необходима организация специальных наблюдений.

2.72. Наблюдения за процессами выветривания горных пород при изысканиях на оползневых склонах выполняются с целью выявления характера, условий и скорости изменения свойств пород (особенно прочностных), прогноза оползневых явлений, а также правильного ведения строительных работ.

Изучение условий и характера выветривания производится методами повторных полевых обследований специальных пунктов, намеченных для систематических наблюдений (представляющих собой расчистки, неглубокие шурфы, закопушки или короткие штольни, обнажающие невыветрелую часть породы). Эти пункты должны размещаться на различных элементах рельефа (несмещенный участок склона, оползневое тело и др.) на участках с различной экспозицией и крутизной и должны быть защищены от уничтожения.

Наблюдения за выветриванием следует сопровождать лабораторными исследованиями состава, состояния и свойств горных пород, поэтому проходку выработок и лабораторные исследования при наблюдениях за выветриванием необходимо предусматривать в программах работ.

Особо важное значение эти работы имеют на участках, характеризующихся развитием неглубоких оползней (типа оползней-оплывин и оползней-потоков, а также оползания делювия по коренным породам).

2.73. Для изучения сезонных изменений влажности на каждом из выбранных для этой цели участке проходится по три выработки в каждый характерный сезон (наиболее влажный весенний, сухой летний, влажный осенний, сухой зимний). В весенний период возникает необходимость более частого изучения влажности.

Пробы на влажность и пластичность отбираются из выработок через каждые 0,25—0,5 *м*.

Для изучения сезонных изменений влажности рекомендуется использовать также геофизические методы.

2.74. Наблюдения за деятельностью подземных вод

на склоне производятся с целью выяснения влияния на устойчивость склона увлажнения пород в местах выходов источников, а также механической и химической суффозии.

2.75. Наблюдения за физико-геологическими процессами производятся в течение всего периода изысканий на оползневых склонах, а на ответственных объектах — в течение 1 года. Если какой-либо процесс (или процессы) является определяющим в устойчивости склона, наблюдения должны быть продолжены.

Метеорологические и гидрологические наблюдения

2.76. Необходимые метеорологические и гидрологические данные по исследуемому участку должны быть получены на ближайших станциях или постах Гидрометеослужбы. В случае большого удаления последних от изучаемой территории на участке организуются соответствующие наблюдательные посты согласно инструкциям Гидрометеослужбы.

2.77. Из метеорологических данных наиболее важными при изучении оползневых процессов являются сведения о количестве выпадающих атмосферных осадков, о распределении их по сезонам года, о температуре воздуха, глубине и длительности промерзания почвы, об испаряемости и др.

2.78. Из гидрологических данных наиболее важными являются сведения о волнении и миграции наносов — для водоемов, о колебаниях уровня воды, накоплении и смыве наносов, направлении и скорости течения — для водотоков (а для крупных рек — также сведения о волнении).

2.79. При длительных изысканиях на оползневых склонах рекомендуется наблюдать за:

а) характером выпадающих атмосферных осадков, временем, условиями образования и распределением снегового покрова;

б) характером, интенсивностью, началом и концом снеготаяния, зависимостью скорости снеготаяния от рельефа, экспозиции склона, залесенности и т. д.;

в) промерзанием выходов подземных вод и сопутствующими явлениями (например, образованием наледей);

г) волнением на водоемах (особенно во время штормов);

д) уровнем воды на водотоках (особенно в период снеготаяния, ливневых и затяжных дождей).

2.80. При необходимости изучения всех элементов водного баланса с целью определения степени участия каждого из них в обводнении оползневого склона проводится снегомерная съемка с определением мощности и плотности снега, что даст возможность определить запас воды в снеговом покрове.

ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

2.81. Задачей изыскательских работ на стадии рабочих чертежей является уточнение геологического строения (в основном литологической характеристики пород), особенностей гидрогеологических условий и физико-механических свойств пород непосредственно на площадках и трассах запроектированных сооружений, а также решение возникших при разработке проектного задания дополнительных вопросов, связанных с влиянием запроектированных противооползневых сооружений на устойчивость склона. На этой стадии необходима четкая количественная оценка прочности грунта и фильтрационных свойств пород непосредственно на участках запроектированных сооружений, а в отдельных случаях также необходимо выполнение специальных опытных работ для проверки эффективности ряда проектных решений (например, конструкции дренажей, возможности осушения тела оползня с применением электродренажа, химического закрепления грунтов и др.).

2.82. Изыскания производятся в соответствии с требованиями специальных инструкций и нормативных документов, определяющих состав и объемы отдельных видов работ для соответствующих сооружений на стадии рабочих чертежей.

2.83. На данной стадии полевые методы исследования сопротивления пород сдвигу и кустовые опытные откачки должны иметь больший удельный вес, чем на стадии проектного задания. При необходимости рекомендуется проводить исследования сжимаемости и просадочности пород полевыми и лабораторными методами.

2.84. Топографическая съемка площадок отдельных сооружений производится в масштабе 1 : 1000 ÷ 1 : 500. Площадь съемки определяется проектной организацией.

Кроме того, производятся нивелировка и трассировка линейных сооружений, а также съемка поперечных профилей.

2.85. Геологические выработки располагаются непосредственно вблизи контуров и по трассам запроектированных сооружений. Вне этих площадок и трасс выработки следует задавать только в случае, если произошло изменение оползневой обстановки и возникла необходимость получения дополнительных данных для уточнения оценки степени устойчивости отдельных участков склона или отдельных оползней.

2.86. Наблюдения за режимом подземных вод и влажностью грунта, визуальные и инструментальные наблюдения за оползневыми процессами на склоне, а также гидрологические наблюдения на данной стадии следует продолжать.

2.87. В случае необходимости по отдельным программам производятся специальные опытно-экспериментальные работы по проверке эффективности конструкций тех или иных дренажных сооружений и по проверке возможности закрепления грунта на склоне при помощи электродренажа, химических методов и т. д., а также моделирование оползневого процесса и работы отдельных сооружений.

2.88. Полевые и лабораторные исследования свойств грунта для целей уточнения расчетных и нормативных значений показателей их физико-механических свойств следует выполнять непосредственно на участках запроектированных сооружений. Методы исследований грунта на этой стадии должны в максимальной степени отражать условия предполагаемой работы грунта во взаимодействии с сооружением.

3. УКАЗАНИЯ ПО МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

3.1. В настоящем разделе изложены основные положения по методике проведения отдельных видов изыскательских работ, являющихся специфическими для изысканий в оползневых районах, недостаточно освещенными в опубликованной литературе.

СБОР, СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРЕЖНИХ ЛЕТ

3.2. Сбор материалов исследований прежних лет следует производить в период составления программы изысканий.

При изучении этих материалов особое внимание должно быть уделено:

а) выяснению природной обстановки района (климата, орогидрографии, гидрологии, геоморфологии, геологического строения, гидрогеологических условий, физико-геологических процессов, инженерно-геологической характеристики пород);

б) выяснению характера деформаций поверхности земли и отдельных зданий и сооружений, типов развитых в районе оползней, времени их образования, стадии развития, основных причин их возникновения, а также выявлению наличия на склоне противооползневых сооружений с оценкой их эффективности;

в) изучению картографического материала и установлению его давности.

В результате изучения материалов рекомендуется составлять:

а) карту фактического материала;

б) предварительную схематическую инженерно-геологическую карту;

в) геологические разрезы;

г) краткий обзор изученности района с характеристикой природных условий.

РЕКОГНОСЦИРОВОЧНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ РАЙОНА (УЧАСТКА)

3.3. Рекогносцировочное обследование района (или участка) работ производится совместно с проектной организацией перед составлением программы изысканий.

При рекогносцировочном обследовании района (участка) следует проверить сложившееся на основании проработки литературных и фондовых материалов представление о геоморфологии, в том числе о генетическом типе склона, о геологическом строении и гидрогеологических условиях, о формах нарушения устойчивости склона, типах и времени образования оползней, стадиях их развития и причинах образования, о характере, раз-

мерах и времени образования деформаций зданий и сооружений, об эффективности осуществленных на склоне противооползневых мероприятий, а также сличить имеющийся картографический материал с натурой и выявить участки, где произошли те или иные изменения.

Кроме того, отмечаются участки проведения тех или иных строительных работ и влияние последних на устойчивость склона. При обследовании необходимо произвести опрос местных жителей. Данные обследования наносятся на планы (карты) имеющегося масштаба. По материалам обследования уточняются составленная ранее схематическая инженерно-геологическая карта и геологические разрезы.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

3.4. Инженерно-геологическая съемка в оползневых районах должна быть комплексной. Задачей съемки является изучение геоморфологических особенностей района, его геологического строения и гидрогеологических условий, физико-геологических и инженерно-геологических процессов, а также физико-механических свойств пород. Инженерно-геологическая съемка производится в масштабах 1 : 10 000 и 1 : 2000.

Инженерно-геологическая съемка в масштабе 1 : 10 000

3.5. Инженерно-геологическую съемку в масштабе 1 : 10 000 выполняют на топографической основе масштабов 1 : 10 000 ÷ 1 : 5000.

3.6. При изучении геоморфологических особенностей района необходимо:

а) дать описание рельефа и числовые характеристики отдельных форм (размеры, гипсометрическое положение, углы наклона поверхностей ограничения в градусах и др.);

б) установить связь рельефа с условиями залегания горных пород, их литологическим составом, структурными и текстурными особенностями, с этапами денудации, с новейшими тектоническими движениями;

в) восстановить историю формирования рельефа (с построением палеогеографических схем) и определить генезис и возраст отдельных его элементов и форм (особое внимание следует уделить выявлению генети-

ческих типов склонов и объяснению причин возникновения перегибов профиля склона);

г) выделить речные (или морские) террасы, охарактеризовать их строение, определить возраст, установить взаимоотношения с оползнями (что поможет определить возраст последних и восстановить историю развития склона).

3.7. При изучении физико-геологических процессов и явлений необходимо:

а) дать характеристику развитых в районе исследования оползней (т. е. установить их типы, возраст, современное состояние, размеры, морфологию, состав пород, обводненность) и соображения о причинах их возникновения;

б) охарактеризовать другие виды физико-геологических процессов (выветривание, осыпи, обвалы, карст, эрозию, абразию и др.), определить степень их влияния на устойчивость склона и, в частности, на возникновение и развитие на нем оползневых процессов.

3.8. При изучении закономерностей геологического строения оползневого района (стратиграфии, литологии, распространения, условий залегания, мощности пород, тектоники) особое внимание необходимо уделить следующим вопросам:

а) расчленению пород на смещенные и находящиеся в коренном залегании;

б) установлению стратиграфии, литологии, генезиса и фаций склоновых отложений (и в особенности фаций оползневых накоплений);

в) выявлению направления и крутизны падения пластов горных пород, плоскостей напластования и тектонических трещин, которые при падении в сторону речных долин, балок, оврагов и искусственных выемок обусловливают возникновение оползней.

