

Система нормативных документов в строительстве

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

СТРОИТЕЛЬСТВО ОБЪЕКТОВ НА СКЛОНАХ

ТСН 12-301-04
ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

издание официальное

Администрация Пермской области

Пермь 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Разработаны: Пермским государственным техническим университетом – головная организация (Руководитель работы - член-корр. РАН, профессор, доктор техн. наук Бартоломей А.А.; доктор техн. наук Пономарев А.Б., кандидаты техн. наук Бартоломей Л.А., Маковецкий О.А., Офрихтер В.Г., инженеры Захаров А.В., Цидвинцева М.С.).

В подготовке принимали участие: доктор техн. наук Богомолов А.Н. (Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет); доктор техн. наук Готман А.Л. (БашНИИстрой, Уфа), кандидат техн. наук А.В. Савинов (НППП «Геотехника-СПИ», г. Саратов); Генелис М.И., Овчинников П.А. (Управление инженерной защиты г. Саратов); Чудоносов Д.В. (Саратовский филиал ЗАО «ДАР/ВОДГЕО»).

2. Приняты и введены в действие приказом №33-од от 29.12.2004 Комитета строительства, архитектуры и градостроительства Пермской области.

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения администрации Пермской области

Система нормативных документов в строительстве

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

СТРОИТЕЛЬСТВО ОБЪЕКТОВ НА СКЛОНАХ

ТСН 12-301-04
ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

издание официальное

Администрация Пермской области

Пермь 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Разработаны: Пермским государственным техническим университетом – головная организация (Руководитель работы - член-корр. РАН, профессор, доктор техн. наук Бартоломей А.А.; доктор техн. наук Пономарев А.Б., кандидаты техн. наук Бартоломей Л.А., Маковецкий О.А, Офрихтер В.Г., инженеры Захаров А.В., Цидвинцева М.С.).

В подготовке принимали участие: доктор техн. наук Богомолов А.Н. (Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет); доктор техн. наук Готман А.Л. (БашНИИстрой, Уфа), кандидат техн. наук А.В. Савинов (НППП «Геотехника-СПИ», г. Саратов); Генелис М.И., Овчинников П.А.(Управление инженерной защиты г. Саратов); Чудоносов Д.В. (Саратовский филиал ЗАО «ДАР/ВОДГЕО»).

2. Приняты и введены в действие приказом №33-од от 29.12.2004 Комитета строительства, архитектуры и градостроительства Пермской области.

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения администрации Пермской области

Система нормативных документов в строительстве

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

СТРОИТЕЛЬСТВО ОБЪЕКТОВ НА СКЛОНАХ

ТСН 12-301-04
ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ

издание официальное

Администрация Пермской области

Пермь 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Разработаны: Пермским государственным техническим университетом – головная организация (Руководитель работы - член-корр. РАН, профессор, доктор техн. наук Бартоломей А.А.; доктор техн. наук Пономарев А.Б., кандидаты техн. наук Бартоломей Л.А., Маковецкий О.А, Офрихтер В.Г., инженеры Захаров А.В., Цидвинцева М.С.).

В подготовке принимали участие: доктор техн. наук Богомолов А.Н. (Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет); доктор техн. наук Готман А.Л. (БашНИИстрой, Уфа), кандидат техн. наук А.В. Савинов (НППП «Геотехника-СПИ», г. Саратов); Генелис М.И., Овчинников П.А.(Управление инженерной защиты г. Саратов); Чудоносов Д.В. (Саратовский филиал ЗАО «ДАР/ВОДГЕО»).

2. Приняты и введены в действие приказом №33-од от 29.12.2004 Комитета строительства, архитектуры и градостроительства Пермской области.

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения администрации Пермской области

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1. Область применения.
2. Основные термины и определения.
3. Общие положения
4. Классификация оползневых явлений.
5. Особенности инженерно-геологических изысканий на оползнеопасных участках.
6. Расчет устойчивости природных и искусственных склонов.
7. Проектирование зданий и инженерных сооружений на оползнеопасных склонах.
8. Обеспечение устойчивости на склоновых территориях. Инженерная подготовка территории.
9. Особенности технологии и организации работ.
10. Геотехнический контроль и мониторинг оползневых территорий.
11. Определение геотехнической категории объекта строительства.

Приложения:

1. Оценка устойчивости склона.
2. Методика определения сдвиговых, компрессионных и реологических характеристик
3. Особенности геологической среды г. Перми.
4. Перечень основных нормативных документов.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий нормативный документ разработан с целью обеспечения возможности надежного проектирования и строительства зданий и сооружений, расположенных на склонах и бортах оврагов и логов, с учетом особенностей работы грунтового основания в сложных инженерно-геологических условиях.

Учет изменения геологической обстановки и современные методы расчета устойчивости склонов, как мгновенной, так и длительной, позволяют наиболее рационально использовать неудобные в градостроительном отношении территории.

Анализ устойчивости откосов играет весьма важную роль в промышленном, гражданском и транспортном строительстве и выполняется при разработке природных ресурсов (открытых горных выработок, хранилищ отходов и земляных плотин), а также во многих других сферах инженерной деятельности, касающихся возведения сооружений и создания выемок. Разрушение откосов таких объектов вызывается движениями в пределах искусственной насыпи, в естественном склоне или в тех или иных условиях одновременно в обоих местах. Эти движения обычно изучаются с двух различных точек зрения. Геологи рассматривают явления движения как природный процесс и изучают причины их возникновения, их развитие и окончательные формы поверхности. Инженеры исследуют надежность сооружения, основываясь на законах механики грунтов, и разрабатывают методы надлежащей оценки устойчивости откосов, а также необходимые мероприятия по контролю и стабилизации откосов. Наилучший результат по изучению устойчивости, может быть, достигнут только на основе сочетания этих двух подходов. Количественное определение устойчивости откосов методами механики грунтов должно основываться на детальном изучении геологического строения участка, а также геоморфологической истории развития земной поверхности.

Основные положения настоящих ТСН основываются на законодательных и нормативных документах Российской Федерации и Пермской области.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящие нормы разработаны для г. Перми и Пермской области в соответствии с требованиями главы СНиП 10-01-94 как дополнение и развитие федеральных нормативных документов в строительстве (главы СНиП 2.02.01-83*, СНиП 2.01.15-90), а в части сооружений, для которых нет федеральных норм проектирования, использован опыт организаций-разработчиков норм, накопленный в последние годы при оценке устойчивости различного рода склонов в гг. Пермь, Волгоград, Саратов, Уфа и распространяются на проектирование оснований и фундаментов вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений.

1.2. Проектирование и инженерные изыскания для проектирования должны выполняться специализированными организациями, имеющими лицензию.

1.3. Нормы рекомендуются для всех организаций, независимо от форм собственности и принадлежности, осуществляющих деятельность в области строительства в г. Перми и Пермской области. Нормы становятся обязательными для применения, если в договоре (контракте) или распорядительном документе на выполнение работ предусмотрены соответствующие указания со ссылкой на настоящий документ.

1.4. Выбор оснований (естественное, искусственное) и типов фундаментов зданий и сооружений на оползнеопасных территориях должен проводиться с использованием вариантного проектирования, расчетов и сопоставления по технико-экономическим показателям.

1.5. Целью норм является: повышение надежности и экономичности устройства оснований, фундаментов зданий и сооружений, расположенных на склонах и оврагах.

2. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящих нормах применяют следующие термины с соответствующими определениями:

опасное геологическое явление (ОГЯ): По ГОСТ Р 22.0.03;

мониторинг опасных геологических явлений: Система мероприятий по определению возможности возникновения, развития опасных геологических процессов и явлений, их характера, масштабов и продолжительности, вероятности возникновения природных чрезвычайных ситуаций, а также возможных последствий в зоне их воздействия.

прогнозирование опасных геологических явлений: Определение вероятности возникновения и динамики развития опасных гидрологических процессов и явлений, оценка их масштабов и риска возникновения чрезвычайных ситуаций

оползень: По ГОСТ Р 22.0.03;

обвал: По ГОСТ Р 22.0.03;

эрозия овражная: Процесс сосредоточенного (линейного) размыва слабоводостойких пород, сопровождающийся оврагообразованием;

овраг: Крутосклонная долина, часто разветвленная, образовавшаяся в результате активной деятельности временных водных потоков;

эрозия: Процесс разрушения горных пород водными потоками;

экзогенные геологические процессы: Обусловлены экзодинамическим преобразованием горных пород, происходящим на поверхности Земли и в приповерхностном слое — в зоне действия факторов выветривания, эрозии, склоновых и береговых деформаций, вызванные в большей части внешними по отношению к литосфере силами (солнечной энергией, атмосферными, гидросферными, гравитационными);

удерживающие противооползневые сооружения - сооружения, воспринимающие оползневое давление смещающихся или способных сместиться грунтовых масс и обеспечивающие устойчивость всего оползневого массива или его части, расположенные выше удерживающего сооружения; сооружения, работающие в условиях обтекания их грунтом (отдельные глубокие опоры).

3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. Нормами предусматривается, что должны быть удовлетворены следующие требования:

- собраны необходимые для проектирования данные;
- проектирование производится квалифицированными специалистами;
- установлена непрерывная взаимосвязь между изыскателями, проектировщиками и строителями;
- установлен необходимый контроль на площадке строительства;
- строительные работы осуществляются обученным персоналом;
- используемые материалы удовлетворяют техническим условиям;
- сооружение будет нормально эксплуатироваться;
- сооружение будет использовано для условий, предусмотренных в проекте.

3.2. Требования п.3.1 должны быть удовлетворены полноценными изысканиями для проектирования, оценки грунтов, выбором соответствующих методов возведения, а также установлением методов контроля при производстве строительных работ и эксплуатации сооружения.

3.4. Инженерные изыскания для строительства должны проводиться в соответствии с требованиями нормативных документов на изыскания и исследования строительных свойств грунтов и главой настоящих норм.

3.5. Результаты инженерных изысканий должны содержать данные, необходимые для обоснованного выбора типа основания и фундаментов, с учетом прогноза возможных изменений (в процессе строительства и эксплуатации) инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства, а также оценки влияния строительства на соседние сооружения.

3.6. Проектирование оснований и типов фундаментов зданий и сооружений на оползнеопасных территориях без полного комплекса инженерно-геологических изысканий не допускается. В районах подработок и горных выработок обязательно использование данных маршейдерской съемки и бурения разведочных скважин на глубину не менее 30 м.

3.7. При проведении инженерно-геологических изысканий необходимо отбирать грунты с учетом последующего определения в лабораторных условиях реологических характеристик грунтов.

3.8. В проектах повышенного уровня ответственности, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях, следует предусматривать: научное сопровождение проектирования и строительства; установку необходимых приборов и приспособлений для проведения натуральных измерений деформаций как строящихся и реконструируемых, так и расположенных вблизи зданий и сооружений и поверхности территории вокруг них.

3.9. Стадии проектирования должны устанавливаться заказчиком и генеральным проектировщиком в зависимости от сложности инженерно-геологических условий, уровня ответственности проектируемого объекта и сроков строительства.

3.10. При проектировании ответственных зданий и сооружений на оползнеопасных территориях необходимо вести геодезические измерения осадок и смещений фундаментов и надземных частей в процессе строительства и эксплуатации.

4. КЛАССИФИКАЦИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ

4.1. Оползневые явления подразделяют в соответствии с формой разрушения, видом движущихся материалов, возрастом или стадией развития. Выделяют пять основных групп оползневых явлений: обвалы, опрокидывания, оползни скольжения, оползни выдавливания и потоки. Шестая группа - сложные движения - включает комбинацию двух и более из вышеуказанных пяти типов. Классификация оползневых явлений приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Классификация оползневых явлений

Тип явления		Тип материала		
		Скальные породы	Грунты	
			Преимущественно крупнообломочные	Преимущественно дисперсные
Обвалы		Обвал скальных пород	Обрушение обломочного материала	Обрушение земляных масс
Опрокидывание		Опрокидывание скальных пород	Опрокидывание обломочного материала	Опрокидывание земляных масс
Оползни скольжения	Вращательные	Несколько блоков	С вращением скальных пород	С вращением обломочных материалов
	Трансляционные		С вращением скальных пород	С вращением земляных масс
		Множество блоков	Смещение блоков скальных пород	Смещение блоков обломочного материала
Оползни выдавливания		Скольжение скальных пород по плоскости	Скольжение обломочного материала по плоскости	Скольжение земляной массы по плоскости
Оползни - потоки		Смещение скальных пород по менее прочным с выпором	Смещение скальных пород по менее прочному с выпором	Смещение скальных пород по менее прочной с выпором
Сложные оползни		Скальные массивы с явлениями ползучести (глубинный крип)	Поток обломочного материала (ползучесть грунта)	Поток земляной массы (ползучесть грунта)
		Сочетание 2-х или более основных типов явления		

4.2. На основе определения формы движения склонов на стадии проектирования определяют метод расчета устойчивости склонов и необходимые противооползневые мероприятия.

4.3. Стадии склоновых явлений можно подразделить на начальную, активную и затухающую. На начальной стадии появляются первые признаки нарушения равновесия, а в верхней части склона — заколы. На активной стадии возникает движение ослабленной массы и происходит оползание склона. На стадии затухания оползневые накопления временно создают условия равновесия.

5. ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ УЧАСТКАХ.

5.1. Здания и сооружения на оползневых участках должны проектироваться на основании тщательно проведенных комплексных топографических, инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, а также исследований физико-механических свойств грунтов площадки строительства согласно рабочей программе в объеме, предусмотренном СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», согласованной с ОАО «ВерхнекамТИСИЗ».

5.2. Инженерно-геологические изыскания, проводимые для определения величин оползневого давления, должны быть выполнены с учетом особенностей, связанных с получением достоверных данных по геологическому строению оползневого склона, по гидрогеологическому условию оползневого участка, по физико-механическим свойствам грунтов подстилающей толщи и оползневого тела в их естественном состоянии.

5.3. В комплекс инженерных изысканий, проводимых на оползневых участках для обоснования проектных решений входят:

а) топогеодезические изыскания, в результате выполнения которых должно быть создано высотно-плановое съемочное обоснование, получены топографические планы оползневого участка в масштабе 1:500, на основе которых должны быть вынесены в натуру все запроектированные разведочные выработки, точки геологических и геофизических опробований и точки стационарных наблюдательных станций;

б) инженерно-геологические изыскания, включающие в себя инженерно-геологическую рекогносцировку, инженерно-геологическую съемку, инженерно-геологическую разведку и инженерно-геологическое опробование.

