

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Исторические решения XXVII съезда КПСС* поставили грандиозные задачи интенсификации производства во всех отраслях народного хозяйства и повышения качества выпускаемой продукции. Это в полной мере относится и к строительству, так как в указанной отрасли до сих пор не изжит ручной труд, поэтому низка производительность труда, что сказывается на сроках строительства. Во многих случаях на выполнение работ нулевого цикла, включающих устройство оснований и фундаментов, затрачивается больше времени, чем на возведение сборных надземных конструкций зданий. Кроме того, стоимость фундаментных работ иногда составляет до 40 % от общей стоимости сооружений, поэтому их удешевление дает вполне ощутимый эффект, выражающийся в миллионах рублей. Добиваясь уменьшения таких затрат следует путем интенсификации производства, в т. ч. за счет максимальной индустриализации и автоматизации работ, не допуская при этом возведения ненадежных фундаментов, так как это может привести к обрушению зданий и сооружений.

Надежность оснований и фундаментов и удешевление работ по их устройству в значительной степени зависят от умения правильно оценить инженерно-геологические условия площадок строительства, свойства грунтов в основаниях и совместную работу этих грунтов с деформирующимися фундаментами и конструкциями сооружения, от рациональности выбранных типов оснований и фундаментов и размеров последних от качества выполнения работ.

Изучение материала, изложенного в данном учебнике, позволит будущему инженеру-строителю правильно оценивать инженерно-геологические условия, проектировать основания и фундаменты и выполнять работы по их устройству.

За основу настоящей книги взято первое издание учебника. Вследствие включения в дисциплину «Механика грунтов, основания и фундаменты» спецкурса инженерной геологии пришлось сократить текст некоторых глав, включив главы «Геодинамические процессы и влияние их на сооружения» и «Инженерно-геологические изыскания».

При составлении второго издания учебника были учтены новые СНиПы и новейшие достижения в области фундаментостроения.

* Ссылки на документы Съездов и Пленумов КПСС, а также на труды В. И. Ленина, К. Маркса и Ф. Энгельса в учебных изданиях были обязательны для советского периода.

Автор благодарит сотрудников кафедры оснований, фундаментов и механики грунтов ЛИСИ, а также многих профессоров и доцентов других вузов, приславших замечания по первому изданию и высказавших свои пожелания. Однако учесть во втором издании все замечания не представилось возможным вследствие ограниченного объема учебника.

Автор приносит огромную благодарность проф. И. В. Финаеву, давшему ценные замечания по рукописи.

ВВЕДЕНИЕ

1. Основные понятия и определения. Всякое сооружение передает действующие на него нагрузки, включая собственный вес, на основание. Основание — это напластование грунтов, воспринимающее давление от сооружения (рисунок). Различают основания естественные, сложенные природными грунтами и искусственно улучшенные.

Располагать сооружение непосредственно на поверхности земли (на дневной поверхности) можно в редких случаях. Этому препятствуют особенности верхних слоев грунта:

их малая несущая способность;

возможность вертикального перемещения под воздействием метеорологических факторов (пучение при промерзании, просадка при оттаивании, набухание при увлажнении, усадка при высыхании);

возможность разрушения землероями, выветриванием и корнями растений.

По указанным причинам необходимо устройство *фундамента — подземной конструкции, предназначенной главным образом для передачи давления на грунты, лежащие на некоторой глубине.*

Фундамент 1 (см. рисунок) чаще всего располагают ниже поверхности земли 2. Надземные конструкции 3 опираются на верхнюю плоскость фундамента — его обреза 4. Нижнюю плоскость фундамента называют подошвой 5. В основании различают несущий слой грунта 6, на который передается давление от фундамента, и подстилающие слои 7.