3.9. Изучение выделенных на склоне генетических видов пород и определение их возраста следует начинать с делювиальных образований, которые нужно рассматривать как важнейший маркирующий горизонт, позволяющий расшифровать возраст склоновых накоплений (поскольку они непосредственно сопрягаются как с различными генетическими типами склоновых отложений, так и с отложениями разновозрастных речных или морских террас).

3.10. При отсутствии достаточных данных для генетического и возрастного расчленения на изучаемом

оползневом склоне четвертичных отложений следует использовать для решения данного вопроса склоны речных долин, балок, оврагов, расположенных как в пределах, так и за пределами изучаемой территории.

3.11. Большое внимание следует уделять изучению трещин различного генезиса (оползневых, тектонических, выветривания, напластования). Оно заключается в их картировании и детальном описании и сопровождается зарисовками и фотографированием.

При изучении оползневых трещин рекомендуется пользоваться классификацией Г. И. Тер-Степаняна (см. список литературы, п. 7).

При изучении трещин выветривания, трещин напластования, трещин отдельности необходимо оценить их влияние на положение и направление оползневых трещин.

3.12. Для выделения в породах ослабленных зон в процессе съемки рекомендуется проводить полевое пенетрационное опробование пород (микропенетрометром, универсальным пенетрометром «ВСЕГИНГЕО» или ударником «ДорНИИ»). Испытания следует выполнять в свежей породе в расчистках обнажений, канавах и шурфах, а также по керну скважин.

3.13. При изучении гидрогеологической обстановки исследуемого района необходимо установить наличие подземных вод, глубину их уровня, тип (верховодка, грунтовые и т. д.), мощность горизонта, величину напора, связь с поверхностными водами, характер и места питания; выяснить условия поступления подземных вод в оползневой склон и, по возможности, их распределение в нем; дать соображения о роли подземных вод в устойчивости склона и в образовании оползней.

Если на склоне обнаружена заболоченность (или повышенная увлажненность пород), то необходимо выяснить ее происхождение и связь с поверхностными и подземными водами.

3.14. На горных склонах особое внимание должно быть уделено изучению характера движения подземных вод (по трещинам, по углублениям в кровле водоупорных коренных пород и пр.).

3.15. В процессе съемки следует производить инженерно-геологическое районирование территории с выделением участков различной степени устойчивости.

Контуры участков различной устойчивости, отдельные оползни и прочие основные элементы геологической

обстановки, геоморфологических, гидрогеологических условий и др. должны быть инструментально привязаны в планово-высотном отношении и нанесены на топографический план (по указанию инженера-геолога).

3.16. Для обоснования инженерно-геологической съемки должны быть выполнены в необходимом объеме буровые, шурфовочные, геофизические и лабораторные работы (см. раздел 2 настоящего Руководства). Буровые и шурфовочные работы следует производить после изучения обнажений и построения предварительных геологических разрезов, ибо только в этом случае (когда уже имеются предварительные сведения о геологическом строении и гидрогеологических условиях района) можно решить вопрос о рациональном расположении на исследуемой территории буровых скважин, шурфов и геофизических точек.

3.17. При съемке должны быть описаны, нанесены на карту, зарисованы и сфотографированы различные деформации зданий и сооружений, дорог, откосов и т. д.

Инженерно-геологическая съемка в масштабе 1 : 2 000

3.18. Инженерно-геологическая съемка в масштабе 1:2000 выполняется на топографической основе 1:2000 ÷ ÷ 1:1000.

3.19. При проведении инженерно-геологической съемки в масштабе 1:2000 комплекс вопросов, который подлежит освещению, тот же, что и при съемке 1 : 10 000, но при этом особое внимание уделяется:

а) морфологии оползневого склона (должны быть охарактеризованы поверхность склона, его высота, крутизна, описаны прорезающие склон овраги, балки и промоины, выявлено наличие или отсутствие в основании склона пляжевых или террасовых накоплений и т. д.);

б) морфологии оползня (необходимо охарактеризовать размеры оползня в плане, границы тела оползня, характер, состояние и высоту стенки срыва, оползневые ступени, валы выпирания, западины, все виды трещин в оползневом теле и в коренном склоне выше бровки срыва оползня);

в) внутреннему строению тела оползня (необходимо установить те стратиграфические горизонты, которые затронуты оползневыми подвижками; литологический состав пород, слагающих тело оползня, степень наруше-

ния пород внутри тела оползня, фации оползневых накоплений и их мощность; глубину залегания поверхностей оползневого смещения и пр.);

г) обводненности оползневого склона и тела оползня, в особенности распределению подземных вод в пределах тела оползня (наличие единого выдержанного водоносного горизонта или же нескольких сложно переплетающихся на разных уровнях потоков подземных вод, наличие «мешков» застойных подземных вод и т. д., что обычно тесно связано с внутренним строением тела оползня); кроме того, необходимо отметить все колодцы, источники, бессточные площадки и скопление в них поверхностных вод, заболоченность и ее связь с поверхностными и подземными водами, состояние водопроводной и канализационной сети и т. д.;

д) свойствам слагающих оползневой склон (и тело оползня) пород с выделением инженерно-геологических элементов; особое внимание должно быть уделено грунтам в пределах ослабленных зон.

3.20. По указанию и при участии инженера-геолога должны быть инструментально привязаны:

а) оползни и их отдельные морфологические элементы;

б) все естественные и искусственные выходы подземных вод;

в) участки размыва и подмыва склона и прочие детали, характеризующие оползневой процесс.

3.21. При ведении инженерно-геологической съемки рекомендуется использовать работы, перечисленные в списке литературы, пп. 1—7.

ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

3.22. Для получения топографических планов и карт необходимых масштабов в оползневых районах производятся:

а) аэрофотосъемка — для планов в масштабе 1 : 5000 и карт в масштабах 1 : 10 000, 1 : 25 000;

б) стереофотограмметрическая съемка — для планов в масштабах 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000.

Примечания: 1. При протяженности исследуемого района менее 10 *км* аэрофотосъемка заменяется мензульной съемкой соответствующего масштаба.

2. При невозможности проведения стереофотограмметриче-

ской съемки на склоне применяется мензульная съемка соответствующего масштаба.

3. При проведении стереофотограмметрической съемки должны быть привязаны все характерные точки и пункты, указанные инженером-геологом.

4. Методика проведения стереофотограмметрической съемки изложена в работе Лобанова А. И. «Фототопография. Наземная стереофотограмметрическая съемка».

3.23. Сечение рельефа горизонталями на картах (или планах) в масштабе 1 : 5000 ÷ 1 : 10 000 производится через 2 *м*, в масштабе 1 : 2000 — через 1 *м* и в масштабе 1 : 1000 ÷ 1 : 500 — через 0,5 *м* (иногда через 0,25 *м*).

Примечание. В порядке исключения для масштаба 1 : 2000 допускается сечение рельефа горизонталями через 2 *м* и при обоснованной необходимости — через 0,5 *м*.

БУРОВЫЕ И ГОРНОПРОХОДЧЕСКИЕ РАБОТЫ

3.24. Методика бурения скважин на оползневых склонах должна обеспечить:

а) максимальный выход керна проходимых пород с сохранением их природной влажности и структуры;

б) получение сведений о пересекаемых скважиной водоносных горизонтах (состав водовмещающих пород, глубина появления воды, статические уровни, водопроницаемость пород и т. д.).

3.25. Максимальный выход керна обеспечивается:

а) правильным выбором буровых наконечников и грунтоносов в соответствии с физическими и прочностными свойствами грунтов и условиями их залегания;

б) оптимальным режимом бурения.

3.26. Надежность гидрогеологических данных обеспечивается правильным выбором диаметра скважин, способа ее проходки и качеством изоляции пройденных водоносных горизонтов.

3.27. Если имеющиеся технические средства бурения не позволяют решить перечисленные задачи на одной и той же (комплексной) скважине, то следует бурить раздельно скважины более узкого назначения (инженерно-геологические и гидрогеологические).

3.28. Изоляция водоносных горизонтов может быть достигнута:

а) вдавливанием колонны обсадных труб в разделяющий водоносные горизонты естественный водоупор;

б) проведением специальных тампонажных работ (изоляционный тампонаж);

в) применением временных тампонажных устройств.

Изоляция водоносных горизонтов путем вдавливания колонны обсадных труб в естественный водоупор применяется, если последний представлен пластичными глинами (или суглинками), мощностью не менее 2—3 *м*.

Необходимость в проведении специальных тампонажных работ (глиной, цементом) возникает в том случае, если водоупор представлен мергелями, глинистыми известняками, сланцами, аргиллитами, твердыми глинами и другими аналогичными породами. Временные тампонажные устройства могут быть применены при установлении статических уровней подземных вод в процессе бурения скважин и при проведении опытных гидрогеологических работ. Более детально вопрос изоляции водоносных горизонтов освещен в статье М. К. Рзаевой, В. Я. Гуна и Ю. В. Горшкова (см. список литературы, п. 10).

3.29. В процессе бурения производятся наблюдения за появлением подземных вод и восстановлением их статического уровня и за поглощением промывочной жидкости.

3.30. При ликвидации пройденных на оползневом склоне скважин обязательным является их ликвидационный тампонаж (за исключением скважин, пробуренных по осыпающимся и оплывающим породам).

В качестве материала при ликвидационном тампонаже может быть использован цементный раствор или глина. Тампонаж цементным раствором применяется преимущественно при ликвидации глубоких скважин, пробуренных в скальных или полускальных породах, реже — в песчано-глинистых породах при сложном геологическом разрезе и наличии нескольких водоносных горизонтов. Тампонаж глиной применяется при ликвидации неглубоких скважин, пробуренных в толще песчано-глинистых пород.

3.31. Горнопроходческие работы, включающие проходку шурфов, дудок, канав и расчисток (в редких случаях штолен), на оползневом участке в труднодоступных местах или при малом объеме горных работ производятся вручную, а в легкодоступных местах — с применением механизмов. Применение взрывного способа проходки горных выработок при изучении оползней не рекомендуется. Проходка горных выработок должна производиться с обязательным креплением их стенок.

При ликвидации шурфов, дудок, канав и прочих

горных выработок на оползневых склонах должна быть выполнена их засыпка с послойной трамбовкой.

3.32. Бурение скважин и проходка шурфов и других горных выработок производится согласно подробно составленным на каждую выработку геолого-техническим нарядам.

Процесс бурения и горнопроходческих работ сопровождается подробной документацией вскрываемых пород, условий их проходки и всех сопутствующих операций.

ОТБОР ОБРАЗЦОВ ГРУНТА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.33. Отбор образцов грунта для лабораторных исследований, их консервация и транспортировка должны выполняться с соблюдением всех требований, влияющих на точность результатов исследований свойств грунта, а следовательно, определяющих достоверность рекомендуемых для расчетов нормативных и расчетных значений этих свойств.