В) гидрогеологические изыскания, проводимые на оползневых участках с целью получения данных об уровнях грунтовых вод, гидравлическом градиенте, коэффициенте фильтрации, направлений движения подземных вод, режиме подземных вод и скорости фильтрации.

5.4. В результате выполнения инженерно-геологических изысканий на оползневых участках должны быть получены материалы, позволяющие с заданной точностью установить контур оползневого тела, как по глубине залегания, так и по площади его распространения, литологические разрезы и состав грунтов оползневого тела и подстилающей толщи, а также их прочностные и деформативные характеристики;

5.5. Важнейшими материалами, получаемыми в результате проведения инженерно-геологических изысканий на оползневых участках, являются план подстилающей поверхности оползня (план поверхности скольжения оползня) и расчетные значения физико-механических свойств грунтов. Эти материалы являются исходными, на основе которых выполняются все последующие расчеты по оценке устойчивости оползневых склонов и по определению оползневого давления на заглубленные сооружения.

5.6. Точность определения оползневого давления в каждой точке оползневого массива, прежде всего, зависит от точности построения плана поверхности скольжения оползня. Для получения величины оползневого давления с точностью до 1 кН поверхность скольжения оползня должна быть получена с одинаковой точностью топографической поверхности оползневого участка, полученной крупномасштабной топографической съемкой (1:500).

5.7. Наиболее рациональным следует считать проведение инженерно-геологических изысканий на оползневых участках методом постепенного сгущения сети разведочных выработок. Для этого сначала выполняют проходку в редкой сети опорных выработок в виде шурфов, дюдок и скважин колонкового бурения с отбором проб грунта, а затем сгущают сеть выработок более высокопроизводительным способом.

5.8. Значения сдвиговых характеристик φ и C , используемых при оценке устойчивости оползневых склонов, должны быть, как правило, определены по результатам натурных сдвиговых испытаний, проведенных в зоне контакта оползня с подстилающей толщей или по материалам съемки обрушенных участков.

5.9. Достаточно точные значения сдвиговых характеристик грунтов по поверхности смещения оползня получают по методу обратных расчетов. Для этого, используя материалы топографической съемки обрушенных участков оползневого района, строят разрезы по наиболее характерным сечениям участка. На этих разрезах наносят контур оползневого участка до его обрушения и после обрушения, а затем разбивают их вертикальными линиями на отдельные отсеки и по каждому сечению составляют по два уравнения предельного равновесия.

5.10. В случаях когда оползневая масса в зоне сдвига представлена водонасыщенными глинистыми грунтами, при расчетах устойчивости такого склона необходимо учитывать длительную прочность глинистых грунтов, под которой понимается сопротивляемость грунтов разрушению под воздействием длительной нагрузки. Длительная прочность глинистых грунтов в большинстве случаев обусловлена характером возникновения и изменения во времени избыточного давления в поровой воде водонасыщенного грунта и ползучестью скелета водонасыщенного и неводонасыщенного грунтов.

5.11. Механизм возможного смещения оползневой массы, размеры оползневого тела и причины оползня должны быть определены на основании инженерно-геологических,

гидрогеологических и гидрологических исследований оползневого района. При этом должны быть выявлены и оценены факторы, вызывающие эти процессы и факторы, противодействующие им, а также степень их влияния на устойчивость склонов (откосов). На основании этих материалов составляется сводная инженерно-геологическая документация, которая служит исходным материалом при расчетах оползневого давления и разработке противооползневых мероприятий.

5.12. Результаты инженерно-геологической оценки должны быть представлены в виде графиков и пояснительной записки.

6. РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИРОДНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ СКЛОНОВ И ОТКОСОВ

6.1. Расчет устойчивости природных и искусственных склонов должен вестись с учетом собственного веса грунтов, слагающих склон, истории нагружения склона (выемки грунта, пригрузки или разгрузки склона), возможного обводнения (осушения) склона и с учетом воздействия от вновь возводимых зданий и сооружений.

6.2. Цель анализа устойчивости состоит в нахождении коэффициента запаса для потенциальной поверхности скольжения. Коэффициент запаса устойчивости склона ξ , как отношение предельных сил сопротивления склона τ_{max} к силам сдвига τ_{max} .

$$\xi = \frac{\tau_{*max}}{\tau_{max}} \quad (6.1)$$

6.3. Коэффициент запаса устойчивости склона ξ должен быть принят не менее 1,15.

6.4. Оценку устойчивости оползневых склонов и искусственных откосов следует производить исходя из наиболее неблагоприятных условий, возможных для данного участка с учетом сил фильтрационного давления напорных вод и длительной прочности вязких грунтов.

6.5. Предварительная оценка устойчивости горных склонов может быть выполнена методами решения плоской задачи Шахунянца при наличии фиксированных поверхностей скольжения, положение которых в массиве откоса predetermined геологическим строением и методом построения равноустойчивых откосов по безразмерным координатам В. В. Соколовского, который можно применять в случаях отсутствия в массиве откоса фиксированных поверхностей скольжения.

6.6. При расчете устойчивости склона должны учитываться предельно допустимые деформации (осадки, разности осадок, горизонтальные перемещения, крены) для зданий и сооружений, проектируемых и существующих на данном склоне.

6.7. Расчетом должно прогнозироваться воздействие от вновь возводимых зданий и сооружений на существующие здания и сооружения на склоне и в непосредственной близости от него.

6.8. Расчет сложных склонов, представленных неоднородными грунтами должен выполняться численными методами, с использованием программных продуктов, позволяющих выполнять расчеты устойчивости склонов во времени. В используемой модели грунта должны учитываться реологические характеристики грунтов, определенные по результатам инженерно-геологических изысканий.

6.8. Рекомендуемая методика оценки устойчивости склонов приведена в Приложении № 1.

7. ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ СКЛОНАХ.

7.1. Проект (рабочий проект) зданий и сооружений на склонах разрабатывается после статического расчета и проектирования всех конструкций и элементов на основе результатов инженерно-геологических изысканий и задания на проектирование.

7.2. Проект (рабочий проект) зданий и сооружений должен содержать:

а) инженерно-геологические данные строительной площадки – топографический план участка, план разведочных скважин и геологических разрезов по ним, основные характеристики грунтов всех выделенных ИГЭ;

б) план сооружения и вертикальные разрезы, с необходимыми размерами и отметками;

в) рабочие чертежи конструкций с указанием расчетных и нормативных схем нагрузок в виде суммарных значений сосредоточенных и распределенных значений вертикальных и горизонтальных сил и изгибающих моментов;

г) расчетные схемы сооружения;

д) расход и требования к материалам конструкций;

е) проект организации строительства (ПОС), в котором должен быть указан порядок производства работ;

ж) расчетно-пояснительную записку с технико-экономическим обоснованием выбора конструкций и технологии производства работ.

Проект производства работ (ППР), должен содержать:

- технологические карты со схемами устройства сооружений, ведомостями потребного оборудования, механизмов и приспособлений, последовательностью рабочих процессов и продолжительностью их выполнения, численностью и квалификационным составом бригады;

- строительный генеральный план объекта или комплекса объектов;

- решения по выполнению мероприятий подготовительного периода;

- указания по технике безопасности на каждом этапе; ведомости объемов работ и материалов; схемы пооперационного контроля качества работ; графики поточной организации строительства сооружения или комплекса сооружений;

и) проект организованного отвода атмосферных осадков с территории объекта на периоды строительства и эксплуатации;

7.3. Рекомендуется следующий порядок проектирования зданий и сооружений на склонах:

а) по результатам инженерно-геологических изысканий на площадке строительства определяется пласт (пласты) грунта, воспринимающий нагрузку, и назначаются отметки заложения фундаментов;

б) определяются расчетные и нормативные нагрузки, действующие на сооружение;

в) выбираются геометрические размеры фундаментов;

г) назначаются параметры фундаментов (марки бетона и армирование) и определяется их трещиностойкость и прочность;

д) производится расчет сооружения по предельным состояниям первой и второй (в случае необходимости) групп;

е) составляется расчетно-пояснительная записка;

ж) разрабатывается проект здания и сооружения на оползнеопасной территории.

7.4. При проектировании зданий и сооружений необходимо учитывать деформации склона (откоса) по механизму смещения (тип оползня) и размеров оползневого участка по простираанию и глубине его распространения.

7.5. Здания и сооружения на склонах следует рассчитывать по предельным состояниям первой и второй групп

7.6. При проектировании подпорных стен и удерживающих противооползневых со-

оружений необходимо обеспечить их надежность в соответствии с классом сооружения.

7.7. Проекты строительства противооползневых сооружений и связанные с ними мероприятия должны разрабатываться, как правило, в профилактических целях с учетом необходимости обеспечения долговременной устойчивости склонов (откосов) и соблюдения требований по охране окружающей природной среды. При этом долговременная устойчивость склонов (откосов) должна достигаться выбором наиболее экономного комплекса противооползневых защитных сооружений и мероприятий.

7.8. В случае наличия или возможности попадания в грунт, окружающий сооружение, агрессивных вод следует предусматривать мероприятия в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии».

7.9. Расчет заанкерных подпорных сооружений следует производить с учетом смещения анкеров, учитывая деформационные свойства грунта основания и грунта, находящегося за сооружением.

7.10. Для некоторых инженерных сооружений (наземные трубопроводы на свайных опорах, эстакады и др.) возможно сохранение их безаварийного эксплуатационного состояния и в условиях непрекращающихся оползневых подвижек, если свайные опоры или колонны обтекаются оползнем при сохранении их устойчивости.

7.11. Обтекание оползнем заглубленных сооружений возможно только при определенных условиях, зависящих от состояния грунтовой массы оползня.

7.12. Свайные заграждения, предназначенные для полного удержания оползневого смещения, должны удовлетворять двум условиям:

- каждая свая заградительного ряда должна сопротивляться опрокидывающей силе оползневого давления;

- расстояние между соседними сваями в ряду должно быть принято таким, чтобы исключить просачивание оползневой массы между ними.

7.13. Для обеспечения устойчивости склонов и откосов рекомендуется использовать в качестве армирующих элементов геосинтетические материалы (георешетки, геосетки и геосоты). Расчет устойчивости откосов армированных синтетическими материалами рекомендуется производить с использованием известных сертифицированных пакетов прикладных программ, реализующих аппарат метода конечных элементов.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ НА СКЛОНОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ. ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА ТЕРРИТОРИИ.

8.1. К противооползневым мероприятиям, наиболее часто применяемым в инженерной практике, относятся:

- а) регулирование поверхностного стока воды на оползневом участке и прилегающих к ним территориях;

- б) перепланировка поверхности оползня до устойчивого состояния;

- в) регулирование подземного стока воды;

- г) возведение удерживающих сооружений на пути движения оползня;

- д) закрепление грунтов поверхностного слоя в зоне контакта оползневого тела с подстилающей поверхностью;

- е) армирование склонов и установка грунтовых анкеров.

Перечисленные противооползневые мероприятия могут быть применены либо отдельно, либо комплексно в зависимости от инженерно-геологических и гидрогеологических условий участка.

8.2. В настоящее время наиболее распространенными видами заглубленных сооружений, предназначенными для удержания оползневых склонов, являются свайные заграждения и удерживающие стены на свайных фундаментах. Эффективность этих сооружений определяется, прежде всего, их устойчивостью и прочностью при воздействии на них сил оползневого

давления.

8.3. Защита инженерных сооружений, подвергаемых разрушению в результате оползневых подвижек, специальными мероприятиями всегда сопряжена с большими затратами времени и средств, поэтому перед началом строительства инженерных сооружений в оползневых районах следует считать целесообразным производить предварительную инженерную подготовку территорий.

8.4. Одним из эффективных методов инженерной подготовки оползнеопасных участков под застройку является перепланировка поверхности оползневого склона до устойчивого состояния и проведение мероприятий по ограждению оползневого участка от притока поверхностных и грунтовых вод.

8.5. Суть метода вертикальной планировки поверхности оползня до устойчивого состояния состоит в том, что на оползневых участках производится перепланировка существующей поверхности до устойчивой путем перемещения грунтовой массы из зоны активного оползневого давления в зону пассивного сопротивления, т. е. в зоне активного оползневого давления искусственно уменьшается мощность оползневого тела путем срезки грунтов, а в пассивной зоне увеличивают его мощность путем насыпки грунта.

8.6. Для проведения вертикальной планировки поверхности оползня, согласно составленному проекту, необходимо выполнить следующие работы:

а) составить разбивочный чертеж для выноса центров квадратов элементарных призм с плана в натуру;

б) методами, известными из курса инженерной геодезии, вынести и закрепить кольшками центры квадратов элементарных призм;

в) по плану изолиний рабочих отметок определить численные значения рабочих отметок с соответствующими им знаками и выписать их на кольшках, закрепленных в центрах квадратов элементарных призм;

г) по рабочим отметкам, выписанным на кольшках, произвести перепланировку поверхности оползня.

Новая поверхность, полученная в результате этого, будет равноустойчивой во всех точках с заданным запасом устойчивости.

8.7. Из числа факторов, определяющих устойчивое состояние склона, ведущее место отводится возможному изменению водонасыщенности грунтов оползневой массы и подстилающей толщи, поэтому одной из важнейших профилактических мер по предупреждению развития оползней считаются мероприятия по ограждению оползневого участка от притока поверхностных вод из окружающей местности, отвод поверхностных вод с самого оползневого участка и понижение уровня грунтовых вод на оползневом участке на такую величину, при которой обеспечивалась бы заданная устойчивость оползневого склона.

8.8. Мероприятия по водоотводу с оползневого участка проводятся с целью предотвращения размывов поверхностного слоя и сокращения инфильтрации атмосферных осадков в оползневой массив. Эти мероприятия обеспечиваются системой водоотводных канав, устраиваемых на самом оползневом участке. Систему этих канав разделяют на следующие группы:

1) каптажно-отводные, предназначенные для сбора и отвода воды, накапливаемой в различных микропонижениях рельефа оползневого участка и каптажей в местах выхода подземных источников;

2) водосборные, предназначенные для сбора и отвода атмосферных осадков;

3) осушительные - для дренирования верхнего слоя грунта оползня;

4) водосбросные - для пропускания собранных вод по оползневому участку.