Высота фундамента h_f обычно несколько меньше глубины его заложения d , поскольку обрез фун-

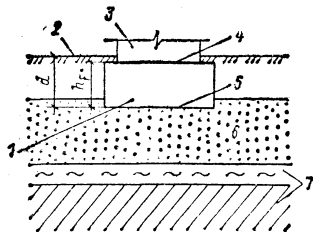


Схема фундамента с основанием

дамента располагают, как правило, ниже планировочной отметки поверхности земли около фундамента.

Грунтами называют горные породы коры выветривания литосферы. Различают грунты скальные, полускальные, крупнообломочные, песчаные, пылевато-глинистые, органогенные и техногенные.

2. Состав курса и его связь с другими дисциплинами. Курс состоит из трех разделов.

В первом разделе «Спецкурс по инженерной геологии» рассматриваются свойства грунтов, инженерно-геологические изыскания и геодинамические процессы.

Во втором разделе «Механика грунтов» освещаются вопросы распределения напряжений в грунтах, деформации и условия устойчивости массивов грунтов.

В третьем разделе «Основания и фундаменты» рассматриваются вопросы проектирования и устройства фундаментов в различных грунтовых условиях.

Для усвоения курса необходимо знать следующие дисциплины: инженерную геологию, сопротивление материалов, теорию упругости, строительную механику, строительные конструкции, технологию строительного производства, технику безопасности и экономику. В то же время надземные конструкции невозможно рационально спроектировать без оценки деформаций грунтов основания, так как от этих деформаций зависят усилия, возникающие в конструкциях, а иногда и сохранность конструкций.

3. Основные задачи курса. Грунты основания обычно обладают в тысячи раз большей деформативностью и в сотни раз меньшей прочностью, чем материалы, из которых возводятся сооружения, поэтому надежное существование последних в значительной степени зависит от величины неравномерности деформаций грунтов оснований. Следствием неправильной оценки характера напластований и строительных качеств грунтов часто являются большие деформации конструкций сооружений и даже их разрушение.

Деформации грунтов в основании в значительной степени зависят от нагрузки по подошве фундаментов. В связи с этим при проектировании фундаментов конструкции и размеры их в плане требуется выбирать с учетом совместной работы грунтов в основании и конструкций сооружения, при которой обеспечивались бы нормальные условия эксплуатации последних.

Поскольку деформации несущего слоя основания зависят от характера нарушения их природного состояния, необходимо во время строительства стремиться сохранять структуру грунтов основания.

При глубоком изучении предлагаемого курса выпускники вузов будут уметь:

правильно оценивать возможные геодинамические процессы, свойства грунтов, возможности их деформации и потери устойчивости под действием нагрузок;

разрабатывать меры по уменьшению или исключению воздействия геодинамических процессов на возводимые сооружения;

улучшать в случае необходимости строительные качества грунтов для возможности использования их в основании;

определять рациональные размеры фундаментов и вид подземных конструкций сооружений;

выбирать методы устройства фундаментов, при которых не нарушилась бы структура грунтов в основании в период строительства;

Стоимость работ по подготовке оснований и устройству фундаментов обычно составляет 5...10 % от общей стоимости здания, при сложных грунтовых условиях она может превысить 20 %. Это свидетельствует о важности изучения перечисленных основных задач курса.

4. Роль отечественных ученых в развитии науки инженерной геологии, механики грунтов, оснований и фундаментов. Еще в I в. до н. э. римский архитектор и инженер Витрувий в трактате «Десять книг об архитектуре» подчеркивал важность устройства надежных фундаментов, включая свайные. По мере увеличения веса возводимых сооружений строители стали уделять вопросам фундаментостроения и оценке деформации грунтов в основании все большее внимание. Первой капитальной теоретической работой по механике грунтов следует считать теорию Кулона (1773 г.) о давлении грунтов на подпорные стенки. В современной постановке теория предельного равновесия грунтов развита советскими исследователями В. В. Соколовским, В. Г. Березанцевым, М. В. Малышевым и др.