3.34. При отборе образцов грунта особое внимание следует уделять ослабленным зонам, которыми могут быть:

а) контакты различных литологических разностей пород;

б) контакты глинистых пород с водоносными горизонтами;

в) зоны оползневых смещений;

г) зоны тектонических нарушений;

д) глинистый заполнитель крупных трещин и др.

Отбор образцов грунта из ослабленных зон является обязательным, если это даже не было указано в геолого-техническом наряде (или задании) на проходку данной выработки.

3.35. При отборе образцов из скважин, в целях максимального сохранения естественной структуры, плотности и влажности грунта, необходимо строго соблюдать соответствующий режим бурения и применять соответствующие наконечники и грунтоносы.

3.36. Размер образцов должен быть достаточным для проведения намеченного программой комплекса лабораторных исследований (табл. 1).

Таблица 1

Размер и вес образцов грунта в зависимости от комплекса лабораторных исследований

Вид грунта	Комплекс определений		
	по образцам грунта ненарушенной структуры[1]		по образцам грунта нарушенной структуры в *кг*
	полный	основной	
А. Отбираемые из скважин			
Глинистый:			
а) твердой и тугопластичной консистенции	$\frac{20}{2}$	$\frac{25}{1}$ или $\frac{15}{2}$	0,5
б) мягко- и текучепластичной консистенции	$\frac{10}{4}$	$\frac{10}{2}$	—
Песчаный	$\frac{15}{2}$	$\frac{15}{1}$	1
Полускальный и скальный	$\frac{20}{3}$	—	—
Гравийно-галечниковый	—	—	>3
Б. Отбираемые из горных выработок и расчисток			
Глинистый:			
а) твердой и тугопластичной консистенции	$\frac{25\times25\times15}{2}$	$\frac{25\times25\times15}{1}$	0,5
б) мягко- и текучепластичной консистенции	$\frac{10}{4}$	$\frac{10}{2}$	—
Песчаный	$\frac{15}{2}$	$\frac{15}{1}$	1
Полускальный и скальный	$\frac{20\times20\times20}{2}$		—
Гравийно-галечниковый	—	—	>3

[1] В числителе — длина образца цилиндрической формы или ребер «монолитов» в *см*; в знаменателе — количество образцов в шт.

Примечания: 1. Минимальный диаметр цилиндрических образцов должен быть не менее 10 *см*.

2. Вес образца грунта, содержащего грубообломочные включения (гравий, гальку и др.), должен быть не менее 3 *кг*.

3. Образцы глинистых грунтов мягко- и текучепластичной консистенции из горных выработок и расчисток должны отбираться (во избежание их деформаций) в цилиндрические гильзы.

4. При необходимости определения ползучести должно быть дополнительно отобрано не менее трех образцов ненарушенной структуры диаметром и высотой не менее 10 *см*.

5. При необходимости изучения изменения прочности пород при выветривании должен быть дополнительно отобран монолит размером 20×20×15 *см* (или же цилиндрический образец высотой 20 *см*).

6. При необходимости изучения суффозионных и плывунных свойств песка должен быть дополнительно отобран образец высотой 15 *см*.

7. Полный комплекс определений для всех разностей грунта приведен в тексте.

8. Основной комплекс определений:

для связных грунтов — влажность, пластичность, объемный вес, сопротивление сдвигу;

для песчаных — зерновой состав, объемный вес, сопротивление сдвигу;

для полускальных — объемный вес, влажность, сопротивление раздавливанию, размягчаемость.

3.37. Все образцы грунта ненарушенной структуры, кроме скальных, с целью сохранения их природной влажности, подлежат консервации (парафино-гудронной смесью, при помощи полимеров и т. д.).

Образцы слабых песчано-глинистых грунтов, не сохраняющие формы без жесткой тары и отбираемые поэтому методом режущего кольца в специальные гильзы или кольца, транспортируются в этой жесткой таре, открытые торцы которой закрываются жесткими крышками с резиновыми прокладками и заливаются парафином.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

3.38. Лабораторные исследования состава и физических свойств грунта производятся стандартными методами в соответствии с ГОСТ (с 5179—49 по 5184—49) и рекомендуемой литературой (пп. 11—13). Определение зернового состава глинистых грунтов следует производить параллельно двумя методами: методом микроагрегатного анализа и методом дисперсного анализа.

3.39. Методика определения сопротивления грунта сдвигу и подготовки образца к испытаниям должна назначаться с учетом:

а) характера грунта (состав и состояние);

б) условий работы грунта в склоне и во взаимодействии с сооружениями;

в) возможного изменения свойства грунта во времени;

г) стадии проектирования.

3.40. Для выявления зависимости сопротивления грунта сдвигу от влажности испытание необходимо производить при влажностях, соответствующих всему диапазону фактически установленных или предполагаемых значений влажностей в исследуемом слое, уделяя особое внимание образцам с повышенной влажностью из ослабленных приконтактных зон, зон оползневого смещения и др.

Примечание. При недостаточном количестве или размере образцов глинистого грунта, отобранных из ослабленных зон, исследование сопротивления сдвигу можно производить по специально увлажненным (до заданной влажности) образцам исследуемого грунта, а для оценки прочности грунта в зоне смещения, кроме того, еще и с предварительным перемятием грунта.

3.41. При изучении изменения сопротивления грунта сдвигу со временем (в результате изменения его состояния и физических свойств под влиянием различных факторов: изменения напряженного состояния при снятии нагрузки, нарушения структуры при оползневых смещениях, выветривания пород, сезонных колебаний их влажности и пр.) подготовку образца к опыту необходимо вести с учетом прогнозируемого состояния грунта.

Разуплотнение следует моделировать путем длительного выдерживания монолитных образцов под водой при нагрузках, равных природным, или ниже их (последнее в случае, если плотность грунтов не эквивалентна природным нагрузкам).

Нарушение структуры при оползневых смещениях моделируется перемятием образцов грунта с природной влажностью (или дополнительно увлажненных) и длительным их выдерживанием под водой при нагрузках, соответствующих реальным нагрузкам в зоне оползневого смещения.

Влияние сезонных колебаний влажности (в пределах зафиксированной в данном слое амплитуды) моделируется дополнительным увлажнением образцов или их подсушиванием на воздухе.

Учет влияния выветривания производится путем мно-

гократного попеременного замораживания и оттаивания, увлажнения и высушивания образцов.

3.42. В зависимости от характера грунта рекомендуются следующие методы проведения опытов по определению сопротивления грунта сдвигу.

Для нормально уплотненных глинистых грунтов пластичной консистенции испытания на сдвиг выполняются без предварительного уплотнения грунта, по схеме недренированных опытов, с обязательным определением влажности и объемного веса грунта по каждому кольцу до и после опыта. Наиболее надежные результаты для глинистых грунтов мягко- и текучепластичной консистенции могут быть получены при испытаниях в стабилометре. При работе на срезных приборах минимальная потеря влаги в процессе опыта обеспечивается при проведении быстрых сдвигов (методом Гидропроекта).

Для глинистых грунтов, находящихся в тугопластичном и особенно твердом состоянии, выбор метода не имеет существенного значения. Учет трещиноватости этих пород в массиве производится путем проведения опытов на предварительно разрезанных образцах со смоченной поверхностью среза.

Для чистых песков методика проведения опыта также не имеет существенного значения, для глинистых и пылеватых песков опыты выполняются без уплотнения при полном водонасыщении.

При наличии на склоне контактов различных водонасыщенных пород с глиной определяется сопротивление грунта сдвигу по контакту как на природных, так и на искусственно приготовленных образцах.

3.43. Для всех разностей глинистых грунтов опыты на сдвиг выполняются не менее чем при четырех значениях нормального давления, для песчаных — при трех.

При выборе значений нормальных давлений необходимо учитывать следующие соображения.

Для глинистых грунтов на начальной стадии изучения склона (для обоснования схемы противооползневых мероприятий) следует исследовать сопротивление глинистых грунтов сдвигу для большого диапазона нагрузок с тем, чтобы получить общее представление о характере кривой зависимости $\tau=f(\sigma)$; на стадии проектного задания максимальные нормальные давления должны отвечать природным нагрузкам, испытываемым грунтом в склоне; на стадии рабочих чертежей при выборе на-

грузок следует учитывать возможные изменения природного давления за счет осуществления на склоне защитных мероприятий (срезки, пригрузки, возведения волноломов и др.). Для песчаных грунтов опыты на сдвиг выполняются обычно при нагрузках 1,2 и 3 *кг/см*^{2}.

Общее количество испытаний изучаемого грунта для тех инженерно-геологических элементов, которые играют определяющую роль в устойчивости склона, при каждой нагрузке на стадии проектного задания и рабочих чертежей должно обеспечивать возможность статистической обработки результатов.

3.44. Наряду с исследованием сопротивления грунта сдвигу в срезных приборах для твердых глинистых и полускальных пород рекомендуется применять также метод раздавливания (одноосного сжатия).

Раздавливание производится на образцах цилиндрической формы, при этом в целях обеспечения наиболее благоприятных условий проведения опыта рекомендуется соблюдать условие: $h=2d$ (где h — высота образца, а d — его диаметр), справедливое как для твердых грунтов, так и для пластичных глин.

За величину разрушающей нагрузки (R) для пластичных глин принимается нагрузка, вызывающая 20%-ную деформацию (уменьшение высоты образца), а для твердых и полускальных — нагрузка, вызывающая раскол образца.

3.45. Для пластичных глинистых грунтов, обладающих значительной чувствительностью к нарушению структуры ($\frac{S_{мон}}{S_{нар}} > 4$, где $S_{мон}$ — прочность монолитного образца, а $S_{нар}$ — прочность образца с нарушенной структурой), на каждой стадии для нескольких (2—3) образцов из основных инженерно-геологических элементов выполняется определение длительной прочности (ползучести) методом ЛИСИ или б. Института мерзлотоведения им. Обручева.

ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

3.46. Поверхностное пенетрационное опробование грунта производится по керну, на открытых площадках и стенках горных выработок.

По керну опорных выработок опробование производится по всей глубине через каждые 10—15 *см* и во всех визуально выделенных прослоях слабых пород меньшей

мощности, по всем остальным выработкам и на открытых площадках — выборочно, для уточнения границ инженерно-геологических элементов (в частности, слабых пород).

3.47. Пенетрационное опробование керна производится сразу же после его извлечения из скважин.

При подготовке керна к пенетрации необходимо:

а) очистить его от шлама;

б) вдоль боковой поверхности керна острым ножом аккуратно срезать сегмент грунта (высотой 1—1,5 *см*, шириной 3—4 *см*);

в) керн тщательно осмотреть, описать и выделить участки для пенетрации.

3.48. При подготовке к пенетрации на открытой площадке и в стенке горной выработки вначале производится зачистка на ширину 20—25 *см* (в случае если между проходкой выработки и пенетрацией существовал значительный разрыв во времени, снимается весь выветрелый слой грунта), затем выравнивание, тщательный осмотр и описание грунта, после чего выделяются участки для пенетрации.