8.9. Каптажно-отводные каналы должны быть запроектированы с таким расчетом, чтобы исключить размыв поверхностного слоя грунта (по линиям допустимых уклонов) и в то же время по кратчайшему направлению к месту сброса воды.

8.10. Водосборные каналы должны быть запроектированы так, чтобы они проходили по возможности перпендикулярно направлению поверхностного стока и с учетом сброса

этих вод в водосборные каналы, которые в зависимости от характера рельефа могут быть расположены или внутри контура оползня, или за пределом оползневого участка.

8.11. Головные дренажи гравитационного типа должны обеспечить перехват подземного потока, направленного к оползню. Обычно их располагают за пределами оползневого тела и устраивают в виде:

- а) горизонтальных трубчатых дренажей-преградителей;
- б) дренажных галерей;
- в) вертикальных дренажей;
- г) комбинированных дренажей.

8.12. Противооползневые комбинированные дренажи состоят из следующих элементов:

- а) дренажных или водоотводных штолен или скважин;
- б) вертикальных скважин «сквозных фильтров» или шахтных колодцев;
- в) забивных фильтров.

8.13. С целью уменьшения инфильтрации атмосферных осадков в оползневый массив и предотвращения образования на поверхности оползневого участка промоин, рытвин и оврагов, в которых обычно накапливается вода поверхностного стока и тем самым способствует проникновению воды поверхностного стока в оползневый массив, снижая устойчивость склона, необходимо проводить специальные мероприятия, из числа которых наиболее эффективны следующие:

1) планировка и трамбовка поверхности оползневого участка с целью обеспечения максимального стока воды из данного участка в водосборные системы, устроенные на оползневом участке. Наибольший эффект этими мероприятиями можно достигнуть, если они будут выполнены совместно и в увязке с вертикальной планировкой поверхности оползня до устойчивого состояния;

2) укрепление поверхностного слоя оползневого участка с целью уменьшения инфильтрации воды поверхностного стока и предохранения поверхностного слоя грунта от эрозионных процессов. Эти мероприятия могут быть выполнены следующими способами:

- а) дренированием поверхности оползневого участка после его планировки;
- б) травосеянием в сочетании с насаждением кустарников;
- в) уплотнением поверхностного слоя оползня втрамбовыванием в него смеси глины, песка, шлака или щебенки;
- г) агролесомелиорация оползневых участков с целью предохранения поверхностного слоя от размывов и образования оврагов в период затяжных ливневых дождей и паводков;
- д) укладка противозрозионных экранов из геосот и геоячеек.

При выполнении этих мероприятий необходимо, прежде всего, предусмотреть меры по сохранению существующей древесно-кустарниковой растительности на оползневом склоне и за его пределами. В местах, где в ходе строительных работ лесокустарниковый покров уничтожен, необходимо производить их искусственное насаждение с соблюдением необходимых условий их сохранения.

9. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ

9.1. При выборе технологии сооружения склона и выборе комплектов машин для рассматриваемых условий, наряду с требованиями основных нормативных документов по строительству, необходимо учитывать различную степень влажности грунта от оптимальной до предельной на различных горизонтах разработки; период разработки грунта (сезон, условия работы в самом сезоне). При выборе технологии также устанавливают последовательность осуществления организационных, конструктивных и технологических мероприятий и опытным путем определяют эффективность предлагаемых в проекте технологий для фактических условий производства работ.

9.2. Организация разработки грунтов повышенной влажности должна включать два взаимоувязанных, но самостоятельных (с точки зрения технологии и механизации этих работ) процесса: сооружение склона и выполнение комплекса мероприятий, обеспечивающих

его устойчивость и стабильность.

9.3. Выбор и назначение комплектов машин для выполнения основных земляных работ необходимо осуществлять на основе оптимизации плана перемещения грунта повышенной влажности с учетом: климатической зоны строительства; сезона производства земляных работ; вида, состава и состояния грунта; необходимости выполнения специальных работ по его мелиорации; объемов земляных работ и характера их распределения по линейным и сосредоточенным объектам на конкретном участке строительства.

9.4. В проектах производства работ при использовании глинистых грунтов повышенной влажности с числом пластичности $I_p > 12$ следует учитывать неизбежное снижение производительности землеройно-транспортных машин и возможности достижения норм плотности уплотняющей техникой в соответствии с табл. 9.1-9.3.

Таблица 9.1

Технологический процесс	Тип машины	Производительность ^{х)} машин в зависимости от коэффициента увлажнения K_w			
		1,05	1,1	1,2	1,3
1	2	3	4	5	6
Подготовка					
Снятие и перемещение плодородного слоя почвы на расстояние, м:					
до 80	Бульдозер на тракторе класса тяги 10-15	0,95	0,90	0,80	0,65
до 300	Скрепер самоходный с ковшом вместимостью 8-10 м ³	0,90	0,80	0,60	0,40
	Экскаватор с ковшом вместимостью 0,5-1 м ³ и автомобиль-самосвал грузоподъемностью 8-12 т	0,95	0,90	0,75	0,60
Сооружение склона					
Разработка грунта в боковых резервах и мелких выемках с перемещением в насыпь высотой до 1,5 м на расстояние, м:					
до 80	Бульдозер на тракторе класса тяги 10-15	0,95	0,85	0,75	0,60
до 800	Скрепер самоходный с ковшом вместимостью 8-10 м ³	0,85	0,75	0,45	0,30
Разработка грунта в выемках или притрассовых карьерах с перемещением в насыпь или кавальер на расстояние, м:					
до 300	Скрепер прицепной с ковшом вместимостью 4,5-8 м ³	0,95	0,80	0,60	0,40
до 600-1000	Скрепер самоходный с ковшом вместимостью 8-10 м ³	0,85	0,75	0,55	0,35
	Экскаватор с ковшом вместимостью 0,5-1 м ³ и автомобиль-самосвал грузоподъемностью 10-12 т	0,90	0,85	0,68	0,50
свыше 1000	Экскаватор с ковшом вместимостью 0,5-1 м ³ и автомобиль-самосвал грузоподъемностью 8-12 т	0,90	0,85	0,70	0,55

1	2	3	4	5	6
Рыхление грунтов в выемках в зимнее время	Рыхлитель на тракторе кл. тяги 15-25	0,95	0,85	0,70	0,50
Устройство и содержание подъездных дорог и съездов	Автогрейдер средний, тяжелый	0,95	0,85	0,65	0,35
Разравнивание грунта в насыпях при послойной отсыпке	Автогрейдер средний, тяжелый	0,95	0,85	0,60	0,30
	Бульдозер кл. тяги 15	0,05	0,90	0,80	0,65
Уплотнение грунтов в насыпях слоем, см:					
20-25	Каток прицепной и полуприцепной на пневматических шинах массой 25 т	0,95	0,80	0,70	0,60
35-40	Каток самоходный с кулачковым вибровальцом массой 22 т	0,95	0,85	0,80	0,70
35-40 (в зимних условиях)	То же, с решетчатым вибровальцом	0,95	0,83	0,75	0,65
Отделочные и укрепительные работы, планировка поверхности земляного полотна и дна боковых и прирассовых резервов	Автогрейдер средний, тяжелый	0,95	0,85	0,60	0,30

^{*)} Производительность машин указана в долях производительности при коэффициенте увлажнения грунта $K_w = 1$.

Таблица 9.2

Тип машины	Расстояние перемещения, м	Производительность машин, тыс. м ³ в смену, в зависимости от коэффициента увлажнения K_w				
		1,0	1,05	1,1	1,2	1,3
1	2	3	4	5	6	7
Бульдозер гусеничный с отвалом:						
поворотным, класса тяги 10	20	0,460	0,4370	0,4140	0,3680	0,2990
	40	0,160	0,1520	0,1440	0,1280	0,1040
	60	0,142	0,1349	0,1278	0,1136	0,0923
	80	0,130	0,1235	0,1170	0,1040	0,0845
неповоротным, класса тяги 10	20	0,260	0,2470	0,2340	0,2080	0,1690
	40	0,140	0,1330	0,1260	0,1120	0,0910
	60	0,096	0,0912	0,0864	0,0768	0,0624
	80	0,074	0,0703	0,0666	0,0592	0,0481
неповоротным, класса тяги 15	20	0,820	0,7790	0,7380	0,6560	0,5330
	40	0,480	0,4560	0,4320	0,3840	0,3120
	60	0,304	0,2888	0,2736	0,2432	0,1976
	80	0,230	0,2185	0,2070	0,1840	0,1495
Скрепер прицепной с ковшем вместимостью, м ³ :						
6	200	0,22	0,2090	0,176	0,132	0,088
	300	0,17	0,1615	0,136	0,102	0,069
10	300	6,27	0,2565	0,216	0,162	0,108
	400	0,23	0,2185	0,184	0,138	0,092
15	400	0,42	0,3990	0,336	0,252	-
	500	0,36	0,3420	0,288	0,216	-
	600	0,31	0,2945	0,248	0,186	-
Скрепер самоходный с ковшем вместимостью, м ³ :						
8 (типа Д-35711)	400	0,35	0,2975	0,2625	0,1575	0,1050
	600	0,30	0,2550	0,2250	0,1350	0,0900
	800	0,24	0,2040	0,1800	0,1080	0,0720

15 (типа ДЗ-115)	600	0,54	0,4590	0,4050	0,2970	-
	800	0,45	0,3825	0,3375	0,2475	-
	1000	0,41	0,3485	0,3075	0,2255	-
	1200	0,37	0,3145	0,2775	0,2035	-
Экскаватор с ковшом вместимостью 1,25 м ³ (Э-1252) и автомобиль-самосвал грузоподъемностью 12 т (КрАЗ-256Б)	1000	1,26	1,1340	1,0710	0,8820	0,6930
	2000	1,26	1,1340	1,0710	0,8820	0,6930
	4000	1,26	1,1340	1,0710	0,8820	0,6930
	6000	1,26	1,1340	1,0710	0,8820	0,6930
Экскаватор с ковшом вместимостью 1,6 м ³ (Э-1602) и автомобиль-самосвал грузоподъемностью 12 т (КрАЗ-256Б)	1000	1,40	1,2600	1,1900	0,9800	0,7700
	2000	1,40	1,2600	1,1900	0,9800	0,7700
	4000	1,40	1,2600	1,1900	0,9800	0,7700
	6000	1,40	1,2600	1,1900	0,9800	0,7700

Таблица 9.3

Тип машины	Тип грунта	Толщина слоя, см	Производительность машин, тыс. м ³ в смену, в зависимости от K_w				
			1	1,05	1,1	1,2	1,3
Каток прицепной и полуприцепной на пневматических шинах массой 25 т	Связный	20-25	0,9-1,0	0,95-1,14	0,80-0,96	0,70-0,84	0,60-0,72
	Несвязный	20-30	1,0-1,2	0,85-0,95	0,72-0,80	0,63-0,70	0,54-0,60
Каток, прицепной кулачковый массой 9-18 т	Комковатый, связный	15-20	0,8-1,0	0,76-0,95	0,68-0,85	0,64-0,80	0,56-0,70
Каток прицепной решетчатый массой 25 т	То же	30-40	1,2-1,4	1,15-1,33	1,00-1,10	—	—

9.5. Особенности технологии разработки выемок в грунтах влажностью выше оптимальной заключаются в следующем.

В период подготовительных работ, которые необходимо выполнять с опережением основных работ не менее чем на 3 месяца в весенне-летний и 1-1,5 месяца в осенне-зимний периоды, осуществляют строительство временных подъездных коммуникаций, временных водоотводных сооружений и дренажей несовершенного типа для перехвата подземных вод и осушения разрабатываемых горизонтов выемок.

Плодородный слой следует снимать только в весенне-летний период после оттаивания и схода снегового покрова с площадей, отводимых под земляное полотно насыпей и соответствующих ширине выемок поверху с учетом размещения водоотводных канав. Не следует снимать плодородный слой полностью со всей площади поверхности массива выемки или основания насыпи, чтобы не допустить дополнительного насыщения влагой за счет атмосферных осадков.

Снятие плодородного слоя почвы выполняют бульдозерами класса тяги 10-15. В тех случаях, когда проектом производства работ предусматривается вывоз плодородного слоя почвы для временного хранения или использования в сельском хозяйстве, рекомендуется применять экскаваторы с ковшом вместимостью 0,65 м³ либо фронтальные погрузчики грузоподъемностью 2т с автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10т.

Технологию разработки выемки выбирают в зависимости от ее рабочей отметки, степени обводнения, наличия горизонтов подземных вод и характера их выклинивания в откосных частях. При наличии ярко выраженных уровней подземных вод постоянного действия и запроектированных в связи с этим траншейных дренажей разработка глубоких выемок производится ярусно. При этом разработку нижних ярусов следует начинать только после устройства дренажных конструкций всех типов и выполнения комплекса мероприятий по обеспечению местной устойчивости откосов.

Неглубокие, но обводненные или мокрые выемки необходимо разрабатывать после устройства дренажей для понижения горизонта подземных вод и осушения грунта в выемке.

9.6. Землеройно-транспортную технику следует выбирать в зависимости от установ-

ленных проектом расстояний транспортирования грунта, характера распределения грунтов повышенной влажности и переувлажненных по глубине выемки, сезона производства работ.

9.7. В зависимости от глубины залегания глинистых грунтов с влажностью выше оптимальной или продольной, а также дальности и назначения объекта для транспортировки грунта (насыпь, кавальер) в технологических схемах может быть предусмотрено использование либо одной из основных машин, либо нескольких в комплексе. Например, до отметки залегания грунтов повышенной влажности применяются скреперы, а далее, когда их работа становится неэффективной, - экскаваторы в комплексе с автомобилями-самосвалами.

9.8. Для сооружения насыпей из грунтов с допустимым коэффициентом увлажнения применяют типовые технологические схемы производства земляных работ, используя при этом те же машины, что и при разработке выемок. Технологические схемы включают следующие операции: перемещение грунта из источника его получения в насыпь, его разравнивание, уплотнение и планировку. Дополнительными являются операции по устройству переходного, конструктивных, технологических и защитных слоев на поверхности откосов и конструкций укрепления.