Большой вклад в развитие инженерной геологии сделали В. Д. Ломтадзе, В. В. Охотин, В. А. Приклонский, Ф. П. Саваренский, Е. М. Сергеев, М. И. Сумгин и др.

Разработка вопросов оценки деформаций грунтов и расчета осадки фундаментов, начатая за рубежом К. Терцаги, получила в нашей стране в связи с огромным строительством значительное развитие в трудах Н. М. Герсеванова, Н. А. Цытовича, В. А. Флорина, Н. Н. Маслова, М. Н. Гольдштейна, К. Е. Егорова, Б. И. Далматова и многих других отечественных ученых. Исследования ползучести грунтов освещены в работах С. С. Вялова, С. Р. Месчана, Ю. К. Зарецкого, А. Я. Будина и др.

Выполнено много работ по оценке свойств и деформируемости структурно неустойчивых грунтов. Деформациям вечномерзлых грунтов посвящены работы Н. А. Цытовича, С. С. Вя-

лова и др.; лессовых грунтов — работы Ю. М. Абелева, Н. Я. Денисова, А. К. Ларионова и др.; торфянистых грунтов — работы Л. С. Аморяна, Н. Н. Морарескула и др. Деформируемость грунтов при динамических воздействиях исследовалось Д. Д. Барканом, П. Л. Ивановым, Н. Н. Масловым и др.

В области расчета фундаментных балок и плит на упругом основании заслуживают внимания работы М. И. Горбунова-Посадова, И. А. Симвулиди, Б. Н. Жемочкина, А. П. Синицина и др.

Многочисленные исследования посвящены оценке совместной работы несущих конструкций сооружений с деформируемым основанием. Этим вопросом, в частности, занимались Б. Д. Васильев, С. Н. Клепиков, Д. Е. Польшин, А. Б. Фадеев и др.

Эти и многие другие работы, выполненные советскими учеными, послужили основой для создания теории расчета и норм проектирования оснований по предельным состояниям.

За последние 30 лет фундаменты на естественном основании во многих случаях вытеснены свайными фундаментами. Большой вклад в развитие расчетов и применения свайных фундаментов внесли А. А. Бартоломей, Б. В. Бахолдин, Н. М. Герсевич, В. Н. Голубков, Б. И. Далматов, Ф. К. Лапшин, А. В. Паталеев, Ю. В. Россихин, Ю. Г. Трофименков и др. В последнее время все шире применяются сваи, изготавливаемые в грунте (набивные). Этому способствовали исследования, проведенные Е. Л. Хлебниковым, А. А. Лугой, Ф. К. Лапшиным, Е. М. Перлеем и др.

5. Значение науки механики грунтов, оснований и фундаментов в век технического прогресса. В настоящее время возводятся все более высокие здания и тяжелые сооружения. Кроме того, в промышленных зданиях часто устанавливается уникальное оборудование, не допускающее сколько-нибудь ощутимых взаимных смещений. То и другое заставляет предъявлять особые требования к основаниям и фундаментам, что обуславливает удорожание строительства, так как нагрузку от фундаментов приходится передавать на более плотные грунты. Однако при правильном прогнозе совместной деформации грунтов и конструкций возводимого сооружения можно найти решение, обеспечивающее требуемую надежность. Поэтому перед специалистами стоят задачи разработки методов прогноза с требуемой точностью совместной деформации надземных конструкций и основания.

Наиболее сложно решаются вопросы передачи нагрузки на основание при реконструкции зданий и предприятий.

Строителям все чаще приходится заглублять различное оборудование в грунт и даже устраивать подземные этажи. В таких случаях грунты не только воспринимают давление от сооружений, но и сами создают нагрузку на боковые поверх-

ности заглубленных в грунт конструкций, т. е. являются средой, в которой приходится возводить такие конструкции. Это расширяет задачи, решаемые при устройстве подземных частей сооружений.