3.49. На каждом интервале пенетрации как в керне, так и в стенке горной выработки или в расчистке вдавливание конуса производится не менее чем с трехкратной повторностью. При значительном разбросе параллельных определений(превышающих допустимые) производится дополнительное опробование грунта в одной-двух точках.

Примечание. Допустимые расхождения показаний по отдельным приборам составляют:

для микропенетрометра — не более 2 *мм* глубины погружения конуса;

для гидравлического пенетрометра — не более 3—5 *кг*;

для ударника «ДорНИИ» — не более двух-трех ударов, а для малого ударника — не более пяти ударов.

3.50. Слои, по которым средние значения показаний приборов резко различаются, следует выделить как самостоятельные для отбора из них образцов грунта.

3.51. При проведении опытов по глубинному динамическому и статическому зондированию, по определению сопротивления грунта сдвигу в скважинах и путем среза целиков, а также испытаний пород на сжимаемость статическими нагрузками штампов рекомендуется пользоваться книгой «Полевые методы исследования строительных свойств грунтов» и другими источниками (см. список литературы, пп. 14, 15).

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ЛАБОРАТОРНЫМИ И ПОЛЕВЫМИ МЕТОДАМИ

3.52. Обработка результатов исследований физико-механических свойств грунтов производится с целью обоснования выбора расчетных характеристик грунтов для каждого выделенного инженерно-геологического элемента. Она выполняется путем систематизации данных полевых и лабораторных исследований грунтов, анализа этих данных, выявления закономерностей в изменении физико-механических свойств грунта по простиранию и по глубине исследуемой толщи, уточнения количества и границ выделенных визуально или с помощью пенетрационного опробования инженерно-геологических элементов.

3.53. В процессе обработки составляются:

а) сводная таблица показателей физико-механических свойств грунтов;

б) графики рассеяния показателей;

в) точечные графики значений влажности, степени влажности, показателя консистенции и коэффициента пористости на колонках скважин.

3.54. Сводная таблица включает результаты как лабораторных, так и полевых методов исследований.

Данные о грунтах в сводной таблице располагаются в порядке стратиграфической последовательности.

В пределах каждой стратиграфической единицы данные группируются по литологическим разновидностям, а в пределах последних — в порядке уменьшения абсолютных отметок или же возрастания глубин.

В сводной таблице рекомендуется давать следующие показатели физико-механических свойств грунтов (табл. 2).

Результаты отдельных определений, выполняемых в небольшом количестве (набухание, размокание, минералогический состав и др.), во избежание перегрузки сводной таблицы большим числом малозаполненных граф приводятся в виде отдельных таблиц.

3.55. После уточнения количества и границ выделенных визуально или с помощью пенетрационного опробования инженерно-геологических элементов для каждого из них определяются средние значения показателей физических свойств (методом медианы с использованием

Таблица 2

Сводная таблица показателей физико-механических свойств грунтов

Наименование показателей	Единица измерения	Точность вычисления
А. Для глинистых грунтов		
Влажность природная	%	В целых числах
» на границах текучести и раскатывания	%	То же
Число пластичности	—	»
Консистенция	—	До 0,01
Объемный вес грунта при природной влажности и скелета грунта	*г/см*³	» 0,01
Удельный вес	»	» 0,01
Пористость	%	В целых числах
Коэффициент пористости	—	До 0,01
Степень влажности	—	» 0,01
Гранулометрический состав	%	В целых числах
Угол внутреннего трения (по данным лабораторных опытов)	*град*	То же
Удельное сцепление (по данным лабораторных опытов)	*кг/см*²	До 0,01
Величина τ для характерных нагрузок (по данным лабораторных опытов)	—	» 0,01
Угол внутреннего трения (по данным полевых опытов)	*град*	В целых числах
Удельное сцепление (по данным полевых опытов)	*кг/см*²	До 0,01
Величина τ для характерных нагрузок (по данным полевых опытов)	»	» 0,01
Сдвигающее напряжение до и после нарушения структуры (по данным вращательного среза)	»	» 0,1
Результаты статического зондирования—удельное сопротивление грунта проникновению конуса *q*	»	» 1,0
Результаты динамического зондирования—число ударов на погружение конуса на 10 *см*	число ударов	» 1
Прочность на сжатие (одноосное)	*кг/см*²	» 0,1
Б. Для песчаных грунтов		
Зерновой состав	%	В целых числах
$d=10$ и $d=60$	*мм*	До 0,01
Коэффициент неоднородности	—	» 0,1

Продолжение табл. 2

Наименование показателей		Единица измерения	Точность вычисления
Объемный вес грунта природной структуры и влажности		*г/см³*	До 0,01
То же, в максимально плотном и максимально рыхлом сложении		»	» 0,01
Объемный вес скелета		»	» 0,01
Удельный вес		»	» 0,01
Пористость		%	В целых числах
Коэффициент пористости природной структуры, максимально рыхлого и максимально плотного сложения		—	До 0,01
Степень влажности		—	» 0,01
» плотности		—	» 0,01
Коэффициент фильтрации		*м/сутки*	» 0,1
Влажность полная и максимальная молекулярная		%	» 0,1
Водоотдача		%	» 1,0
Угол естественного откоса		*град*	В целых числах
» внутреннего трения	по данным лабораторных исследований	»	То же
Удельное сцепление		*кг/см²*	До 0,01
Величина τ для характерных нагрузок		»	» 0,01
Угол внутреннего трения	по данным полевых опытов	*град*	В целых числах
Удельное сцепление		*кг/см²*	До 0,01
Величина τ для характерных нагрузок		»	» 0,01
Сдвигающие напряжения до и после нарушения структуры (по данным вращательного среза полевым методом)		*кг/см²*	» 0,1
Показатели пенетрометра		»	» 0,1
Результаты зондирования:			
а) статического *q*		»	» 1,0
б) динамического *N*		число ударов	До 1

графиков рассеяния), а по влажности — также среднемаксимальные значения.

3.56. Методика определения расчетных значений прочностных свойств грунтов зависит от характера грунта и типа оползня. В случае если оползень связан с периодическим повышением влажности глинистых грунтов, слагающих склон, или если влажность в данном инженерно-геологическом горизонте подвержена значительным колебаниям, расчетные значения φ и C вычисляют по формуле Кулона, используя предварительно найденные [по кривой зависимости $\tau = f(W, B)$] значения τ, соответствующие максимальным значениям влажности или консистенции.

Примечание. На графики зависимости $\tau = f(W, B)$ различными знаками наносят данные как полевых, так и лабораторных опытов (в том числе и опытов с образцами, дополнительно увлажненными), а также результаты недренированных испытаний в стабилометре, проведенных при различных нормальных давлениях.

Если состояние грунта в пределах данного инженерно-геологического элемента существенно не изменяется во времени и может быть охарактеризовано средним значением влажности или консистенции, расчетные ($A_р$) значения φ и C принимаются как среднеминимальные или по формуле $A_р = A_н - \sigma_с$, где $A_н$ — среднее значение показателя; $\sigma_с$ — среднее квадратичное отклонение. Предварительно выполняется анализ данных испытаний грунтов путем составления совмещенного графика зависимости сдвигающего напряжения (τ) от нормального давления (σ), на котором результаты лабораторных и полевых испытаний наносят различными знаками. Максимальные значения, отклоняющиеся от средних более чем на 75%, исключаются.

При практическом совпадении данных полевых и лабораторных испытаний (т. е. когда изменения их находятся в одних и тех же пределах) и при наличии 25—35 испытаний в качестве характеристик прочности рекомендуется принимать среднеминимальные значения τ, найденные по графикам рассеяния; при большем или меньшем количестве испытаний необходимо находить гарантированные значения τ для различных нормальных давлений с последующим вычислением расчетных значений C и φ по формуле Кулона. Для трещиноватых пород в качестве расчетных принимают данные полевых испытаний или же в результаты лабораторных опытов вводят

понижающий коэффициент $\left(\frac{\tau_{пол}}{\tau_{лаб}}\right)$, полученный для того участка, где эти испытания проводились. В случае если полевые испытания не проводились, расчетные значения необходимо принимать по данным обработки результатов, полученных при исследовании на срез предварительно разрезанных образцов.

В найденные значения τ, φ и C для глинистых грунтов необходимо вводить понижающий коэффициент на ползучесть, полученный путем проведения специальных опытов.

3.57. Для инженерно-геологических элементов, не определяющих устойчивость склона, в качестве расчетных значений при коэффициенте неоднородности <20 рекомендуется принимать среднеарифметические значения с поправкой на неоднородность согласно СНиП II-Б.1-62 «Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования»; при коэффициенте неоднородности >20 следует принимать минимальные значения.

3.58. Для хорошо изученных оползневых участков расчетные значения величин сопротивления сдвигу должны определяться с учетом данных обратных пересчетов.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.59. Геофизические методы при изучении оползневых склонов должны применяться в комплексе, когда данные одного метода взаимно дополняют и уточняют результаты другого.

3.60. При проведении электроразведочных работ на оползневых участках целесообразно уменьшить существующие стандартные величины разносов приемных линий и увеличить число разносов в зависимости от геологических условий. Рекомендуется предусматривать широкое применение крестовых и парных ВЭЗ со смещенным центром.

3.61. При предварительной интерпретации данных геофизических исследований рационально использовать приближенные методы интерпретации и интерпретацию с помощью опорной буровой скважины.

3.62. Геологическая интерпретация данных электроразведки должна проводиться на геоэлектрическом разрезе с учетом всех имеющихся геологических и гидрогео-

логических данных и с тщательной корреляцией результатов соседних ВЭЗ.

3.63. Методика проведения и интерпретации электроразведочных каротажных и сейсморазведочных работ приведена в соответствующих работах (см. список литературы, пп. 16—34).

ОПЫТНЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

3.64. Опытные откачки выполняются согласно «Инструкции по определению коэффициентов фильтрации водоносных пород методом опытных откачек из скважин» (И 28—53). Рекомендуется также использовать работу Скабаллоновича И. А. «Методика опытных откачек».

3.65. Перед началом откачки (как одиночной, так и кустовой) и в процессе ее проведения следует измерять уровни воды во всех скважинах, находящихся в зоне возможного влияния откачки, в том числе в скважинах режимной сети.

3.66. Первичная обработка данных опытной откачки с построением графиков зависимости $Q=f(S)$ и $S=f(t)$ выполняется в процессе проведения откачки с целью своевременного контроля полученных данных и выявления необходимости повторения опыта при том или ином понижении.

3.67. Ликвидация опытной скважины (куста) допускается только после полевой обработки результатов, позволяющей оценить качество откачки.

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА РЕЖИМОМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

3.68. Режимные гидрогеологические наблюдения включают:

а) периодические замеры уровней подземных и поверхностных вод;

б) периодические измерения дебита источников;

в) измерения температуры воды;

г) изучение химического состава вод.