9.9. Отсыпку слоев дренирующего или супесчаного грунта осуществляют по схеме «от себя». Разравнивание выполняют бульдозерами, уплотнение - виброкатками на всю толщину слоя. После уплотнения конструктивные или технологические слои планируют автогрейдером.

9.10. Машины для уплотнения, а также технологические параметры уплотняемых слоев грунта следует выбирать по табл. 9.4.

Таблица 9.4

Каток	Супесь легкая и пылеватая		Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий и легкий пылеватый		Суглинок тяжелый и тяжелый пылеватый, глина	
	$K_y=0,95;$ $W=1,35W_0$	$K_y=0,9;$ $W=1,6W_0$	$K_y=0,95;$ $W=1,2+1,3W_0$	$K_y=0,9;$ $W=1,4+1,5W_0$	$K_y=0,9;$ $W=1,1+1,2W_0$	$K_y=0,9;$ $W=1,2+1,3W_0$
Вибрационный прицепной массой, т:						
8	6-8	4-6	4-6	3-6	4-6	-
	40-45	45-50	25-30	30-32	20-25	-
12	6-8	4-6	6-8	4-6	6-8	-
	50-60	60-80	35-40	35-40	30-35	-
Вибрационный самоходный массой 22 т с вибровальцом:						
гладким	6-8	4-6	6-8	4-6	6-8	-
	50-60	60-80	35-40	35-40	30-35	-
кулачковым	-	-	6-8	3-6	6-8	4-6
	-	-	35-40	35-40	30-35	35-40
решетчатым	6-8	4-6	-	-	-	-
	50-60	60-80	-	-	-	-
на пневматических шинах	10-12	6-10	12-16	10-16	12-20	12-16
	30-35	30-35	25-30	20-25	20-23	20

Примечания:

1. Над чертой приведено число проходов катка, под чертой - толщина уплотняемого слоя, см.
2. Скорость катков при первых двух проходах следующая: вибрационных - 1-1,5 км/ч, на пневматических шинах - 2-2,5 км/ч; при последующих проходах - соответственно 2-3 и 5-8 км/ч.
3. Число проходов, скорость движения катков и толщина уплотняемого слоя уточняются в зависимости от вида и влажности грунта и требуемой плотности при пробном уплотнении.

9.11. Глинистые грунты с влажностью выше оптимальной следует уплотнять захватками 200-350 м, используя для этой цели сначала легкие катки или бульдозеры для прокатки (при их движении на первой передаче), а затем тяжелые массой 25 т. При уплотнении комковатых глинистых грунтов рекомендуется принять комплект машин, состоящий из кулачкового или решетчатого виброкатка и катка на пневматических шинах. Для достижения требуемой однородности уплотнения слоя из глинистых комковатых грунтов следует после уплотнения, подсушки и планировки производить его рыхление с помощью рыхлителей или спе-

циальных рабочих органов на автогрейдер, а затем повторить все технологические операции по разравниванию и уплотнению грунта. При наличии трамбующих машин их следует использовать в комплекте машин для уплотнения комковатых грунтов.

9.12. Необходимо учитывать, что в зависимости от степени влажности грунта при уплотнении тяжелых суглинков и глин могут быть достигнуты следующие значения плотности (табл.9.5).

Таблица 9.5

K_w	K_y
1-1,05	1,0-0,98
1,10-1,20	0,95
1,20-1,25	0,94-0,92
1,25-1,35	0,92-0,88

9.13. По данным стандартного уплотнения $K_y = f(K_w)$ фактически установленной влажности грунта в источнике его получения следует предварительно определить максимально возможную достигаемую степень уплотнения K_y и принять на основе этих данных соответствующее решение о целесообразности использования грунта повышенной влажности на данном горизонте отсыпки.

10. ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ ОПОЛЗНЕВЫХ ТЕРРИТОРИЙ.

10.1. Геотехнический контроль (ГТК) за состоянием оползневых территорий, выполняемые в период создания, застройки и эксплуатации таких территорий, являются обязательным элементом системы инженерного обеспечения строительства и средством управления его качеством, технико-экономической и социально-экологической эффективностью.

10.2. Проведение ГТК должно предусматриваться проектом организации строительства (в виде самостоятельного раздела), а результаты использоваться при составлении кадастра оползневых территорий и проведении регионального мониторинга.

10.3. Основными задачами ГТК являются:

- оценка качества производства работ по инженерной подготовке территории к строительному освоению;
- определение соответствия проекту характеристик грунтов, технологии производства земляных работ, краткосрочных прогнозов по формированию свойств грунтового основания откосов и уровня грунтовых вод;
- обоснование в необходимых случаях предложений по корректировке соответствующих проектных решений на основании фактических данных, выявленных службой ГТК в ходе освоения оползневых территорий;
- улучшение технико-экономических и экологических показателей строительства.

10.4. ГТК проводится на следующих этапах строительного освоения оползневых территорий: инженерная подготовка, работ нулевого цикла и при эксплуатации зданий и сооружений.

10.5. Основными принципами ведения ГТК являются: этапность выполнения работ и их комплексная направленность; учет региональных природно-технических условий, назначения и категории оползневой территории по строительному освоению; применение оптимального комплекса методов контроля и наблюдений; оперативность проведения и своевременность предоставления получаемых данных; осуществление "обратной связи" результатов ГТК с проектными проработками для реализации принципа активного проектирования; преемственность сети ГТК на всех этапах строительного освоения территории.

Таблица 10.1

Опасное геологическое явление	Мониторинг					Прогнозирование		
	Объект, предмет мониторинга	Фактор, обуславливающий активность опасного геологического явления	Наблюдаемый, контролируемый параметр, показатель (база данных)	Метод наблюдения, контроля	Частота наблюдений	Прогнозируемый показатель, параметр	Метод, способ прогноза	Критерий принятия экспертного решения об опасности геологического явления
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I Оползень	Территории распространения склоновых процессов; физико-механические и водно-физические свойства пород; геофизические поля; под земные и грунтовые воды оползневого массива	Геологическое строение, рельеф, растительность, почвы, грунты; активизация склоновых процессов, обусловленная переувлажнением горных пород при воздействии метеорологических, гидрологических, гидрогеологических факторов; геодинамический; антропогенный (техногенный); режим быстропеременных факторов	Площадная пораженность территории, %; площадь проявления на одном участке, км ² ; объем сместившейся массы, тыс. м ³ ; скорость смещения, м/с; частота проявления, ед/год; уровни грунтовых и подземных вод, м, фильтрационное поле; режим быстромещающихся факторов; физические свойства по род, анизотропия физических свойств, компоненты полей напряжений и деформаций; коэффициент устойчивости склона; интегральные показатели глинистости, увлажненности, трещиноватости, уплотненности, контрастности; вероятностная геодинамического и техногенного воздействий	Маршрутно - визуальное обследование; аэрофотосъемка наклона и деформаций с использованием глубинных реперов; гидрогеологический с использованием режимных скважин; геодезический с использованием GPS и лазерных технологий; геофизический с использованием наземных, скважинных и межскважинных наблюдений; анализ временных рядов быстромещающихся факторов; анализ бюллетеней геодинамических и техногенных событий	Регулярные наблюдения с опросом не реже одного раза: в год, для долгосрочного прогноза; в месяц, для среднесрочного прогноза; в день, в час, для краткосрочного(в зависимости от критичности ситуации)	Аномальные и критические значения контролируемых параметров, превышающие безопасный уровень фоновых значений и отвечающие существующим моделям развития оползневого массива	Детальное районирование по степени оползневой опасности; детерминированные расчеты устойчивости, объемов и дальности перемещения разрушенных пород; интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на локальном уровне и на уровне отдельных форм проявления процесса	Решения принимаются при условии: обозначения места, времени и степени риска ожидаемого оползневого события, комплексности прогнозной оценки, обоснования необратимости или оценки вероятности ожидаемого события, когда интегральная оценка вероятности превышает для долгосрочного прогноза-0,3, для среднесрочного-0,5, для краткосрочного-0,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2. Эрозия овражная	Территории распространения осадочных горных по род с низкой водопрочностью; районы с овражным обликом ландшафта; физико-механические и водно-физические свойства пород; подземные и грунтовые воды оврагообразующих массивов	Геологическое строение, рельеф, растительность, почвозрунты; высокая размываемость пород; высокая степень выветривания поверхностного слоя; изменение влажностного режима массивов оврагообразования, обусловленное воздействием метеорологических, гидрологических, гидрогеологических, антропогенных (техногенных) факторов	Площадная пораженность территории, %; площадь, км ² , и глубина, м, просадки на одном участке; скорость развития эрозии, м/год; угол наклона тальвега, град; уровень грунтовых вод, м; коэффициент фильтрации, м/сут; продолжительность проявления, сут; водно-физические и физико-технические (прочностные) свойства грунтов; интегральные показатели увлажненности, глинистости, уплотненности	Визуальное и инструментальное наблюдение за образованием и развитием продольного профиля оврага; аэрофотосъемка; гидрологический; геологический; гидрогеологический; морфометрический; геодезический; геофизический; ландшафтной индикации	Регулярные наблюдения с периодичностью, определяемой активностью овражной эрозии и интенсивностью воздействия метеорологических, гидрологических и техногенных факторов	Аномальные и критические значения контролируемых параметров, превышающие безопасный уровень фоновых значений в 3 и более раза и отвечающие существующим моделям оврагообразования	Районирование территории по грунтовым условиям, ландшафтным индикаторам, по степени активности и опасности овражной эрозии во времени; детерминированные расчеты устойчивости объемов и линейных размеров эрозии; интегрированный анализ пространственно-временного распределения аномалий контролируемых параметров на региональном, локальном уровнях и уровне отдельных форм проявления процесса	Решение принимается в зависимости от степени активности и опасности овражной эрозии с учетом прогноза места, времени и величины ожидаемого риска; обосновании необратимости и критичности ситуации или оценки вероятности ожидаемого события

11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИИ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА.

Для обеспечения учета совместной работы системы «основание – фундамент - здание» необходимо рассматривать в комплексе сложность и ответственность объекта строительства и сложность инженерно-геологических условий площадки строительства. В соответствии с рекомендациями «Еврокод 7» предлагается ввести понятие «Геотехническая категория объекта строительства (ГКОС)».

Геотехническая категория объекта строительства устанавливается по совокупности двух факторов (табл.11.1):

- категории сложности устройства оснований, фундаментов и подземных сооружений городского назначения (табл.11.2);

- категории сложности инженерно - геологических условий (табл.11.3);

Таблица 11.1

Геотехнические категории объектов строительства.

Категория сложности инженерно - геологических условий	Категория сложности устройства оснований, фундаментов и подземных сооружений		
	1	2	3
1	1	1	2
2	1	2	3
3	2	3	3

Геотехническая категория объекта строительства (ГКОС) определяет объем инженерно-геологических изысканий, особенности проектирования конструкций нулевого цикла и подземной части здания или сооружения, способы и технологии их устройства.

Назначение и использование ГКОС выполняется в следующей последовательности:

1. Предварительная инженерно-геологическая оценка площадки строительства на основе архивных сведений и опыта строительства (Изыскатели).

2. Геотехническая категория объекта строительства (первое приближение) (Геотехники, проектировщики).

3. Техническое задание на производство инженерно-геологических изысканий (Заказчик, геотехник, проектировщик).

4. Инженерно-геологические изыскания (Изыскатели).

5. Категория сложности инженерно-геологических изысканий (Изыскатели).

6. Категория сложности устройства оснований фундаментов и подземных сооружений (Геотехник, проектировщик).

7. Техническое задание на обследование окружающих зданий и сооружений (Заказчик, проектировщик).

8. Определение геотехнической сложности объекта строительства. (Геотехник).

9. Определение основных конструктивных решений подземной части строительства. (Геотехник, проектировщик).

10. Определение технологий производства земляных работ и устройства подземной части (Геотехник, проектировщик, подрядчик).

11. Геотехнический мониторинг всех этапов (Геотехник, заказчик).

1 – простая	2 – средней сложности	3 – сложная
Глубина котлована не превышает 3...5 м	Глубина котлована в пределах 5...8 м	Глубина котлована более 8 м
Отсутствие крепления бортов котлована Простейшие крепления бортов котлована	Шпунтовое ограждение. Консольная, распорная и другие ограждающие конструкции бортов котлована	Ограждающие конструкции с анкерами, многоярусные; ограждающая конструкция является несущей для верхнего строения;
Осуществляется поверхностный отвод подземных вод (верховодки). Открытый водоотлив из котлована.	Осуществляется водопонижение, с применением противодиффузионных конструкций, дренажа.	Уровень подземных вод выше отметки дна котлована, осуществляется сложная система постоянного дренажа.
Используются фундаменты на естественном основании, свайные фундаменты длиной до 8 м.	Используются фундаменты на преобразованном основании (уплотнение, закрепление и др.), свайные фундаменты длиной до 14 м, плитные железобетонные фундаменты.	Используются свайные фундаменты длиной более 15 м, свайно-плитные железобетонные фундаменты.
В пределах контура здания (сооружения) коэффициент изменчивости нагрузок не превышает 1,2.	Коэффициент изменчивости нагрузок в пределах контура здания (сооружения) 1,2...1,4	Коэффициент изменчивости нагрузок в пределах контура здания (сооружения) более 1,4
В зоне влияния строящегося здания (сооружения) отсутствуют существующие здания или сооружения и магистральные коммуникации.	В зоне влияния строящегося здания (сооружения) присутствуют существующие здания или сооружения и магистральные коммуникации на расстоянии более 5 м.	В зоне влияния строящегося здания (сооружения) присутствуют существующие здания или сооружения и магистральные коммуникации на расстоянии менее 5 м.

Таблица 3.
Категории сложности инженерно-геологических условий.