Таким образом, при проектировании и возведении фундаментов и заглубленных в грунт частей сооружений инженер-строитель должен правильно оценивать инженерно-геологические условия площадки строительства, уметь решать задачи не только с позиции совместной работы сооружений с основаниями, но и в части оценки грунтов как среды, в которой возводятся конструкции.

СПЕЦИАЛЬНЫЙ КУРС ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ

1.1. Происхождение, состав грунтов и свойства их составных частей

1.1.1. Происхождение грунтов

Магматические горные породы (скальные грунты) образовались при остывании магмы, а также в результате горообразовательных процессов. Вследствие физического и химического выветривания они постепенно превращались в рыхлые горные породы. Раздробленные частицы горных пород перемещались в пониженные части поверхности земли, где откладывались (по пути измельчаясь), образуя осадочные породы. В некоторых случаях при большом давлении и повышении температуры осадочные породы подвергались метаморфизму, так образовались метаморфические (скальные) породы. Если в процессе горообразования они оказались близко к поверхности земли, то под воздействием химического выветривания образовывали крупноскелетные или мелкодисперсные грунты.

Грунтами строители называют верхние слои коры выветривания литосферы и относят к ним скальные, полускальные и рыхлые горные породы.

В большинстве случаев верхние слои земной коры сложены крупнообломочными, песчаными, пылевато-глинистыми, органо-генными и техногенными грунтами. Ниже поверхности земли эти дисперсные грунты имеют почти повсеместное распространение. Поэтому в дальнейшем будем называть их грунтами и особо отмечать скальные и полускальные грунты.

Большая часть дисперсных грунтов образовалась в результате накопления продуктов физического и химического выветривания. Некоторые грунты возникли вследствие отложения органических веществ (торф и др.), а также в результате искусственной отсыпки или намыва различных материалов (техногенные отложения). В процессе физического выветривания образовались крупнообломочные и песчаные грунты. Результатом химического и частично биологического выветривания являются минералы, составляющие мелкодисперсную часть пылевато-глинистых грунтов.

В зависимости от условий образования различают грунты континентальные и морские. К континентальным относят элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, дельтовые, латунные, эоловые и все виды ледниковых отложений, к морским — все накопления из материала, приносимого в море поверхностными водными потоками и образующегося при переработке морских берегов волновым прибоем.

Из-за различий в условиях образования и последующих процессов диагенеза свойства грунтов весьма разнообразны. В ряде случаев наблюдается разнообразие свойств и у грунтов одного и того же происхождения. В связи с этим грунты являются телами неоднородными как по глубине, так и по простираанию слоя.

1.1.2. Составные части грунтов

В большинстве случаев грунты состоят из трех компонентов: твердых частиц (твердых тел), воды (жидкого тела) и воздуха или иного газа (газообразного тела), т. е. составные части грунта находятся в трех состояниях: твердом, жидком и газообразном. Соотношение этих компонентов обуславливает многие свойства грунтов.

Если грунт состоит из твердых частиц, все поры между которыми заполнены водой, то он является двухкомпонентной (двухфазной) системой. Иногда такой грунт называют грунтовой массой. В большинстве же случаев в грунте, кроме твердых частиц и воды, имеется воздух или иной газ, либо растворенный в поровой воде или находящийся в виде пузырьков, окруженных поровой водой, либо свободно сообщающийся с атмосферой. Такой грунт является трехкомпонентной (трехфазной) системой.

В мерзлом грунте, кроме того, содержится лед (пластичное тело). Он придает грунту специфические свойства, которые приходится учитывать, особенно при строительстве в районах распространения вечномерзлых грунтов. Мерзлый грунт является четырехкомпонентной (четырёхфазной) системой.

В некоторых грунтах присутствуют органические вещества в виде растительных остатков или гумуса. Наличие даже сравнительно небольшого количества таких веществ в грунте (свыше 3 % в песках и 5 % в пылевато-глинистых грунтах) существенно отражается на его свойствах.