3.69. Замеры уровней подземных вод производятся в специальных режимных скважинах (расположенных как на теле оползня, так и на несмещенном коренном склоне) и в имеющихся на исследуемом участке колодцах.

Специфика наблюдений за режимом уровня подзем-

ных вод в теле активного оползня заключается в необходимости:

а) периодических контрольных определений планово-высотного положения устьев наблюдательных выработок (так как последние, смещаясь вместе с оползнем, не сохраняют своего неизменного положения в пространстве);

б) учета деформаций наблюдательных скважин с определением угла их наклона к горизонту (при значительных деформациях скважин и невозможности замеров уровней воды возникает необходимость их перебуривания).

3.70. Параллельно с наблюдениями за режимом подземных вод необходимо получать данные о колебаниях уровня воды на ближайших водоемах или водотоках, о количестве выпадающих атмосферных осадков, об испарении, о суточных колебаниях температуры воздуха и влажности либо на близлежащих станциях или постах Гидрометеослужбы, либо на временных постах, организованных на изучаемом участке.

3.71. Замеры уровня воды в наблюдательных выработках и дебитов источников ведутся один раз в 5—10 дней, а в период весеннего снеготаяния, паводков и затяжных дождей — ежедневно.

3.72. Измерение температуры воды в наблюдательных выработках производится один раз в месяц. Параллельно измеряется температура воды в источниках и открытых водоемах, а также температура воздуха.

3.73. Пробы воды на химический анализ отбираются из намеченных пунктов один раз в три месяца (посезонно).

3.74. Изучение режима подземных вод должно быть увязано с визуальными и инструментальными наблюдениями за оползневыми подвижками (последние могут дать объяснение многим неожиданным колебаниям уровня воды и установить связь между режимом подземных вод и оползневыми явлениями).

3.75. Данные режимных наблюдений должны своевременно анализироваться. Вызывающие сомнения замеры подлежат контролю. В журналах наблюдений должны содержаться объяснения причин резких колебаний уровней.

3.76. Устройство режимной сети, ее содержание, производство замеров и обработка данных наблюдений за режимом подземных вод на оползневом участке произ-

водится в соответствии с «Руководящими указаниями по наблюдениям за режимом подземных вод» (РУ 6—52) и «Методическим руководством по изучению режима подземных вод».

ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОПОЛЗНЕВЫМИ И ДРУГИМИ ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Наблюдения за оползневыми процессами

3.77. При наблюдении за оползневыми процессами необходимо обращать внимание на:

а) образование на поверхности земли, на зданиях и сооружениях различных трещин, их развитие по протяженности и по ширине;

б) опускание и выпирание отдельных участков поверхности земли;

в) видимое перемещение вниз по склону отдельных участков поверхности (солюфлюкция) или всего оползневого тела.

3.78. Наблюдения за оползневыми процессами производятся визуально и инструментально.

3.79. В процессе визуальных наблюдений производится:

а) описание хода и характера развития процесса;

б) периодические измерения трещин в длину и в ширину, измерения расстояний между отдельными ориентирами, расположенными в разных частях оползневого тела с замерами рулеткой расстояний между забитыми в землю металлическими трубками (стержнями);

в) периодические описания и зарисовки деформаций зданий и сооружений (рост имеющихся трещин и появление новых, раскрытие трещин и др.);

г) периодическое фотографирование характерных объектов (ориентиров), изменяющих свое положение при подвижках.

3.80. При наблюдении за оползневыми процессами особое внимание следует уделять фотографированию оползней, при этом необходимо соблюдать следующие правила:

а) крупные оползни фотографируются в трех-четырех масштабах, примерно выдержанных для исследуемого района;

б) фотографированию подлежит как общий вид

оползня (панорамные снимки), так и его отдельные детали;

в) повторное фотографирование одних и тех же объектов производится в одних и тех же масштабах с постоянных позиций (фиксированных точек стояния) и при аналогичных условиях освещения (в одно и то же время и при близком состоянии погоды);

г) в поле зрения фотообъектива следует помещать щит с указанием масштаба (расстояния от объектива), даты и адреса фотографируемого объекта, а также масштабную рейку.

3.81. Инструментальными наблюдениями периодически определяется плановое и высотное положение грунтовых марок, устанавливаемых на оползневых участках. Далее вычислением или графическим построением определяются векторные величины смещения марок между циклами наблюдений, которые наносятся на инженерно-геологические разрезы.

3.82. Для инструментальных наблюдений за оползневыми деформациями применяются специальные репера, марки и маяки.

3.83. Геодезической основой топографо-геодезических работ являются пункты триангуляции I, II, III и IV классов и полигонометрии, а также пункты нивелирования I, II, III и IV классов.

3.84. С целью нанесения опорных пунктов и грунтовых марок на топографический план, составленный в общегосударственной системе координат, все пункты наблюдений привязываются к Государственной геодезической сети СССР.

Примечание. При расположении оползневого участка на значительном расстоянии от пунктов Государственной геодезической сети допускается создавать опорную сеть в условной системе координат и высот.

3.85. Привязка в плане опорных пунктов к Государственной геодезической сети осуществляется, в зависимости от месторасположения последних, построением аналитических сетей или продолжением полигонометрии III разряда. Высотная привязка опорных пунктов в Государственной нивелирной сети выполняется нивелированием IV класса.

3.86. Сеть опорных пунктов, в зависимости от размера и формы оползня, строится в виде отдельных базисов, связанных между собой. Угловые измерения на опорных пунктах выполняются с точностью триангуля-

ции IV класса. Базисы измеряются с относительной ошибкой не ниже 1 : 25 000.

3.87. Определение горизонтального положения грунтовых марок производится одним из следующих методов: полигонометрии створов, микротриангуляции и геодезических засечек. Выбор метода зависит от схемы расположения марок, застройки территории и рельефа оползня.

3.88. По грунтовым маркам, расположенным вне зоны действия оползня (крайние марки створов), прокладывается полигонометрия II разряда, по грунтовым маркам, расположенным на теле оползня, — полигонометрия III разряда.

Угловые и линейные измерения выполняются по методике, изложенной в соответствующих инструкциях и наставлениях на производство геодезических работ. На линейных измерениях преимущественно используются дальномеры. Методы микротриангуляции, створов и засечек по своей точности должны соответствовать вышеуказанным разрядам полигонометрии.

3.89. Определение смещения грунтовых марок по циклам может производиться дифференциальным методом Н. Г. Келля (графический способ определения перемещения точек методом обратных засечек).

3.90. Передача высот от неподвижного глубинного репера на марки, расположенные за пределами оползня (крайние марки створов), и стенные марки на сооружениях выполняется нивелированием II класса, а на марки, расположенные на оползневом теле, — нивелированием III класса. Нивелирование производится двойными ходами: в прямом и обратном направлениях с невязками в ходах и полигонах, установленных инструкцией по городским съемкам:

для нивелирования II класса $\pm 1\ мм\sqrt{n}$;

для нивелирования III класса $\pm 2\ мм\ \sqrt{n}$,

где n — число штативов в ходе или полигоне.

Наблюдения за абразией на водоемах и эрозией на водотоках

3.91. Наблюдения на абразионных створах производятся систематически, не реже одного раза в месяц и в обязательном порядке после каждого сильного шторма.

3.92. На эрозионных створах, оборудованных на по-

стоянных водотоках, наблюдения необходимо проводить 2—4 раза в год в характерные периоды: после паводка, после сильных затяжных дождей (если они сопровождаются значительным подъемом уровня), перед ледоставом и после ледохода.

Наблюдения за процессами, протекающими на склоне в результате деятельности ливневых, талых и хозяйственных вод

3.93. Наблюдения за поверхностным стоком, поглощением стекающих по склону поверхностных вод, смывом и размывом пород склона производятся в период весеннего снеготаяния, ливневых и затяжных дождей, когда образуются временные как сосредоточенные, так и рассредоточенные потоки.

3.94. При визуальных наблюдениях за поверхностным стоком и поглощением необходимо описывать условия стока талых и атмосферных вод, наносить на план участка пути поверхностного стока по коренному склону и по оползню, изменения направления стока в связи с оползневыми подвижками, отмечать явления поглощения поверхностного стока и т. д., а также наносить на план образующиеся при оползневых подвижках бессточные впадины, в которых обычно скапливаются поверхностные воды.

3.95. Для приблизительной оценки величины поверхностного стока определяют расход воды либо по скорости движения поплавка и сечению потока, либо переносными водосливами.

В бессточных впадинах, где скапливаются поверхностные воды, поглощаемые породами тела оползня, устанавливаются водомерные рейки, по которым измеряется уровень воды не менее 6 раз в сутки.

3.96. В случаях когда производится изучение всех элементов водного баланса на оползневом склоне, необходимо дать полную количественную оценку поверхностного стока, для чего организуются специальные наблюдения.

3.97. При визуальных наблюдениях за смывом и размывом пород стекающими по склону поверхностными водами необходимо по возможности регистрировать характер и размеры смыва и размыва пород, картировать места их переотложения, фиксировать характер и формы намыва, а также состав переотложенных пород. При

возникновении свежих промоин и оврагов необходимо отмечать их приуроченность к различным трещинам, имеющимся на поверхности склона (трещинам высыхания, выветривания, оползневым трещинам), отмечать связь развития оврагов с условиями залегания горных пород, их размываемостью, а также фиксировать появление в них источников, заболоченности, ручейков и др.

3.98. Количественная оценка этих процессов производится лишь в случаях подсчета баланса масс грунта.

Наблюдения за выветриванием пород

3.99. При изучении выветривания пород особое внимание следует уделять тем литологическим разностям, которые или сами участвуют в оползневых смещениях, или при разрушении дают материал, из которого впоследствии формируются оползневые накопления.

3.100. Наблюдения за характером и последствиями выветривания пород заключаются в систематическом обходе специально намеченных для этой цели пунктов с изучением и фиксированием признаков и глубины разрушения пород под влиянием:

а) атмосферных агентов (главным образом кислорода, углекислоты);

б) солнечного излучения;

в) резких суточных колебаний температуры и влажности воздуха;

г) попеременного увлажнения и высыхания;

д) замерзания в трещинах и порах воды;

е) жизнедеятельности организмов и других причин.

3.101. Перед началом наблюдений породы, слагающие стенки выработок, должны быть тщательно описаны и зарисованы. При описании пород необходимо указать их литологический состав, цвет, естественную влажность, консистенцию, трещиноватость, минеральные новообразования, прочность породы в стенках выработок. Зарисовки выполняются на координатной основе с закреплением начальных точек координат на стенках выработки соответствующими постоянными ориентирами.