Факторы	1 – простая	2 – средней сложности	3 - сложная
Геоморфологические	Площадка (участок) в пределах одного геоморфологического элемента, поверхность горизонтальная, нерасчлененная	Площадка (участок) в пределах нескольких геоморфологических элементов одного генезиса, поверхность наклонная слабо-расчлененная	Площадка (участок) в пределах нескольких геоморфологических элементов различного генезиса, поверхность сильно расчлененная
Геологические	Не более двух различных по литологии слоев, практически горизонтальных (уклон не более 0,05); скальные грунты залегают с поверхности или перекрыты не-скальными грунтами небольшой мощности (10...15м).	Не более четырех по литологии слоев, (уклон менее 0,1); толщина слоев изменяется закономерно; скальные грунты имеют неровную кровлю и перекрыты не-скальными грунтами.	Многослойное (более 4 –х слоев) напластование грунтов с резко изменяющейся толщиной и линзовидным залеганием, скальные грунты имеют сильно расчлененную кровлю и перекрыты не-скальными грунтами.
Геотехнические	В пределах каждого слоя грунты однородны по свойствам, $E_{ср}$ не менее 20 МПа.	В пределах слоев грунты неоднородны по свойствам. $E_{ср}$ в пределах 5...20 МПа.	Значительная неоднородность показателей свойств в плане и по глубине. $E_{ср}$ менее 5 МПа.
Гидрогеологические	Подземные воды отсутствуют или имеется один выдержанный горизонт, подземные воды имеют однородный химический состав.	Два и более выдержанных горизонтов подземных вод, подземные воды имеют неоднородный химический состав и напор.	Сложное чередование водоносных и водоупорных горизонтов, горизонты и напоры подземных вод, их гидравлическая связь меняются по простиранию, химический состав различен.
Опасные природные и техногенные процессы	Отсутствуют	Локальные очаги неблагоприятных природных и техногенных процессов, потенциальная опасность появления карстовых и карстово-суффозионных процессов.	Широкое распространение неблагоприятных природных и техногенных процессов, оказывающих решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию.
Специфические и структурно- неустойчивые грунты	Специфические грунты отсутствуют. Отсутствуют линзы и прослои с $E_{ср}$ менее 5 МПа.	Отдельные слои сложены специфическими структурно- неустойчивыми грунтами.	Преобладают слои специфических или структурно-неустойчивых грунтов, оказывающих решающее влияние на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА.

Для обоснования проектного решения по устройству зданий и сооружений на склонах необходима комплексная оценка устойчивости и стабильности используемой площадки.

Расчеты осуществляют в такой последовательности:

- оценивают устойчивость откосов по прочности и определяют рациональную конфигурацию конструкции при допустимой степени влажности грунта;
- определяют на основе реологического анализа длительную устойчивость откосов и - выполняют прогноз деформаций ползучести;
- для расчетной конфигурации склона устанавливают конечную величину осадки нестабильных слоев грунта повышенной влажности и время ее завершения.

Для оценки устойчивости откосов насыпей по прочности следует использовать метод круглоцилиндрической поверхности скольжения (КЦПС) с применением ЭВМ для массовых расчетов.

При залегании в основании грунтов повышенной влажности, переувлажненных или слабых необходимо оценивать устойчивость основания также методом КЦПС. Расчетная кривая должна при этом проходить в слабых грунтах основания.

Для выполнения расчетов устойчивости необходимы следующие данные: отметки дневной поверхности склона по всей длине участка; диапазон влажности грунтов; зависимости прочностных характеристик грунта насыпи и ее основания φ_w , C_w , Σ_w , C_c от влажности в зоне сдвига.

Расчет устойчивости выполняют для нескольких (не менее трех) сечений склонов. Рациональную конфигурацию откосов для каждой рабочей отметки определяют следующим образом. Рассчитывают общую устойчивость склона высотой H при нескольких заложениях откосов. Для каждого заложения и каждой i -й пары прочностных характеристик используемого грунта C_{wi} и $tg \varphi_{wi}$ или C_{ci} и $tg \varphi_{wi}$ определяют коэффициент устойчивости склона данной высоты. Причем каждая пара значений прочностных характеристик грунта должна соответствовать одному из значений влажности в расчетном диапазоне. По результатам расчета строят зависимости коэффициентов устойчивости K_1 (для C_{wi} и $tg \varphi_{wi}$) и K_2 (для C_{ci} и $tg \varphi_{wi}$) от влажности для конкретной высоты склона H и различных заложений откоса m_i : $K = f(W)$ (рис. 1.).

Требуемый коэффициент устойчивости склона $K_{тр}$ по прочности (первое предельное состояние) следует определять по выражению

$$K_{тр} = \frac{K_n n_c n_o}{m_o}, \quad (1)$$

где K_n - коэффициент надежности по назначению сооружения,

$K_n = 1,25$ - для сооружений I категории, $K_n = 1,1$ - для II и $K_n = 1,1$ - для III категории;

n_c - коэффициент сочетания нагрузок; $n_c = 1+0,9$;

n_o - коэффициент перегрузки; $n_o = 1,1$ - для выемок, $n_o = 1,2$ - для насыпей;

m_o - коэффициент условий работы; $m_o = 0,9$ - для пылевато-глинистых грунтов в стабилизированном состоянии (выемки), $m_o = 0,85$ - в нестабилизированном состоянии.

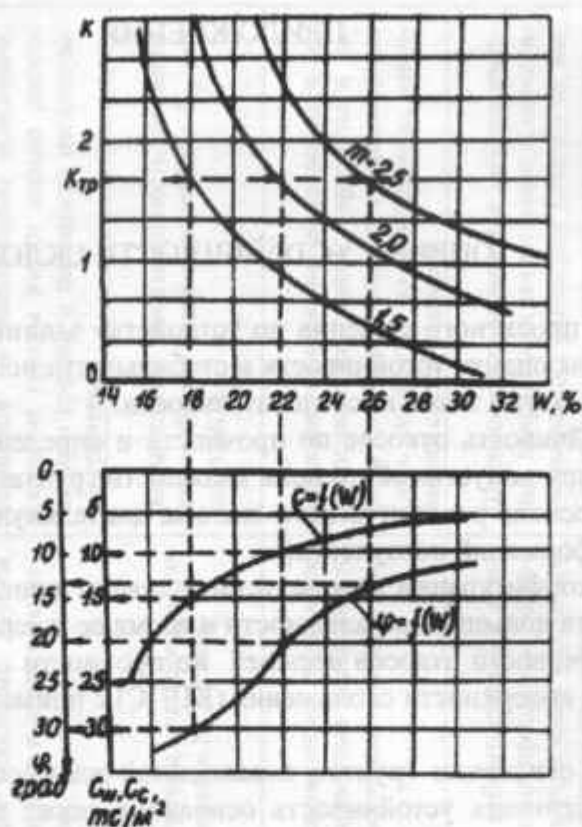


Рис. 1. Зависимость прочностных характеристик грунта и коэффициента устойчивости откоса от влажности грунта

В случае сложения склона из суглинков тяжелых пылеватых и глин следует выполнить прогноз возможной потери устойчивости откосов во времени, уточнить параметры конструкции и диапазон допустимой влажности грунта.

С этой целью определяют коэффициент устойчивости по порогу ползучести (K_2) для запроектированной из условия прочности (K_1). Расчетные значения $tg \varphi_w$ и C_c должны соответствовать установленному значению допустимой влажности.

Если $K_2 \geq 1$, то длительная устойчивость откосов насыпи обеспечена. При $K_2 < 1$ в откосах склона возможны деформации ползучести; в этом случае необходимо оценить их устойчивость при учете только остаточной прочности грунта (K_{oy}).

После определения расчетной конфигурации склона оценивают осадку конечную и во времени. С этой целью выполняют расчет: величины конечной осадки, времени ее постижения; времени достижения заданной относительной деформации (например, соответствующей 80 или 90 % конечной осадки), интенсивности уплотнения на заданный период времени, времени достижения допустимой интенсивности уплотнения.

Комплексная оценка устойчивости земляного полотна выемок должна включать: оценку общей и местной устойчивости откосов; определение предельной крутизны откосов, которая может быть временно принята в процессе строительства в зависимости от сезона работ.

При выполнении оценочных расчетов необходимо учитывать влияние следующих факторов: наличия горизонтов (уровней) подземных вод (в том числе и верховодки в весенний период), попеременного промерзания - оттаивания и набухания - высыхания в поверхностных зонах на глубину не менее 2 м; глубины залегания слоев грунта с низкими прочностными характеристиками, их наклона к горизонту и т.п.

Оценку устойчивости однородных откосов выполняют по методу КЦПС (общая устойчивость) и по единичному элементу в пределах поверхностной зоны, (местная устойчивость)

при соответствующих расчетных значениях влажности и плотности грунта на установленных горизонтах. Для неоднородных по литологии и показателям физико-механических свойств грунтов откосов оценку устойчивости выполняют комплексно, используя методы: КЦПС; горизонтальных сил для проверки возможности смещения отдельных блоков по слоям грунта с низкими прочностными характеристиками; метод, основанный на оценке напряженного состояния в основании или на уровне отдельных ярусов при залегании на соответствующих горизонтах слабых глинистых грунтов. Крутизну откоса склона устанавливают на основе анализа всех результатов оценочных расчетов. Для размещения водоотводных сооружений за пределами верхней бровки необходимо определять также ширину отсека обрушения по верху выемки.

После определения расчетной конфигурации склона оценивают осадку конечную и во времени. С этой целью выполняют расчет: величины конечной осадки, времени ее постижения; времени достижения заданной относительной деформации (например, соответствующей 80 или 90 % конечной осадки), интенсивности уплотнения на заданный период времени, времени достижения допустимой интенсивности уплотнения. Для данного типа покрытия (в соответствии со СНиП 2.05.02-85, п. 6.30), плотности грунта расчетного слоя, достигаемой в процессе его доуплотнения под нагрузкой от собственного веса и веса вышележащих слоев насыпи.

Полученные данные следует использовать для обоснования дополнительных объемов грунта (запас на осадку) и оценки достигаемого коэффициента уплотнения в консолидируемой зоне.

Перед выполнением расчета осадки составляют расчетную схему, разделяя запроектированную конструкцию склона на две зоны - консолидируемую (активную) под нагрузкой от веса грунта вышележащих слоев h_a и неконсолидируемую (пассивную) h_n .

Мощность неконсолидируемой (пассивной) зоны устанавливают по формуле

$$h_n = \frac{P_0}{\gamma_w}, \quad (2)$$

где P_0 - предельная (пороговая) нагрузка от собственного веса вышележащих слоев грунта, под воздействием которой происходит доуплотнение нижележащих слоев, МПа;

γ_w - удельный вес грунта насыпи, Н/см³; $\gamma_w = \rho_s g$.

Для глинистых грунтов с влажностью (1,1+1,4) W_0 и плотностью, соответствующей степени уплотнения (0,8+0,95) ρ_{dmax} , величина пороговой нагрузки составляет 0,025-0,1 МПа (0,25-1 кгс/см²) (ρ_{dmax} - максимальная плотность сухого грунта).

Мощность консолидируемой (активной) зоны h_a устанавливают по разности общей высоты насыпи (ее рабочей отметки) и мощности пассивной зоны h_n :

$$h_a = H - h_n, \quad (3)$$

где H - высота склона, м (отсчет ведется от проектной отметки).

Для оценки величины доуплотнения слоев консолидируемой зоны выполняют расчет осадки.

Для этого выделяют в консолидируемой зоне расчетные слои грунта и устанавливают их мощность и показатели физико-механических свойств.

При проектировании склонов из неоднородных по составу или состоянию грунтов величина конечной осадки определяется как сумма осадок нестабильных слоев в консолидируемой зоне, а время завершения ее интенсивной части - по наиболее неблагоприятному слою, исходя из условий увлажнения, дренирования, величины передаваемой на расчетный слой нагрузки и водопроницаемости грунта.

При использовании однородного грунта конечную осадку определяют путем суммирования осадок каждого расчетного слоя в консолидируемой зоне, а время осадки - также по

наиболее неблагоприятному слою.

Расчетные слои в консолидируемой зоне склона устанавливают по условию однородности напряженно-деформированного состояния грунта. Для этого определяют нормальные напряжения:

на поверхности расчетного слоя, расположенного под неконсолидируемой зоной склона, - как распределенную нагрузку от веса всех остальных конструктивных слоев;

на поверхности последующих слоев - с учетом нагрузки от веса всех вышележащих слоев;

на подошве расчетного слоя - как сумму напряжений на поверхности слоя и нагрузки от собственного веса грунта расчетного слоя.

Для ориентировочных расчетов осадки расчетная нагрузка P для предварительно выделенных слоев может быть определена без учета изменения напряжений по высоте насыпи от веса вышележащих слоев по формуле:

$$P = P_0 + \gamma_w Z_i, \quad (4)$$

Для оценки степени однородности слоя на основе компрессионных зависимостей необходимо определить модули осадки, соответствующие максимальному и минимальному напряжениям в предварительно выделенном расчетном слое. Слой считается однородным, если найденные компрессионные параметры отличаются друг от друга, но более чем на 10 %.

Для расчета осадки грунта в консолидируемой зоне по результатам компрессионных испытаний для каждого расчетного слоя определяют модуль осадки грунта $l_{pz1} = \lambda_p \cdot 1000$ мм/м, где λ_p - относительная деформация, соответствующая расчетной нагрузке на данный слой.