1.1.3. Краткая классификация твердых частиц грунта

Поскольку свойства грунтов в значительной степени предопределяются размерами и минералогическим составом

слагающих их твердых частиц, последние принято классифицировать по размерам, мм:

галечные (щебень)	> 20
гравелистые (дресва)	20 ... 2
песчаные	2 ... 0,05
пылеватые	0,05 ... 0,005
глинистые	< 0,005

Примечание. В скобках указаны наименования частиц остроугольной формы.

В некоторой степени учитывается и содержание глинистых минералов, так как в большинстве случаев размер частиц из таких минералов менее 0,005 мм. Частицы крупнее 0,05 мм обычно имеют остроугольную или округлую форму, а более мелкие глинистые — пластинчатую (рис. 1.1), иногда игольчатую. Песчаные частицы подразделяются, в свою очередь, на крупные, средние и мелкие, а пылеватые — на крупные и мелкие.

Крупные частицы грунта разделяют просеиванием через сита. Частицы мельче 0,1 мм определяют по скорости падения идеализированных шарообразных частиц в воде. В этом случае размеры частиц, указанные выше, следует рассматривать как их гидравлический диаметр (по шкале Сабакина). При использовании шкалы Стокса принимают, что глинистые частицы имеют гидравлический диаметр менее 0,002 мм.

Разделение частиц грунтов по категориям обусловливается тем, что грунты, состоящие из частиц одной категории, обладают специфическими свойствами.

Грунт, состоящий только из галечных частиц (щебня), весьма водопроницаем, имеет жесткий скелет и высокую несущую способность. Грунт только из гравелистых частиц также обладает большой водопроницаемостью, сравнительно жестким скелетом и достаточно высокой несущей способностью. В некоторых случаях при динамических воздействиях он может уплотняться. Оба эти грунта не обладают связностью (сыпучи); капиллярное поднятие в них отсутствует.

Песчаные частицы слагают различные по крупности пески, которые обладают водопроницаемостью, не пластичны, имеют сравнительно жесткий, мало сжимаемый при действии стати-



Рис. 1.1. Пластинчатая форма глинистых частиц каолинита (снято в МГУ)

ческой нагрузки скелет. По гранулометрическому составу различают песок:

- гравелистый (частиц крупнее 2 мм более 25 % по массе);
- крупный (частиц крупнее 0,5 мм более 50 %);
- средней крупности (частиц крупнее 0,25 мм более 50 %);
- мелкий (частиц крупнее 0,1 мм 75 % и более);
- пылеватый (частиц крупнее 0,1 мм менее 75 %).

В зависимости от плотности сложения пески способны существенно уплотняться при динамических воздействиях. Они характеризуются небольшой высотой капиллярного поднятия (до 0,5 м) и в сухом состоянии являются сыпучими телами.

Грунт, состоящий только из глинистых частиц, практически водонепроницаем, во влажном состоянии характеризуется высокой пластичностью, может обладать большой сжимаемостью при действии статической нагрузки, при динамических воздействиях не уплотняется, но может снижать прочность. После прекращения динамических воздействий прочность грунта постепенно частично или полностью восстанавливается, т. е. он обладает специфическими тиксотропными свойствами. Такой грунт при изменении содержания в нем воды меняет объем, набухает при увлажнении и получает усадку при высыхании. Все эти свойства, характерные для глины, особенно ярко проявляются, когда она содержит некоторое количество весьма мелких коллоидных частиц и состоит из минерала монтмориллонита.

Пылеватые частицы составляют пылеватый грунт, который имеет все недостатки песка и глины. Пылеватый грунт слабо водопроницаем, плохо отдает воду и обладает свойствами плавунности — перемещается вместе с водой даже при малой скорости ее движения. Капиллярное поднятие в нем развивается быстро и достигает обычно 2...3,5 м.

В природных условиях образования в состав одного грунта обычно входят частицы различных категорий.