3.102. В различных частях стенки выработки, примерно через 25 *см* по глубине от поверхности склона, определяется прочность пород одним из методов поверхностной пенетрации. В местах пенетрационного опробования отбираются образцы пород для лабораторного исследования влажности, плотности и консистенции (а для

характерных образцов — и сопротивления сдвигу), а также для исследования микроструктуры по шлифам, минералогического и солевого состава. В дальнейшем, в течение всего периода наблюдений, описанный выше процесс регулярно повторяется, для чего пункты наблюдений должны быть защищены от уничтожения.

3.103. При изучении выветривания необходимо обращать внимание на:

а) различную степень выветривания пород в зависимости от их литологического состава;

б) различную степень выветривания пород одинакового литологического состава в зависимости от экспозиции и крутизны склона;

в) характер распадения пород на отдельности и агрегаты и их величину в обнажении, характер их дальнейшего дробления в осыпи, образовавшейся у подножья обнажения, характер транспортировки продуктов выветривания и формы скопления на склоне;

г) изменение цвета пород, влажности, природной консистенции и т. д. в результате выветривания.

3.104. Результаты периодических обследований пунктов наблюдений сравниваются между собой и сопоставляются с гидрометеорологическими данными и данными других наблюдений (режимных гидрогеологических, наблюдений за изменением влажности грунта, за стоком и поглощением поверхностных вод и др.).

3.105. Основными данными гидрометеорологических наблюдений, которые необходимы для оценки влияния климата на интенсивность выветривания пород, являются:

а) амплитуда суточных колебаний температуры воздуха;

б) влажность воздуха;

в) суточное количество выпадающих атмосферных осадков;

г) испарение.

3.106. Наблюдения за работой льда при изучении выветривания состоят в исследовании разрушения пород замерзающей в трещинах водой. Наблюдения сопровождаются тщательными зарисовками и описанием.

Наблюдения за деятельностью подземных вод

3.107. Наблюдения за деятельностью подземных вод состоят в фиксировании мест и периодов появления ис-

точников на склоне и у его подошвы, в определении в местах выхода источников влажности и прочности грунта (в различные периоды деятельности источников), в периодическом определении выносимого подземными водами взвешенного (механическая суффозия) и растворенного (химическая суффозия) материала, в фиксировании изменений микрорельефа (опускание поверхности, образование конусов выноса и пр.).

При обнаружении механической суффозии необходимо определять количество и состав взвешенного материала.

Данные наблюдений зарисовываются, тщательно описываются и наносятся на топографический план.

3.108. *При полевых наблюдениях за оползневыми и* другими физико-геологическими процессами рекомендуется пользоваться работой Емельяновой Е. П. «Методическое руководство по стационарному изучению оползней».

СЪЕМКА СЕТЕЙ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ И ИЗУЧЕНИЕ РАЗМЕРОВ УТЕЧЕК ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И БЫТОВЫХ ВОД

3.109. Съемка подземных коммуникаций состоит в планово-высотной привязке подземных сетей, колодцев, сифонов, подземных емкостей и других элементов подземных сетей (переломы профиля, углы поворота, места присоединения и выпусков).

3.110. Плановая привязка подземных коммуникаций выполняется методом теодолитных ходов точности 1 : 1000 ÷ 1 : 2000.

3.111. На застроенных территориях положение подземных сетей и сооружений на них определяется линейными промерами от капитальной застройки.

3.112. Нивелирование подземных сооружений производится от пунктов нивелирной сети.

3.113. Съемка сопровождается обследованием состояния сооружений подземных водоводов, обмерами, составлением исполнительных чертежей и выделением сооружений, имеющих деформации и дающих утечки воды в грунт.

3.114. *Материалы съемки, в зависимости от насыщенности* подземными сетями, наносятся на топографические планы в масштабе 1 : 500 ÷ 1 : 2000.

Отчетные материалы съемки должны содержать пла-

ны и профили сетей, конструктивные планы и размеры емкостей колодцев и камер, поперечные разрезы каналов и коллекторов, каталог координат колодцев и углов поворота подземных сетей и пояснительную записку.

3.115. Для определения размеров утечек производственных вод следует изучить схему подачи и отвода воды и установить:

а) общее количество подаваемой на площадку воды;

б) суммарное потребление воды на производственные и бытовые нужды;

в) количество воды, отводимой за пределы площадки.

3.116. Для определения размеров утечек на характерных объектах следует также предусмотреть контрольные замеры расходов воды (с помощью водомеров или водосливов).

3.117. В местах, где сбразуется верховодка или наблюдается куполообразное повышение уровня грунтовых вод за счет утечек, организуются наблюдения за режимом подземных вод, для чего около каждого источника устраиваются одна-две наблюдательные скважины.

3.118. Работы по съемке сетей подземных коммуникаций и по определению размеров утечек производственных и бытовых вод выполняются с участием проектной организации.

СОСТАВЛЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ И РАЗРЕЗОВ

3.119. Инженерно-геологические карты и разрезы составляются по данным комплексной инженерно-геологической съемки соответствующего масштаба и всех выполненных в данном районе (или на данном участке) разведочных, опытных, лабораторных и прочих работ.

3.120. Основой для инженерно-геологичекой карты масштаба 1 : 10 000 должен служить топографический план масштаба 1 : 10 000 ÷ 1 : 5000, а для карты масштаба 1 : 2000 — план масштаба 1 : 2000 ÷ 1 : 1000.

3.121. Инженерно-геологическая карта по своему содержанию должна быть синтетической. Материалами для ее составления служат:

а) геологическая карта коренных пород с указанием их возраста, генезиса, литологии, а также тектонических нарушений;

б) геологическая карта четвертичных отложений с

указанием их возраста, генезиса, литологии (особое внимание должно быть уделено отображению различных генетических и возрастных комплексов склоновых отложений — делювиальных, оползневых, обвально-осыпных и др.);

в) гидрогеологическая карта, на которой должны быть показаны все естественные и искусственные выходы подземных вод, глубины залегания водоносных горизонтов, их тип, напор, статические или пьезометрические уровни и т. д.;

г) геоморфологическая карта с выделением различных генетических форм рельефа, генетических типов склонов, с выделением участков склона различной крутизны, нанесением оползней и пр.;

д) карта физико-геологических процессов, на которой должны быть показаны оползни, их типы, морфология, динамика (с использованием данных инструментальных наблюдений), осыпи, карст, растущие овраги и промоины, подмываемые участки берега, участки интенсивного смыва, данные о поверхностном стоке и пр.;

е) данные о физико-механических свойствах грунтов.

3.122. При составлении инженерно-геологической карты на топографическую основу соответствующего масштаба из всех вышеперечисленных карт переносят важнейшие, тщательно отобранные данные, характеризующие инженерно-геологическую обстановку района (участка). Инженерно-геологическая карта должна быть целенаправленна и легко читаться.

3.123. Все перечисленные в п. 3.121 карты прилагаются к инженерно-геологической карте как дополнительные и представляют с ней единое целое. Помимо них, в отдельных случаях следует составлять специальные карты более узкого содержания, например карту кровли коренных пород (в случаях, когда происходит сползание делювия по коренным породам), карту гидроизогипс или гидроизопьез (когда подземные воды являются одной из основных причин образования оползней), карту динамики оползней и др.

3.124. На инженерно-геологических разрезах должны быть отражены:

а) возраст, генезис, фациальная принадлежность и литологическая характеристика пород;

б) геоморфологические элементы;

в) гидрогеологические данные: глубина (отметка) появления подземных вод и их статических уровней по

скважинам, величина напора, водопроницаемость пород, а иногда и минерализация подземных вод;

г) место и глубина отбора образцов грунта и проб воды и основная инженерно-геологическая характеристика пород (природная влажность, консистенция, прочностные и деформативные свойства).

3.125. Инженерно-геологические карты должны читаться одновременно с инженерно-геологическими разрезами.

3.126. К инженерно-геологическим картам и разрезам прилагаются:

сводная геологическая (стратиграфо-литологическая) и инженерно-геологическая колонки;

условные обозначения.

3.127. На инженерно-геологических колонках должны быть отражены: номер слоя, номер инженерно-геологического элемента (указанного на инженерно-геологических разрезах), геологический индекс, литологическая характеристика грунта, данные о влажности, консистенции, объемном весе, сопротивлении сдвигу (в том числе нормативные и расчетные значения γ, φ и C).

4. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТОВ О РЕЗУЛЬТАТАХ ИЗЫСКАНИЙ

4.1. Отчеты о результатах изысканий на оползневых склонах должны быть комплексными, с обобщением и анализом данных всех выполненных на склоне (в районе) работ — съемочных, буровых, горнопроходческих, опытных, гидрогеологических, геофизических, лабораторных и других, в том числе и материалов исследований прежних лет.

Примечание. При выпуске отчета до окончания проводимых на склоне (в районе) длительных наблюдений: режимных гидрогеологических, гидрологических, наблюдений за изменением влажности пород по сезонам года и других — в нем обязательно должны быть использованы данные, уже полученные к моменту его составления. По окончании работ выпускаются дополнительные отчеты с анализом материала, собранного за весь период наблюдений.

4.2. Состав отчета об изысканиях, выполненных для обоснования схемы противооползневых мероприятий:

а) введение;

б) обзор материалов ранее выполненных работ;

в) сведения о составе, объеме и методике выполненных изыскательских работ;

г) общие сведения о районе исследований;
д) физико-географический очерк района;
е) геоморфологическая характеристика района;
ж) геологическое строение района;
з) гидрогеологические условия района;
и) описание физико-геологических процессов;
к) характеристика физико-механических свойств грунтов;
л) описание деформаций зданий и сооружений, а также имеющихся в районе противооползневых сооружений;
м) предварительные выводы об основных причинах образования оползней с выделением (в случае необходимости) участков различной устойчивости и рекомендации.

4.3. Состав отчета об изысканиях, выполненных для обоснования проектного задания противооползневых мероприятий:

а) введение;
б) обзор материалов ранее выполненных работ, в случае если не составлялся отчет для обоснования схемы противооползневых мероприятий;
в) сведения о составе, объеме и методике выполненных изыскательских работ;
г) физико-географический очерк;
д) геоморфологическая характеристика участка (а в отдельных случаях и района);
е) геологическое строение участка;
ж) гидрогеологические условия участка, а в случае если не составлялся отчет для обоснования схемы противооползневых мероприятий — то и района;
з) инженерно-геологические свойства грунтов;
и) характеристика развитых на склоне физико-геологических (и особенно оползневых) процессов;
к) характеристика расположенных в оползневой зоне зданий и сооружений и осуществленных на склоне противооползневых мероприятий, а также ведущихся строительных работ;
л) причины оползневой деятельности;
м) выводы и рекомендации.

В случае подмыва склона водотоком или водоемом приводятся также данные по гидрологии.

В отдельных случаях может возникнуть необходимость в дополнительных специальных главах, касаю-

щихся истории формирования рельефа, динамики оползней и др.