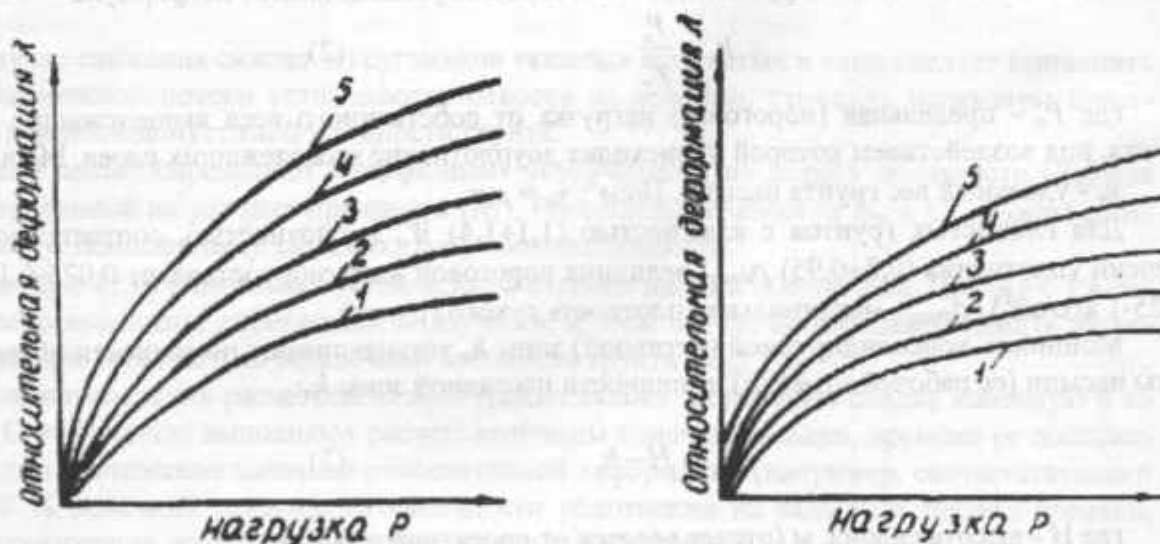


Рис. 2. Зависимость относительной деформации образцов глинистых грунтов от нагрузки при коэффициенте увлажнения K_{w1} (а) и $K_{w2} < K_{w1}$ (б): 1, 2, 3, 4, 5 - при коэффициентах уплотнения соответственно

$$K_{y1} > K_{y2} > K_{y3} > K_{y4} > K_{y5}$$

Осадку грунта S (м) рассчитывают по формуле :

$$S = 0,001 \sum_1^n e_{pz1} \cdot H_i, \quad (5)$$

где l_{pz1} - модуль осадки грунта по компрессионной кривой, соответствующий расчетной

нагрузке на глубине z_i для данного слоя, мм/м;

H_i - мощность расчетного слоя, м.

Для комплексной оценки времени достижения заданной относительной деформации и плотности грунта активной зоны следует учитывать, что в общем случае консолидация после мгновенной осадки имеет три стадии: дофильтрационную, фильтрационную и за счет ползучести скелета грунта (рис. 3).

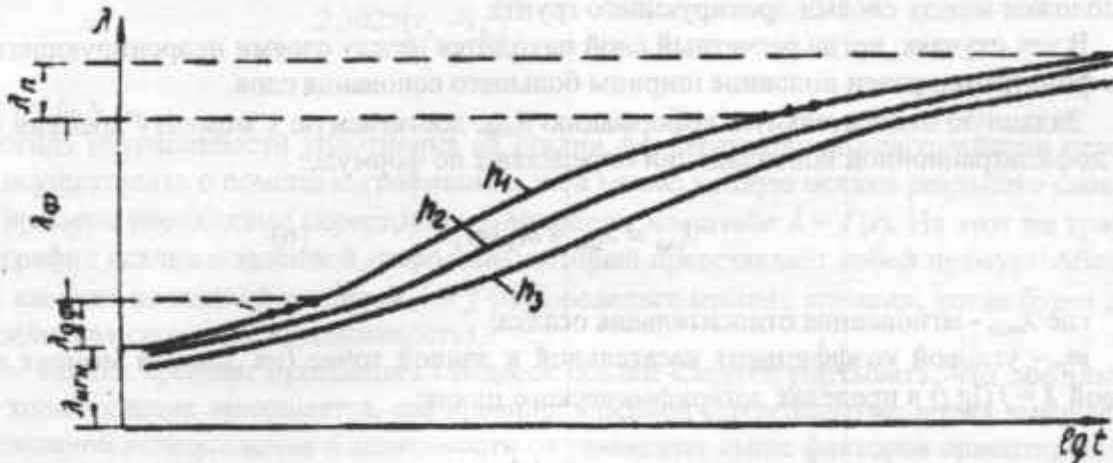


Рис. 3. Зависимость изменения относительной деформации во времени образцов глинистых грунтов с различной высотой $h < h_2 < h_3$

Расчетным слоем в склоне для прогноза времени достижения заданной относительной деформации или завершения интенсивной части осадки назначается слой с наиболее невыгодными условиями для его консолидации, к которым относятся: наибольшие коэффициент увлажнения грунта, действующая нагрузка от веса вышележащих слоев и удаление от дренирующего слоя.

В тех случаях, когда в результате предварительного анализа по указанным факторам сложно оценить расчетный слой для прогноза времени завершения осадки, необходимо провести консолидационные испытания образцов с соответствующими плотностью и влажностью грунта для каждого слоя под нагрузкой, действующей на этот слой, в условиях компрессионного опыта (одномерной задачи).

По полученным опытным кривым консолидации для различных расчетных слоев насыпи оценивается характер протекания процесса консолидации.

В результате могут быть получены следующие варианты сочетания этапов консолидации на момент достижения заданной относительной деформации и предшествующих этапов для различных слоев:

- 1-й - $\lambda_i = \lambda_{мгн} + \lambda_{ф}$;
- 2-й - $\lambda_i = \lambda_{мгн} + \lambda_{ф} + \lambda_{п}$;
- 3-й - $\lambda_i = \lambda_{мгн} + \lambda_{ф} + \lambda_{ин}$;
- 4-й - $\lambda_i = \lambda_{мгн} + \lambda_{ф} + \lambda_{п} + \lambda_{ин}$;

Если для слоев, наряду с остальными, будет получен 3-й или 4-й вариант кривой консолидации, то за расчетный принимается соответственно 3-й или 4-й вариант.

Если для слоев, наряду с остальными, будут получены и 3-й и 4-й варианты кривой консолидации, то оценивается интенсивность осадки по кривой консолидации на момент достижения заданной относительной деформации каждым слоем. В этом случае за расчетный принимается слой с наибольшей интенсивностью осадки, зависящей от вязкостных свойств грунта и величины действующей нагрузки.

Если для слоев будут получены 1-й и 2-й варианты кривой консолидации или только 2-

й, то за расчетный следует принимать 2-й вариант. Скорость протекания консолидации в этом случае будет зависеть от водопроницаемости грунта, величины действующей нагрузки и пути фильтрации отжимаемой воды.

Путь фильтрации воды из расчетного слоя определяется в зависимости от условий фильтрации, предопределяемых расположением дренирующих слоев в насыпи.

Путь фильтрации воды для расчетного слоя равен его мощности, если слой находится между слоями дренирующего и недренирующего грунта, и половине его мощности, если он расположен между слоями дренирующего грунта.

В тех случаях, когда расчетный слой находится между слоями недренирующего грунта, путь фильтрации равен половине ширины большего основания слоя.

Заданную относительную деформацию $\lambda_{\text{доф}}$, достигаемую к моменту времени t , на стадии дофильтрационной консолидации определяют по формуле:

$$\lambda_{\text{доф}} = \lambda_{\text{мгн}} + m_p \lg t, \quad (6)$$

где $\lambda_{\text{мгн}}$ - мгновенная относительная осадка;

m_p - угловой коэффициент касательной к данной точке (на данный момент времени) кривой $\lambda = f(\lg t)$ в пределах логарифмического цикла;

$$m_p = \frac{\Delta \lambda}{\lg 10^{m+1} - \lg 10^m}. \quad (7)$$

На стадии фильтрационной консолидации время достижения заданной относительной деформации реального слоя $T_{\lambda\text{доф}}$ определяется по формуле:

$$T_{\lambda\text{доф}} = t_{\lambda\text{доф}} \left(\frac{H_\phi}{h_\phi} \right)^n, \quad (8)$$

где $t_{\lambda\text{доф}}$ - время достижения заданной относительной деформации образца, мин;

H_ϕ - путь фильтрации воды в расчетном слое, м;

h_ϕ - путь фильтрации воды из образца, см;

n - показатель степени консолидации (для глинистых грунтов с $K_w = 1,1 \div 1,4$ ориентировочно может быть принят равным 1).

Прогноз осадки во времени, соответствующий последней стадии, осуществляют по формуле:

$$\lambda_m = \lambda_\phi + m_p'' \lg \frac{t_{\lambda m}}{t_{\lambda\phi}}, \quad (9)$$

где λ_m - расчетная относительная деформация на стадии ползучести;

λ_ϕ - относительная деформация, соответствующая завершению фильтрационной консолидации;

m_p'' - угловой коэффициент кривой консолидации;

$t_{\lambda m}$ - время достижения λ_m ;

$t_{\lambda\phi}$ - время завершения фильтрационной консолидации.

Для оценки интенсивности (скорости) осадки необходимо построить кривую осадки во времени реального слоя насыпи, используя формулы (6), (8) и (9).

Скорость консолидации на первой и последней стадиях следует определять соответственно по формулам:

$$v' = \frac{m_p}{2,3026t}; \quad (10)$$

$$v'' = \frac{m_p}{2,3026(t_n - t_\phi)}; \quad (11)$$

где $t < t_\phi < t_n$.

Прогноз интенсивности уплотнения на стадии фильтрационной консолидации целесообразно осуществлять с помощью графиков; с этой целью кривую осадки реального слоя насыпи во времени необходимо перестроить в линейном масштабе $\lambda = f(t)$. На этот же график наносят график осадки с заданной скоростью, который представляет собой прямую. Абсцисса точки касания последней к кривой $\lambda = f(t)$ определяет момент времени, когда будет достигнута заданная скорость (интенсивность).

При оценке времени протекания процесса осадки следует учитывать, что дофильтрационная консолидация завершается, как правило, в период строительства; время завершения фильтрационной консолидации в зависимости от указанных выше факторов ориентировочно составляет от 6 мес до 1 года, а в ряде случаев - до 2-3 лет; консолидации ползучести - от 1 года до 5 лет и более.

Плотность сухого грунта ρ_d , достигаемую под действием той или иной нагрузки, т.е. на различных горизонтах, в заданный момент времени и коэффициент уплотнения K_y определяют по результатам компрессионных и консолидационных испытаний по формулам:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+W};$$

$$K_y = \frac{\rho_d}{\rho_{d\max}}.$$

Для предварительного прогноза осадки и времени ее завершения для суглинков тяжелых пылеватых и глин могут быть использованы данные соответственно табл. 1 и 2.

Таблица 1

Коэффициент увлажнения K_w	Относительная деформация в консолидируемой зоне λ	Модуль осадки l_p , мм/м	Начальный коэффициент уплотнения K_y	Нагрузка P , МПа	Ориентировочная мощность слоя над расчетным горизонтом Z , м
1,1-1,2	0,01-0,02	10-20	> 0,90	< 0,2	< 10
1,1-1,2	0,02-0,05	20-50	< 0,90	< 0,2	< 10
1,2-1,3	0,05-0,10	50-100	\cong 0,90	0,2-0,4	10-20
1,3	0,10-0,25	100-250	> 0,90	0,2-0,4	10-20
1,3	0,20-0,25	200-250	< 0,90	0,2-0,4	10-20

Таблица.2

Коэффициент увлажнения K_w	Нагрузка P , МПа	Ориентировочная мощность слоя над расчетным горизонтом Z , м	Время завершения интенсивной части осадки
1,1-1,2	0,1-0,3	5-15	Период строительства
1,2-1,9	До 0,2 0,2-0,4 (0,6)	До 10 10-20 (40)	До 6 мес 8-10 мес
1,3-1,4	До 0,2 0,2-0,4 (0,6)	До 10 10-20 (40)	6-12 мес От 1 года до 2-3 лет

Примечания:

1. Значения начального коэффициента уплотнения K_0 , равны или близки к 0,9.
2. В скобках указаны максимальные значения.

Приложение №2.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СДВИГОВЫХ, КОМПРЕССИОННЫХ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Методика определения сдвиговых характеристик

Сопротивляемость грунта сдвигу S_{pw} (МПа, кгс/см²) рассчитывают по формуле

$$S_{pw} = p \operatorname{tg} \varphi_w + \Sigma_w + C_s, \quad (1)$$

где p - вертикальная нагрузка, МПа (кгс/см²);

Σ_w и C_s - связность и структурное сцепление грунта, МПа (кгс/см²).

Испытания проводят по методике быстрого сдвига на образцах с естественной и искусственной структурой. Скорость сдвига подбирают с таким расчетом, чтобы весь опыт длился не более 2 мин.

Величину нормальных напряжений необходимо подбирать таким образом, чтобы при проведении испытаний они не были меньше сопротивляемости грунта сдвигу при этих напряжениях. Рекомендуются следующие напряжения (нагрузки): 0,15, 0,25, 0,35 МПа (1,5; 2,5; 3,5 кгс/см²).

Начальные плотность и влажность грунта должны охватывать диапазон изменения его плотности и влажности.

Довести грунт до заданной плотности при одинаковой начальной влажности или до заданных плотности и влажности можно путем выдерживания образцов перед испытанием под различными нагрузками либо под одной нагрузкой, но разное время в приборе предварительного уплотнения.

После сдвигового испытания образца из зоны сдвига отбирают часть грунта для опре-

деления контрольной влажности.

Для разделения полного сцепления C_w на восстанавливающуюся (Σ_w) и невосстанавливающуюся (C_c) части испытывают идентичные образцы методом "плашек".

Для этой цели образцы после сдвиговых испытаний разрезают на две половины (плашки) в зоне сдвига, соединяют их в сдвиговом приборе, прикладывают ту же нормальную нагрузку, которая была принята при предшествующем испытании, и производят сдвиг образца по фиксированной поверхности. Начальные плотность и влажность образцов грунта и нагрузка на них должны быть такие же, что и при основных испытаниях.

Методика определения компрессионных характеристик

Перед установкой в прибор рабочего кольца его торцевую поверхность с двух сторон покрывают кружками фильтровальной бумаги для обеспечения двусторонней фильтрации или с одной стороны - резиновой прокладкой, с другой - фильтрационной бумагой для создания условий одномерной фильтрации.

Загружение образца грунта необходимо осуществлять ступенями: 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6 МПа (0,5; 1; 2; 4; 6 кгс/см²). Каждую нагрузку выдерживают до условной стабилизации деформации образца, равной 0,02 мм/сут.

Деформацию образца измеряют мессурами - индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм.

При методике испытаний, предусматривающей взвешивание образца после стабилизации деформации грунта под каждой ступенью нагрузки, из прибора быстро извлекают рабочее кольцо с образцом и взвешивают его, определяя изменение массы (или массу отжатой воды). Затем образец вновь помещают в компрессионный прибор и уплотняют той же нагрузкой, после чего прикладывают следующую ступень нагрузки и выдерживают ее до завершения деформации, снова определяют деформацию образца и потерю массы и т.д.

Во время опыта следует одновременно регистрировать деформацию образца и время ее достижения для определения компрессионных и консолидационных характеристик испытываемого грунта.

По опытным данным рассчитывают относительную деформацию образца под каждой ступенью нагрузки и строят график зависимости $\lambda = f(p)$ и $\lambda = f(\lg t)$. Для определения пороговой нагрузки рассчитывают коэффициент пористости ϵ и строят график зависимости $\epsilon = f(\lg P)$. Величина нагрузки, соответствующая точке перелома указанной зависимости, является начальной (пороговой).

Для возможности оценки величины и характера доуплотнения глинистых грунтов в насыпи (или в расчетных слоях) значения ступеней нагрузки в компрессионных испытаниях необходимо пересчитать на соответствующие толщины слоев насыпи по формуле $h = P/\gamma_w$, где P - нагрузка, МПа (кгс/см²).

Далее по данным компрессионных испытаний определяют плотность сухого грунта по известной формуле $\rho_d = \frac{\rho}{1+W}$. На основе полученных значений строят эпюру изменения плотности сухого грунта по высоте насыпи, т.е. плотность, которая достигается в результате доуплотнения под статической нагрузкой в зависимости от рабочей отметки. При необходимости рассчитывают коэффициент уплотнения K_y .

Для определения влияния степени влажности глинистого грунта на его деформативные свойства зависимости $\lambda = f(P)$, полученные для образцов грунта с различной начальной влажностью (различными коэффициентами увлажнения), следует перестроить, представив их в виде зависимости относительной деформации образца грунта от начального коэффициента увлажнения при различных нагрузках (или по высоте насыпи) $\lambda = f(K_w)$.

При необходимости учета соотношения объемов компонентов (воды, воздуха) грунта в заданном объеме в зависимости от различных условий (степени влажности действующей нагрузки и т.д.) их рассчитывают по результатам компрессионных испытаний:

масса сухого грунта:

$$m_r = \rho_d V_r, \quad (2)$$

где V_r - объем грунта;

масса воды:

$$m_w = W_n m_r; \quad (3)$$

объем грунта:

$$V_r = m_r / \rho_s; \quad (4)$$

объем воздуха:

$$V_{\text{возд}} = V_k - (V_r + V_w), \quad (5)$$

где V_k - объем кольца;

V_w - объем воды.

Методика определения реологических характеристик

В тех случаях, когда недостаточно данных совмещенных компрессионных и консолидационных испытаний, проводится дополнительная серия испытаний грунта на консолидацию.

Испытывают идентичные образцы различной высоты (при этом необходимо соблюдать их геометрическое подобие) или одинаковой высоты, но при разных условиях дренирования. Уплотняющая нагрузка в опыте должна соответствовать расчетной для данного слоя.

Деформацию образца следует фиксировать через определенные промежутки времени: 0,15'; 0,30'; 0,45'; 1', 2', 3', 5', 10', 15', 20', 30', 60', 90', 120', 180', 360' и далее 3 раза в сутки до достижения условной стабилизации деформации образца.

В результате обработки опытных данных строят графики зависимости $\lambda = f(\lg t)$. По характеру полученных консолидационных кривых и их взаимному расположению определяют закономерности процесса уплотнения для данного конкретного случая и факторы, влияющие на скорость этого процесса.

Условия независимости интенсивности уплотнения от высоты образца на фильтрационной и вторичной стадиях уплотнения считаются достигнутыми в следующих случаях:

- кривые консолидации образцов различной высоты (или одинаковой, но при разных условиях дренирования) совпадают;
- расхождение в относительной деформации за одно и то же время по кривым консолидации указанных образцов не превышает точности измерения деформации;
- кривые консолидации образцов с различными путями фильтрации параллельны.

Исходя из указанных условий, на полученной консолидационной зависимости $\lambda = f(\lg t)$ следует выделить участки дофильтрационной, фильтрационной консолидации и консолидации ползучести.

Переход первой стадии во вторую выражается в том, что экспериментальные точки выходят на криволинейный участок, при испытании образцов различной высоты кривые консолидации начинают расходиться. Переход второй стадии в последнюю характеризуется тем, что экспериментальные точки устойчиво ложатся на прямую линию (см. рис. 3).

За консолидационный параметр на стадии дофильтрационной консолидации и консолидации ползучести принимают угловой коэффициент m_p , на стадии фильтрационной консолидации - показатель степени консолидации n .

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ Г. ПЕРМИ

Город Пермь относится к территориям со сложными инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями, присущими только данному региону. Влияние техногенных факторов, связанных с жизнедеятельностью и инженерной деятельностью населения приводят к более интенсивному развитию негативных геодинамических процессов.

Нормативные документы по строительству относят Пермскую агломерацию к территориям с высокой, степенью развития экзогенных геологических процессов, динамично развивающихся, а следовательно, опасных. Из 20 классифицированных СНиП 22-01-95 по категориям опасности природных процессов 14 в той или иной степени развиты на территории города и должны учитываться при разработке предпроектной, проектной и рабочей документации на строительство зданий, сооружений коммуникаций и дорог. Для территории г. Перми в настоящее время характерно развитие не только природных экзогенных процессов, но и процессов, активизированных антропогенными факторами.

Так, активное развитие получила техногенная суффозия. Среди наиболее значимых факторов суффозионных явлений техногенного характера являются:

А. Наличие старых горных выработок (районы Городских Горок, Балатово и др.), образованных добычей медистых песчаников. Сырье добывалось из многих тысяч горных выработок (шахт, штолен, шурфов, штреков и квершлаггов).

Б. Наличие водоводов в траншеях и тоннелях с разуплотненным грунтом (скрытый дренаж левобережных притоков р. Камы, водопроводы большого диаметра, городской канализационный коллектор, системы ливневой канализации и др.).

В. Локальные относительно резкие изменения гидродинамических параметров грунтового потока (прорывы магистральных водоводов, утечки бытовых стоков, свободное поглощение грунтами временных водотоков и др.).

Г. Комплекс вышеперечисленных причин в совместном проявлении.

Среди комплекса экзогенных процессов подтопление, с точки зрения социально-экономического ущерба, занимает ведущее место и во многом определяет развитие других опасных процессов – эрозионных и карстово-суффозионных, химическое, тепловое и бактериальное загрязнение почв, грунтов, поверхностных и подземных вод, затопление, заболачивание, развитие просадочности грунтов, оползней. Изменение инженерно-геологических свойств, связанное с загрязнением подземной и поверхностной гидросфер приводит к формированию геологической сферы, агрессивной к строительным конструкциям, фундаментам и коммуникациям.

Подземная гидросфера городской территории, особенно – первые от поверхности водонесные горизонты, чутко реагируют на антропогенные воздействия. Вследствие многолетнего загрязнения резко возросла минерализация подземных вод, увеличилось количество хлоридов и сульфатов, изменились физические свойства воды, появились специфические показатели загрязнения – растворенные металлы, фенолы, органические соединения, нефтепродукты. Подтопление застроенных территорий и приобретенная агрессивность вод к железобетонным и металлическим конструкциям снижают устойчивость зданий и сооружений, безопасность их эксплуатации. Для подземных вод Перми характерно увеличение гидрокарбонат-иона с ростом минерализации за счет постоянного поступления в подземные воды CO_2 из культурных отложений. Происходит непрерывное выщелачивание карбонатов из покровных суглинков, песчаников и аргиллитов коренных отложений, а также из бетонных конструкций фундаментов зданий и сооружений, что, в конечном счете, снижает их надежность.

Широко распространены на территории города специфические (СНиП 1.02.07-87, СНиП 11-02-96) и особые (СНиП 2.05.02-85) грунты (набухающие, просадочные, техногенные, элювиальные, торфяные и заторфованные), не только осложняющие промышленное,

гражданское и автомобильное строительство, но и требующие дополнительного и тщательного изучения при использовании их в качестве оснований зданий и сооружений.

Важное значение при оценке опасности геологических процессов и риска их проявления имеют участки интенсивной трещиноватости и разрывных тектонических нарушений в коренных породах. Однако, признаки идентификации дизъюнктивных нарушений в условиях аллювиально-делювиального чехла, перекрывающего коренные породы, трудноопределимы.

Каждый из административных районов г. Перми и новых (по разработанному в первой половине 90-х годов генплану) регионов агломерации в той или иной мере поражен опасными геологическими процессами, степень опасности, развития и распространения которых определяется природными условиями и техногенной нагрузкой.

Распространение опасных геологических процессов на территории г. Перми (по данным ОАО ВерхнекамГИСИЗ)

Таблица 1.

Административные районы	Инженерно-геологические процессы и явления												
	АГС	В	Зб	Зт	КС	Об	Оп	ПрБ	ПрГ	ПрТ	Пт	Э	Эол
Дзержинский	++	+	+++	+++	+++	-	+	++	+	++	+++	+	-
Индустриальный	++	++	+	++	++	+	+	+	++	+++	+++	++	-
Кировский	+++	+	+++	++	+	-	+	+++	+	+	+++	+	+
Ленинский	++	++	+++	+++	++	+	+	+++	+	++	+++	+	+
Мотовилихинский	++	+++	+++	++	++	+	++	++	++	+++	++	+++	+
Орджоникидзевский	+++	+++	++	++	++	+	++	+++	+	++	+++	++	-
Свердловский	+++	+++	+	-	+++	+	++	-	++	+++	+++	++	-

Условные обозначения:

АГС – агрессивная (к строительным конструкциям и коммуникациям) геологическая среда (воды и грунты);

В – выветривание скальных и полускальных грунтов (формирование трещиноватой и крупнообломочной зон коры выветривания);

Зб – заболачивание; Зт – затопление;

КС – карстово-суффозионные (в том числе выщелачивание сульфатных линз в терригенных породах) и суффозионные (в основном обусловленные техногенными причинами);

Об – обвалы и осыпи; Оп – оползни и оплывины (включая солифлюкционные);

ПрБ – переработка берегов водохранилищ; ПрГ – просадочность лессовидных грунтов;

ПрТ – горно-геологические, связанные с горными выработками XVIII-XIX вв. (подработанные территории);

Пт – подтопление; Э – эрозионные; Эол – эоловые (развевание и перенос песчаных и пылеватых грунтов).

Активность проявления: +++ – сильная, ++ – средняя, + – слабая.

На территории города Перми можно выделить четыре территориальных оползнеопасных района: район №1 – территория Ленинского и Свердловского административных районов – долина реки Данилихи, осложненная прибрежной овражной сетью; район №2 – территория Мотовилихинского административного района – долины рек Егошиха, Ива, Толожанка, Большая Мотовилиха; район №3 – территория Дзержинского административного района – устье реки Мулянки и долина взятой в трубу Пермьянки; район №4 – Индустриальный административный район – долины рек Мулянка и Пыж.

Приводятся характерные инженерно-геологические условия данных районов и их изменение во времени по наблюдениям 1962 – 2000 гг.:

Наблюдения 1962-64 годов.

Наиболее характерные инженерно-геологические условия для этих площадок следующие:

Районы №1,2. На основании материалов инженерно-геологических изысканий установлено следующее геологическое строение участка:

1. Суглинки светло-коричневые, бурые общая мощность слоя до 11,5...12,3 м. В верхней части (2-3м) плотные, слабовлажные.
2. Галечник с примесями песка.
3. Песчаник темно-серый, плотный.

Грунтовые воды находятся в песчаниках на глубине 15,0...18,0 м.

Район №4. В геоморфологическом отношении площадка приурочена к левобережному склону IV надпойменной террасы реки Камы и сложена четвертичными аллювиально-делювиальными отложениями, подстилаемыми коренными породами пермской системы казанского яруса.

Наиболее характерное напластование:

1. Песок мелкозернистый, мощность 1-2 м.
2. Суглинок от полутвердого до мягкопластичного, мощность 3...7 м.
3. Песок мелкозернистый с включением гравия, мощность 1,5...4,5 м.
4. Гравийно-галечниковые отложения.
5. Коренные породы глины вапп Казанского яруса Пермской системы находятся на глубине 7...12 м.

Грунтовые воды приурочены к толще аллювиальных песков и находятся на глубине 7...11 м. Наиболее хорошо изучены физико-механические характеристики основного несущего слоя – суглинка (Табл.1).

Пермские породы: представлены Кунгурским и Казанским ярусами. Они представлены песчаниками, переслаивающимися с мергелистыми красновато-бурыми и шоколадного цвета глинами. Песчаники имеют красновато-бурую и серую с желтым окраску, они слоисты и трещиноваты. Песчаники в районе города в верхней толще пород Казанского яруса местами проникнуты окисленными и сернистыми медными рудами и называются медистыми. Аргиллиты Казанского яруса являются глинами, превращенными процессами давления и цементации в полускальную породу. Аргиллиты имеют коричневую окраску. Они плотные, слоистые и часто образуют переслаивания с песчаниками. Местами выветрены до состояния глины.

Четвертичные породы: Аллювиальные отложения относятся к древним и современным. Древний аллювий слагает высокие террасы и водоразделы, современный – острова в пойме речек и Камы. Аллювиальные отложения характеризуются большой неvyдержанностью по простиранию, небольшой мощностью отдельных слоев, слоистостью нормальной и косой. В общем разрезе аллювия, слагающего террасы и водоразделы, можно выделить три







комплекса пород: песчано-гравелистый, мелкопесчаный и суглинистый. Нижний песчано-гравийный комплекс залегает на Пермских породах и представлен песчано-глинистыми отложениями, мощность их колеблется в пределах 4 – 6 м. На гравелистых отложениях лежит мелко-песчаный комплекс пород. Основное распространение имеют мелкие пески, среди которых встречаются линзы и прослойки супесей и суглинков. Общая мощность среднего комплекса 2 – 4 м. Верхний комплекс представлен пылеватыми суглинками и супесями и имеет мощность 6 – 8 м.