В ряде случаев, когда в одном и том же районе ведутся работы на многих площадках и район хорошо изучен, состав отчета может быть существенно сокращен за счет ряда общих глав и в отчете приводятся лишь главнейшие, определяющие оползневую обстановку, данные по общим вопросам, а характеристику инженерно-геологических свойств пород целесообразно совмещать с описанием геологического строения.

4.4. Состав отчета об изысканиях, выполненных для обоснования рабочих чертежей:

а) введение;

б) характеристика проектируемых противооползневых мероприятий;

в) сведения о составе, объеме и методике выполненных изыскательских работ;

г) характеристика динамики оползневых процессов за период, истекший с момента окончания изысканий на стадии проектного задания и до изысканий на стадии рабочих чертежей;

д) результаты проводившихся на склоне различных длительных наблюдений;

е) уточненная характеристика оползнеобразующих факторов;

ж) характеристика инженерно-геологических условий по трассам запроектированных противооползневых сооружений;

з) выводы.

4.5. В случае одностадийного проектирования в состав отчета должны входить главы, содержащие общие сведения об участке изысканий и сведения, определяющие оползневую обстановку на склоне, а также главы, в которых приводятся конкретные данные о физико-механических свойствах грунтов и гидрогеологических условиях с детальностью, соответствующей стадии рабочих чертежей.

4.6. Детальность освещения отдельных вопросов в отчетах должна отвечать стадии проектирования и задачам, поставленным перед изысканиями на каждой стадии.

Во «Введении» на всех стадиях должны быть приведены: основание для проведения изысканий, заказчик, история вопроса, поставленные перед изысканиями за-

дачи, сроки проведения полевых, лабораторных и камеральных работ, исполнители.

«Обзор материалов ранее выполненных работ» должен содержать их критическую оценку.

В главе «Общие сведения» о районе исследований приводятся: географическое и административное положение района (участка), ближайшие населенные пункты, промышленные предприятия, железнодорожные станции, дороги и др., а также характеристика объекта, подлежащего противооползневой защите.

В отчетах, предназначенных для обоснования схемы и проектного задания противооползневых мероприятий, дается подробная физико-географическая характеристика района (рельефа, гидрографической сети, климата, растительности). На стадии рабочих чертежей необходимость в уточнении этих данных возникает лишь в связи с обоснованием каких-либо конкретных дополнительных выводов.

В главе «Геоморфологическая характеристика района (участка)» большое внимание должно быть уделено описанию геоморфологии долины (если оползни возникли на ее склоне), в котором важнейшее место занимает характеристика речных террас (их количество, возраст, высота над уровнем реки, состав террасовых отложений и их мощность, высота и форма древних эрозионных поверхностей). Во всех случаях приводится морфология коренных (не затронутых оползневыми деформациями) и оползневых склонов и, в частности, морфология каждого из развитых на них оползней с подробностью, соответствующей стадии проектирования.

Описание геологического строения должно включать данные о стратиграфической и фациальной принадлежности пород, их генезисе, литологической характеристике и условиях залегания, а также характеристику тектоники, в частности, особенностей, влияющих на оползневые процессы (наклон слоев, направление, протяженность и падение тектонических трещин, линий тектонических разломов, надвигов и т. д.).

Особое внимание уделяется стратиграфии новейших отложений долины и склона, а также неотектонике.

Характеристику пород следует давать в стратиграфической последовательности (от более древних к более молодым).

В главе «Гидрогеологические условия участка (района)» дается характеристика отдельных водоносных го-

ризонтов, условий их питания, дренирования и стока, напорных свойств, направления движения, водообильности, режима уровней и химического состава, взаимосвязи отдельных водоносных горизонтов, их связи с поверхностными водами и пр.

В случае если в процессе работ было выявлено подпитывание подземных вод промышленными и хозяйственными водами, приводятся все необходимые сведения об этих источниках обводнения склона.

В случае если проводились специальные гидрологические исследования на водоемах и водотоках, приводятся данные указанных исследований.

Дается оценка отдельных составляющих водного баланса склона.

В главе «Инженерно-геологическая характеристика грунтов» в той же последовательности, что и в главе «Геологическое строение», дается характеристика пород по результатам их лабораторных и полевых исследований (с выделением инженерно-геологических элементов и указанием для каждого из них нормативных значений объемного веса и расчетных значений показателей прочности пород), а также соображения об изменении с течением времени их свойств. На стадии рабочих чертежей дается уточненная характеристика грунтов на участке каждого сооружения.

В специальных главах приводится характеристика имеющих место в районе (на участке) оползневых, обвальных, эрозионных, просадочных и других процессов. Особое внимание уделяется современным оползням, для которых приводятся: детальная морфология, описание трещин, размеры, типы оползней, механизм и скорость смещения, стадия развития, а также анализ причин, вызвавших оползни. Приводятся результаты визуальных и инструментальных наблюдений за оползневыми и другими процессами. При наличии древних оползней указывается их возраст и дается прогноз поведения. Приводится характеристика имеющихся на склоне (в районе) противооползневых сооружений с оценкой их эффективности, а также подробно описывается характер деформаций зданий и сооружений.

В «Выводах» необходимо изложить главнейшие результаты исследований и рекомендации по противооползневой защите склона. На стадии проектного задания должны быть даны расчетные геологические схемы оползней, указаны непосредственные причины их воз-

никновения, дан прогноз дальнейшего развития оползневого процесса. На стадии проектного задания и рабочих чертежей следует обязательно привести рекомендуемые для расчетов значения показателей физико-механических свойств грунтов.

4.7. Отчеты в обязательном порядке иллюстрируются: фотографиями и зарисовками оползней (отдельных их деталей), деформаций зданий и сооружений, характерных обнажений, геоморфологических элементов долины или склона и др.

4.8. Основные приложения к отчетам для обоснования схемы противооползневых мероприятий:

а) обзорная карта района исследований;

б) карта фактического материала (в масштабе 1 : 25 000 ÷ 1 : 5000);

в) инженерно-геологическая карта района (в масштабе 1 : 10 000 или 1 : 25 000), а также дополнительные геологическая, гидрогеологическая, геоморфологическая и другие карты;

г) схематические инженерно-геологические разрезы по створам, пересекающим склон в характерных местах;

д) инженерно-геологическая колонка района;

е) геологические колонки скважин, развертки шурфов, зарисовки канав и расчисток;

ж) систематизированная сводная ведомость показателей физико-механических свойств пород и химического состава подземных вод;

з) сводная ведомость разведочных выработок.

4.9. Основные приложения к отчетам на стадии проектного задания:

а) обзорная карта района;

б) топографический план участка (в масштабе 1 : 2000 ÷ 1 : 1000, а в отдельных случаях — и более крупном), с нанесением фактического материала;

в) инженерно-геологическая карта участка в масштабе 1 : 2000 и дополнительные карты: геологическая карта коренных пород (при необходимости с рельефом их кровли), геологическая карта четвертичных отложений, гидрогеологическая карта, карта пьезоизогипс, карта физико-геологических процессов и пр.;

г) инженерно-геологические разрезы по пересекающим склон створам в неискаженном масштабе[1] (с важ-

[1] Эти разрезы являются геологической основой для расчета устойчивости откоса.

нейшими результатами всех выполненных работ, в том числе геофизических исследований, лабораторных и полевых исследований свойств грунтов, инструментальных наблюдений за физико-геологическими процессами и др.), которые помещаются непосредственно на разрезе и инженерно-геологической колонке;

д) инженерно-геологическая колонка участка;

е) топографические планы повторных съемок, выполненных в процессе наблюдений за оползневыми подвижками, за процессом абразии (эрозии) и пр.;

ж) геологические колонки скважин, развертки шурфов, зарисовки канав и расчисток;

з) систематизированная сводная ведомость результатов лабораторных и полевых исследований физико-механических свойств грунтов;

и) графики рассеяния показателей физико-механических свойств грунтов, графики зависимости прочностных свойств грунтов от их состава и состояния и т. д.;

к) результаты исследования шлифов пород, химического состава водных и солянокислых вытяжек;

л) сводная ведомость результатов исследований химического состава подземных и поверхностных вод;

м) графики колебаний уровней подземных вод, а также горизонтов воды в водоемах и водотоках за период наблюдений, предшествующий выпуску отчета;

н) листы обработки результатов опытных откачек;

о) сводная ведомость пройденных на данной стадии разведочных выработок.

Примечание. В случае если на стадии проектного задания производилась инженерно-геологическая съемка в масштабе 1 : 10 000 или 1 : 25 000, помимо вышеуказанных материалов, к отчету прилагается также инженерно-геологическая карта указанных масштабов.

4.10. Основные приложения к отчетам на стадии рабочих чертежей:

а) топографические планы площадок и полос вдоль трасс противооползневых сооружений в масштабе 1 : 1000 ÷ 1 : 500;

б) уточненная инженерно-геологическая карта в масштабе 1 : 2000*;

в) инженерно-геологические разрезы по трассам и участкам запроектированных противооползневых сооружений, а также по пересекающим склон створам с ре-

* Прилагается по усмотрению инженера-геолога.

зультатами инструментальных наблюдений за оползневыми процессами за весь период наблюдений;

г) уточненная инженерно-геологическая колонка;

д) геологические колонки скважин и развертки шурфов;

е) графики колебаний уровней подземных вод, а также горизонтов воды в водоемах и водотоках за весь период наблюдений;

ж) листы обработки данных опытных гидрогеологических работ;

з) сводная ведомость результатов исследования физико-механических свойств грунтов лабораторными и полевыми методами;

и) графики рассеяния показателей физико-механических свойств грунтов (с привлечением материала всех ранее выполненных исследований);

к) ведомость результатов исследования химического состава подземных и поверхностных вод;

л) топографические планы повторных съемок;

м) сводная ведомость пройденных на данной стадии разведочных выработок.

ПОЯСНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОПОЛЗНЕВЫХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

Бровка срыва оползня — верхняя граница ложа оползня или линия, по которой произошел отрыв оползня от коренного массива.

Вал выпирания — вал, образовавшийся в подножье оползневого склона за счет выдавливания пород при оползневом процессе.

Голова оползня — верхняя часть тела оползня.

Зона оползневого смещения — это зона перемятых пород вдоль контакта оползневого тела с несмещенными породами.

Инженерно-геологический элемент — это не подлежащие более дробному расчленению пласт, линза или иной формы геологическое тело, в пределах которого грунт характеризуется примерно одинаковыми текстурой, структурой, минералогическим составом, физическим состоянием и прочностью. В пределах каждого инженерно-геологического элемента физико-механические свойства пород для практических целей можно считать однородными, что позволяет обобщать показатели этих свойств.

Инженерно-геологическая колонка — это построенный на основе сводной геологической колонки района (участка, площадки) чертеж, на котором, помимо геологических данных (возраста, генезиса, литологической характеристики и мощности отложений), дается подразделение пород на инженерно-геологические элементы и приводятся основные данные о физико-механических свойствах грунта (влажности, консистенции, объемном весе, сопротивление сдвигу) для каждого из них.