Гидрогеологические условия площадки: в четвертичных породах встречены верховодка и аллювиальный водоносный горизонт. Верховодка встречена узкой полосой вдоль Казанского тракта. Ее наличие обусловлено отсутствием стока атмосферных вод и распространением водонепроницаемых пластов. Породами, вмещающими верховодку, являются средне- и мелкозернистые пески. Водоупором служат суглинки. Глубина залегания верховодки 2,0-4,5 м. Мощность небольшая, весьма не постоянная. Амплитуда колебаний в течении года варьируется в пределах 40 – 50 см, максимальное положение в мае-июле и минимальное в зимние месяцы. Аллювиальный водоносный горизонт приурочен к нижней части аллювиальной толщи, вмещающими породами являются гравелистые пески, залегающие на контакте с коренными породами. Мощность водоносного горизонта достигает 5 м. Грунтовые воды питаются в основном за счет атмосферных осадков.

Наблюдения 1965 года.

Район №1. В геологическом отношении участок представлен озерно-речными отложениями. Литологическое строение: с поверхности залегают суглинки коричневые тугопластичные, мощностью 1,6-2,5 м. Ниже суглинки светлокоричневые от тугопластичной до мягкопластичной консистенции – мощность 3,4-3,8 м. Далее суглинки плотные с включением мелкозернистого окатанного гравия до 5% - мощность 4,1 – 5,7 м. Грунтовые воды залегают на глубине 2-3 м. Физико-механические характеристики суглинков приведены в табл.2.

Район №2. Литологическое строение площадки характерное. С поверхности залегает слой аллювиально-делювиальных буроватых суглинков, мощность 11,1- 12,2 м. Ниже располагается слой темно-серых плотных песчаников. Грунтовые воды находятся в слое песчаников на глубине 14 – 17 м. Физико-механические характеристики суглинков приведены в табл.2.

Район №4. Грунты залегают горизонтальными пластами. С поверхности до глубины 5,5-5,7 м идут аллювиально - делювиальные суглинки от красно-коричневого до желто-коричневого цвета, консистенция их меняется от твердой до мягкопластичной. Ниже уровня верховодки, горизонт которой расположен на глубине от 2,2 до 3,7 м, указанные суглинки находятся в текучепластичном и местами текучем состоянии. Под слоем аллювиально-делювиальных суглинков располагаются плотные моренные суглинки коричневого цвета с редкими включениями гравия кремнистых пород. Моренные суглинки являются водоупором для верховодки, мощность их составляет в среднем около 7 метров. Физико-механические характеристики суглинков приведены в табл.2.

Табл. 1 Физико-механические характеристики аллювиально-делювиальных суглинков (данные 1962-64 г)

Характеристика	Район №2							Район №4	
	Студенческая 15	Студенческая, 1	Крулская 55/19	Студенческая, 5	Макаренко, 10	Крулской, 37	Макаренко, 14	Школа	Мира, 2
Плотность (г/см ³)	1,83	1,75	1,85	1,74	1,86	1,86	1,85	1,87	1,76
Плотность скелета (г/см ³)	1,48	1,44	1,56	1,43	1,54	1,53	1,51	1,57	1,41
Природная влажность (д. ед.)	0,225	0,22	0,180	0,216	0,24	0,213	0,229	0,200	0,242
Число пластичности (д. ед.)	0,144	0,119	0,150	0,114	0,118	0,139	0,108	0,12	0,099
Показатель текучести (д. ед.)	0,21	0,1	0,02	0,196	0,25	0,1	0,36	0,186	0,31
Степень влажности (д. ед.)	0,75	0,68	0,74	0,634	0,79	0,76	0,78	0,72	0,73
Коэффициент пористости (д. ед.)	0,78	0,85	0,72	0,89	0,74	0,77	0,78	0,73	0,89
Удельное сцепление (КПа)	30	24	28			24		30	20
Угол внутреннего трения (град)	20	19	22			19		22	16
Коэффициент уплотнения (см ² /кг)	0,036	0,04	0,030					0,04	0,04
Модуль деформации (МПа)				14				4,6	

Табл. 2 Физико-механические характеристики аллювиально-делювиальных суглинков (данные 1965-67 г)

Характеристика	Бахаревка	Тимирязева	Крупской 41, 43, 45	Студенческая 18, 22, 24, 26	Дружбы 23, 23, 27	Ким, 92	Тургенева 12,14,18/1
Плотность (г/см ³)	1,82	1,83	1,93	1,93	1,91	1,89	1,93
Плотность скелета (г/см ³)	1,46	1,47	1,55	1,52	1,53	1,54	1,52
Природная влажность (д. ед.)	0,24	0,24	0,246	0,268	0,249	0,233	0,268
Число пластичности (д. ед.)	0,13	0,101	0,121	0,150	0,117	0,127	0,147
Показатель текучести (д. ед.)	0,21	0,26	0,38	0,380	0,405	0,35	0,39
Степень влажности (д. ед.)	0,606	0,58	0,88	0,93	0,88	0,83	0,97
Коэффициент пористости (д. ед.)	0,72	0,76	0,75	0,775	0,771	0,766	0,739
Удельное сцепление (КПа)	29	25	40	40	40	35	38
Угол внутреннего трения (град)	17	22	22	22	22	19	21
Коэффициент уплотнения (см ² /кг)			0,019	0,020	0,020	0,019	0,016
Модуль деформации (МПа)	14	5...7	10	10	10	10	10

Наблюдения 1990 – х годов.

Районы № 1,2.

В геоморфологическом отношении территория приурочена к IV древней цокольно - аккумулятивной левобережной террасе р. Кама. В основании залегают суглинки коричневые, пылеватые, мягко и тугопластичной консистенции. Мощность слоя 15,0...16,0 м.

В геологическом строении также принимают участие четвертичные отложения аллювиально-делювиального происхождения, алевролиты и песчаники верхнепермского возраста. Литологическое строение площадки:

1. Насыпной грунт, слежавшийся коричневый суглинок с различным содержанием строительного мусора. Мощность 0,5...2,1 м.

2. Суглинки аллювиально-делювиальные коричневые от полутвердой до текучепластичной консистенции. Мощность слоя 5,5...8,5м.

3. Гравийный грунт аллювиальный с глинистым заполнителем, с прослоями супеси коричневой, текучей и песка средней крупности, водонасыщенный. Мощность 1,6...2,0 м.

4. Суглинки аллювиальные коричневые, мягко- тугопластичные. Мощность 1,8...2,0м.

В гидрогеологическом отношении площадка характеризуется наличием горизонта грунтовых вод, приуроченного к аллювиальным гравийным отложениям. Подземные воды вскрыты на глубине 8,0 м от поверхности (абс.отм. 147,0...145,7м), установившийся уровень зафиксирован на глубине 7,0 м от поверхности земли (абс.отм. 148,0...147,6м).

Район №3.

В геоморфологическом отношении площадка расположена на поверхности II надпойменной террасы р. Камы.

В геологическом строении площадки принимают участие отложения двух систем: четвертичной и пермской.

Четвертичная система (Q):

Техногенные отложения (tQiv): насыпной грунт – суглинок с примесью песка, щебня, строительного мусора, давность отсыпки более 5 лет. Мощность 0,3...0,8 м.

Аллювиальные отложения (aQ):

- супесь светло-коричневая, коричневая песчанистая твердая и пластичная. Мощность 0,8...2,0 м.

- суглинок серовато-коричневый, преимущественно тяжелый песчанистый, до глубины 5,0 м – текучепластичный, ниже мягкопластичный с линзами и прослоями песка мелкого и супеси. Мощность слоя 15,0...17,0 м.

- глина коричневая от полутвердой до мягкопластичной консистенции в основании слоя с гравием и галькой. Мощность 0,8...3,0 м.

Пермская система (P2): аргиллит, коричневый, очень низкой прочности, сильно выветрелый, сильно трещиноватый. Вскрытая мощность – 1,5м.

Гидрогеологические условия. В гидрогеологическом отношении площадка характеризуется наличием водоносного горизонта в суглинках мягко и текучепластичных на глубинах 2,0-2,8 м (отм.129,7-131,6 м в системе высот г.Перми). При изысканиях 1952 года на площадке были встречены подземные воды типа «верховодки» на глубинах 2,0-4,5 м от поверхности земли. Из-за отсутствия поверхностного водостока, застройки участка и наличия водонепроницаемых пластов верховодка превратилась в постоянный водоносный горизонт. Питание его происходит за счет атмосферных осадков, возможных утечек из водонесущих коммуникаций и инфильтрации поверхностных вод (вода с запахом нефтепродуктов).

Районы №4.

В геоморфологическом отношении площадка изысканий приурочена к III надпойменной террасе р. Камы. Рельеф ровный, с общим уклоном в северном направлении. По данным изысканий в геологическом строении принимают участие верхнепермские отложения, перекрытые четвертичными образованиями. Четвертичные отложения представлены аллювиальными суглинками с линзами и прослоями супеси, песка мелкого, пылеватого и песчано-гравийными грунтами: песком средней крупности, гравелистым, переходящим в гравийный грунт с песчаным заполнителем, супесью гравелистой. Верхнепермские отложения представлены аргиллитами с прослоями песчаника и алевролита, встречены на отметках 109,9-113,8 м. Грунтовые воды в различные периоды изысканий встречены в гравелистом песке и гравийном грунте на различных глубинах: в августе-ноябре 1973 г. на глубине 6,4-7,6 м (отметки 119,6-120,5 м), в ноябре-декабре 1977 г. на глубине 9,8-13,7 м (отметки 117,7-118,4 м). Кроме того, в весенне-осенние периоды возможно локальное появление верховодки в слое песков мелких и пылеватых, супеси на глубине 1,5-2,5 м от поверхности. Питание грунтовых вод происходит за счет атмосферных осадков, вследствие чего и происходит сезонное колебание их уровня.

Геологический литологический разрез площадки следующий (сверху вниз):

Четвертичные отложения – Q

- Насыпной грунт отсыпан сухим способом, представлен слежавшимся суглинком коричневым, тугопластичным, с различным содержанием строительного мусора (битым кирпичом, бутовым камнем, шлаком и пр.). Мощность слоя 2,2-3,6 м.
- Суглинки аллювиальные коричневые пылеватые от текучепластичной до твердой консистенции, с прослоями и линзами песка мелкого с глубины 7,4 м с включениями гравия до 15%. Вскрытая мощность слоя 5,0 м.
- Гравийный грунт аллювиальный с суглинистым заполнителем до 20%, в кровле с линзами суглинка. Вскрытая мощность слоя 2,8 м. Гравий и галька кварцевого состава.
- Песок гравелистый, водонасыщенный, с включением гравия до 30-40%. Вскрыт скважиной на отметке 117,34 м мощностью 1,2 м.
- Гравийный грунт с песчаным заполнителем до 20-30%, водонасыщенный, заполнитель – песок средней крупности. Гравий и галька кварцевого состава.

Установившийся уровень грунтовых вод зафиксирован на глубинах 6,0...6,5 м от поверхности земли.

Физико-механические характеристики аллювиально-делювиальных суглинков приведены в табл.3.

Табл. 3 Физико-механические характеристики аллювиально-делювиальных суглинков (данные 1999-2002 гг.)

Характеристика	Районы №1,2				Районы № 3,4			
	Уральская, 113	Крупской, 43,45	Р. Землячки, 8	Р.Землячки, 12	ПО «МОРИОН»	Ул. Снайперов, 9	ул. Мира, 16	Фабрика ГОЗНАК
Плотность (г/см ³)	1,83	1,77	1,81	1,83	1,76	1,81	1,84	1,99
Плотность скелета (г/см ³)	1,46	1,36	1,44	1,5	1,47	1,47	1,49	1,54
Природная влажность (д. ед.)	0,27	0,305	0,252	0,274	0,234	0,265	0,26	0,274
Число пластичности (д. ед.)	0,144	0,15	0,122	0,133	0,105	0,115	0,110	0,122
Показатель текучести (д. ед.)	0,58	0,715	0,58	0,64	0,702	0,66	0,82	0,85
Степень влажности (д. ед.)	0,988	1,035	0,796	0,86	0,721	0,845	0,865	0,977
Коэффициент пористости (д. ед.)	0,849	0,800	0,872	0,849	0,838	0,854	0,814	0,766
Удельное сцепление (КПа)	20	17	22	20	11	8	5	7
Угол внутреннего трения (град)	14	9	9	18	17	13	20	11
Модуль деформации (МПа)	6	8,5	6,17	13	4,5	5,55	8,4	2,1/6,3

**ПЕРЕЧЕНЬ
ОСНОВНЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ**

- 1 СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
- 2 СНиП 1.02.07-87. Инженерные изыскания для строительства.
- 3 СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений.
- 4 СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. БСТ: №5-90, №№ 11,12-93.
- 5 СНиП 2.01.15-90. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования.
- 6 СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты.
- 7 СНиП 2.06.15-85. Инженерная защита территории от затопления и подтопления.
- 8 СНиП 3.02.03-91. Геотехнический контроль в строительстве (проект).
- 9 СНиП 2.02.02-85 Основания гидротехнических сооружений.
- 10 ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету. Изменение N 1 ГОСТ 27751-88.
- 11 ГОСТ Р 22.1.06-99 Мониторинг и прогнозирование опасных геологических процессов и явлений .
- 12 ГОСТ 25100-82 Грунты. Классификация.
- 13 ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
- 14 ГОСТ 20276-85 Грунты. Методы полевого определения характеристик деформируемости.
- 15 ГОСТ 24846-81 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений.
- 16 ГОСТ Р 22.0.03—95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
- 17 Руководство по геотехническому контролю в энергетическом строительстве: РД 34.15.073-91/ВНИИГ.
- 18 Руководство по проектированию и устройству заглубленных инженерных сооружений. НИИСК Госстроя СССР.- М.1986.
- 19 Типовое положение о строительных лабораториях/Госстрой СССР. - М., 1977.

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество	Стоимость
1	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
2	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
3	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
4	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
5	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
6	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
7	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
8	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
9	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
10	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
11	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
12	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
13	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
14	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
15	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
16	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
17	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
18	Служба технической поддержки	шт.	1	10000
19	Служба технической поддержки	шт.	1	10000

Лицензия ПД-11-0002 от 15.12.99

Подписано в печать 27.12.2005. Набор компьютерный. Бумага ВХИ. Формат 60X90/8. Усл. печ. л. 5,75. Заказ № 1695/2005. Тираж 50 экз.

Отпечатано на ризографе в отделе Электронных издательских систем ОЦНИТ Пермского государственного технического университета 614000, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к.113, т.(342) 219-80-33