Коэффициент устойчивости склона — отношение действующих в склоне сил сопротивления перемещению масс пород и активных сдвигающих сил.

Ложе оползня — поверхность несмещенных пород, на которой лежит тело оползня.

Межоползневой гребень — участок несмещенных пород, разделяющий два оползневых цирка.

Оползень — смещение (скольжение) на склоне, под действием силы тяжести, земляных масс без потери контакта между смещающейся и неподвижной частью.

Оползневой блок — массив сместившихся по склону пород, в пределах которого сохранилась последовательность напластования пород, основные черты их структуры и текстуры.

Оползневая западина — понижение на поверхности тела оползня, иногда заполненное водой.

Оползневая зона — территория, охватывающая оползневой участок и прилегающие к нему несмещенные участки за бровкой склона и у его подножья.

Оползневые накопления — сместившиеся в результате оползневых подвижек горные породы.

Оползневой район — значительная по площади территория, в пределах которой на склонах развиты оползневые процессы.

Оползневой склон — склон, на котором проявляется оползневая деятельность.

Оползневая ступень — площадка на оползневом склоне, образовавшаяся при опускании тела оползня или его части.

Оползневой участок — часть склона, непосредственно затронутая оползневыми подвижками.

Оползневой цирк — углубление, образовавшееся в склоне (откосе) в результате оползневых смещений.

Оползневые трещины — трещины, образующиеся на склоне (откосе) в результате оползневых деформаций.

Причина оползня — это фактор или сумма факторов, которые непосредственно вызывают конкретное оползневое смещение.

Склон — наклонный участок земной поверхности, образовавшийся под действием внешних (экзогенных) или внутренних (эндогенных) природных факторов, изменяющих формы рельефа поверхности земли.

Стенка срыва оползня (или надоползневой уступ) — верхняя часть ложа оползня, обнажившаяся в результате смещения тела оползня.

Тело оползня — оползшая масса горных пород.

Факторы оползнеобразования (по Емельяновой Е. П.) — процессы, вызывающие уменьшение коэффициента устойчивости оползневого склона.

Фации оползневых накоплений (по Золотареву Г. С.):

а) фация оползней сплывов и потоков (деляпсивная — dp_sQ);

б) фация раздробленных пачек и блоков (dp_bQ);

в) фация смещенных массивов (dp_mQ);

г) фация зоны оползневого скольжения (перемятия или раздавливания — dp_rQ);

д) фация зон выдавливания (детрузивная — dp_iQ);

е) фация сложных оползней (смешанная — dp_xQ);

Язык оползня — нижняя часть тела оползня, надвинувшаяся на недеформированную часть склона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПО МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Инженерно-геологическая съемка

1. Золотарев Г. С. К методике инженерно-геологического изучения береговых склонов. Оползни и борьба с ними. Труды Северо-Кавказского научно-производственного семинара по изучению оползней и опыта борьбы с ними. Ставропольское книжное издательство, 1964.

2. Коломенский Н. В. Методические указания по изучению процессов выветривания горных пород для инженерно-геологических целей. Госгеолиздат, М., 1963.

3. Кригер Н. И. Трещиноватость и методы ее изучения при гидрогеологической съемке. Металлургиздат, М., 1951.

4. Нейштадт Л. И. Методы геологического изучения трещиноватости горных пород при инженерно-геологических исследованиях. Госэнергоиздат, М., 1957.

5. Попов И. В. Инженерная геология. 2 издание. Изд. МГУ, М., 1959.

6. Соколов Д. С. Инженерно-геологическая съемка при гидроэнергетическом строительстве. Госэнергоиздат, М.—Л., 1947.

7. Тер-Степанян Г. И. О классификации оползневых трещин. Изв. АН Арм. ССР, № 10, 1946.

Топографическая съемка

8. Лобанов А. И. Фототопография. Наземная стереофотограмметрическая съемка. 2-е переработанное и дополненное издание. Геодезиздат, М., 1960.

Буровые и горнопроходческие работы

9. Инструкция по полевой документации буровых скважин и горных выработок при инженерно-геологических изысканиях. Госэнергоиздат, М., 1956.

10. Рзаева М. К., Гун В. Я., Горшков Ю. В. Изоляция водоносных горизонтов при инженерно-геологических и гидрогеологических изысканиях. Материалы по проектированию сложных фундаментов и оснований по производству изысканий, № 5, ЦБТИ, М., 1964.

Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов

11. Ломтадзе З. Д. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств песчаных и глинистых грунтов. Госгеолиздат, М., 1952.

12. Руководство по лабораторному определению физико-механических характеристик грунтов при устройстве оснований сооружений. Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, М., 1956.

13. Чаповский Е. Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов. Госгеолтехиздат, М., 1958.

Полевые исследования свойств грунтов

14. Методические указания по определению сопротивления грунтов сдвигу в скважинах. М., 1961.

15. Трофименков Ю. Г., Воробков Л. Н., Смирницкий А. И., Бенедиктов А. А. Полевые методы исследования строительных свойств грунтов. Издательство литературы по строительству, М., 1964.

Геофизические исследования

16. Азими Ш. А., Огильви А. А. Применение микросейсмической разведки при изучении оползней. Тезисы доклада от 26/XII 1961 г. Бюллетень Моск. о-ва испытателей природы, т. 67, Отд. геол., т. 37, вып. 4, 1962.

17. Азими Ш. А., Огильви А. А. Опыт применения одноканальной сейсмической установки при инженерно-геологических исследованиях. Разведка и охрана недр, № 4, Изд. Недра, М., 1964.

18. Вендельштейн Б. Ю. Альбом номограмм и палеток для интерпретации данных геофизических методов исследования скважин. Гостоптехиздат, М., 1963.

19. Горелик А. М. Об интерпретации кривых электрического зондирования при поисках воды на небольших глубинах. Изд. АН СССР, Сер. геофиз., № 4. 1955.

20. Горелик А. М., Нестеренко И. П., Постовалов А. А., Ряполова В. А. Электроразведка источников водоснабжения. М., 1956.

21. Гринбаум И. И. Геофизические методы определения фильтрационных свойств горных пород. Изд. Недра, М., 1965.

22. Гурвич И. И. Сейсморазведка. Изд. Недра, М., 1964.

23. Дахнов В. Н. Электрическая разведка нефтяных и газовых месторождений. Гостоптехиздат, М.—Л., 1953.

24. Дахнов В. Н. Промысловая геофизика. Гостоптехиздат, М., 1959.

25. Заборовский А. И. Электроразведка. Гостоптехиздат, М., 1963.

26. Инструкция по электроразведке. Часть I. Госгеолтехиздат, М., 1961.

27. Инструкция по сейсморазведке. Госгеолтехиздат, М., 1962.

28. Каленов Е. Н. Интерпретация кривых вертикального электрического зондирования. Гостоптехиздат, М., 1957.

29. Левшин А. Л. Определение уровня грунтовых вод сейсмическими методами. Изв. АН СССР, серия геофизическая, № 9, 1961.

30. Матвеев Б. К. Геофизические методы изучения движения подземных вод. Госгеолтехиздат, 1963.

31. Огильви А. А. Геофизические методы исследований. Изд. МГУ, М., 1962.

32. Огильви А. А., Хмелевской В. К. Сборник задач и упражнений по курсу электроразведки. Изд. МГУ, М., 1964.

33. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах. Госгеолтехиздат, М., 1963.

34. Якубовский Ю. В., Ляхов Л. Л. Электроразведка, Госгеолтехиздат, М., 1956.

Опытные гидрогеологические работы

35. Инструкции по определению коэффициентов фильтрации водоносных пород методом опытных откачек из скважин (И 28—53). Госэнергоиздат, М.—Л., 1955.

36. Скабаллонович И. А. Методика опытных откачек. Госгеолтехиздат, М., 1960.

Наблюдения за режимом подземных вод

37. Методическое руководство по изучению режима подземных вод. Госгеолтехиздат, М., 1954.

38. Руководящие указания по наблюдениям за режимом подземных вод (РУ 6—52). 2-е издание. Госэнергоиздат, М.—Л., 1952.

Полевые наблюдения за оползневыми и другими физико-геологическими процессами

39. Емельянова Е. П. Методическое руководство по стационарному изучению оползней. Госгеолиздат, М., 1956.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Общие положения	3
2. Определение состава и объемов изыскательских работ	6
Изыскания для обоснования схемы противооползневых мероприятий	—
Изыскания для обоснования проектного задания	10
Состав изыскательских работ	11
Инженерно-геологическая съемка	12
Топографическая съемка	13
Буровые и горнопроходческие работы	—
Отбор образцов грунтов для лабораторных исследований	15
Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов	17
Полевые испытания свойств грунтов	20
Геофизические исследования	21
Опытные гидрогеологические работы	22
Режимные гидрогеологические наблюдения	23
Лабораторные исследования химического состава подземных и поверхностных вод	24
Полевые наблюдения за оползневыми и другими физико-геологическими процессами	25
Метеорологические и гидрологические наблюдения	30
Изыскания для обоснования рабочих чертежей	31
3. Указания по методике проведения отдельных видов изыскательских работ	32
Сбор, систематизация и анализ материалов исследований прежних лет	33
Рекогносцировочное обследование района (участка)	—
Инженерно-геологическая съемка	34
Топографическая съемка	38
Буровые и горнопроходческие работы	39
Отбор образцов грунта для лабораторных исследований	41
Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов	43
Полевые испытания свойств грунтов	46
Обработка результатов исследования свойств грунтов лабораторными и полевыми методами	48

Стр.
Геофизические исследования 52
Опытные гидрогеологические работы 53
Наблюдения за режимом подземных вод . . . . . —
Полевые наблюдения за оползневыми и другими физико-геологическими процессами 55
Съемка сетей подземных коммуникаций и изучение размеров утечек производственных и бытовых вод 61
Составление инженерно-геологических карт и разрезов . 62
4. Состав и содержание отчетов о результатах изысканий . 64
Приложение. Пояснение отдельных оползневых и инженерно-геологических терминов 72
Список литературы по методике проведения отдельных видов изыскательских работ 75

ГПИ ФУНДАМЕНТПРОЕКТ
РУКОВОДСТВО ПО ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ В ОПОЛЗНЕВЫХ РАЙОНАХ

* * *

Стройиздат
Москва, Третьяковский проезд, д. 1

* * *

Редактор издательства Л. Н. Кузнецова
Технический редактор К. Е. Тархова
Корректор И. А. Зайцева

Сдано в набор 9/III—1966 г. Подписано к печати 7/V—1966 г.
Т-07219. Бумага 84×108¹/₃₂ д. л.—1,25 бум. л. 4,2 усл. печ. л. (уч.-изд. л.—4,35).
Тираж 6.500 экз. Изд. № XII-425. Зак. № 129. Цена 23 коп.

Подольская типография Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
г. Подольск, ул. Кирова, д. 25.

gost.e-ecolog.ru