1.1.4. Краткая классификация грунтов

Строителям часто встречаются грунты, состоящие из смеси песчаных, пылеватых и глинистых частиц. Наибольшее влияние на свойства грунтов оказывают глинистые частицы, поэтому грунты принято классифицировать в зависимости от их количества (табл. 1.1).

Глины, суглинки и супеси называют пылевато-глинистыми грунтами и при наличии в них преобладающего по массе количества пылеватых частиц к их наименованию добавляют слово «пылеватые».

Таблица 1.1. Краткая классификация грунтов

Наименование грунтов	Содержание глинистых частиц по массе, %	Число пластичности I_p
Глина	> 30	$> 0,17$
Суглинок	$30 \dots 10$	$0,17 \dots 0,07$
Супесь	$10 \dots 3$	$0,07 \dots 0,01$
Песок	< 3	Не пластичен

Наличие в грунтах гальки, гравия, органических веществ, растворимых солей и других включений, отражающееся на свойствах этих грунтов, также отмечается в их наименовании.

Поскольку определение содержания пылеватых и глинистых частиц сопряжено с довольно сложными анализами, пылевато-глинистые грунты классифицируют по числу пластичности (см. формулу 1.11), указывающему, в какой степени грунт способен проявлять свойства пластичности.

1.1.5. Виды воды в грунте и их свойства

Вода в пылевато-глинистых грунтах в значительной степени предопределяет свойства грунта, которые зависят в первую очередь от ее относительного содержания. Это объясняется взаимодействием молекул воды вследствие наличия электромолекулярных сил с поверхностями коллоидных и глинистых частиц грунта. Твердые частицы грунта, состоящие из тех или иных обычно кристаллических минералов, имеют на поверхности заряд статического электричества, чаще всего отрицательный. Молекулы же воды, являясь диполями, и ионы различных веществ противоположного заряда, растворенных в грунтовой воде, попадая в поле заряда частицы грунта, ориентируются определенным образом и притягиваются к поверхности этой частицы. В результате поверхность твердой частицы покрывается монослоем молекул воды. Этот первый слой молекул воды, адсорбированных на поверхности твердой частицы с ее наружной стороны, будет иметь заряд, аналогичный заряду поверхности твердой частицы, и, следовательно, станет взаимодействовать на близко расположенные другие молекулы воды. Таким образом возникают достаточно стройные цепочки молекул воды (рис. 1.2).

Электромолекулярные удельные силы взаимодействия между поверхностью твердой частицы и молекулами воды у самой поверхности достигают 1000 МПа. По мере удаления от нее удельные силы взаимодействия быстро убывают и на некотором расстоянии уменьшаются до нуля. Вне пределов, ограни-

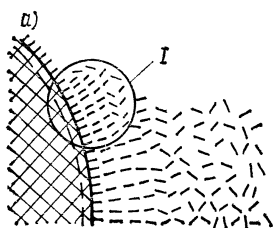
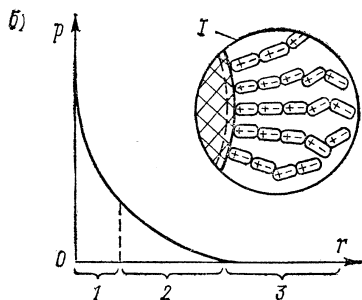


Рис. 1.2. Схема расположения молекул воды около отрицательно заряженной поверхности частицы грунта (а) и график сил взаимодействия между поверхностью частицы грунта и молекулами воды (б)

1 — прочносвязанная вода; 2 — рыхлосвязанная вода; 3 — свободная вода



ченными этим расстоянием, вода обладает свойствами, присущими ей в открытых сосудах, и ее молекулы не притягиваются к поверхности твердой частицы. Эту воду принято называть свободной (она свободна от сил взаимодействия с твердыми частицами). Свободной является гравитационная вода, перемещающаяся под действием силы тяжести, и капиллярная.

Вода, адсорбированная на поверхности твердых частиц, называется связанной (она связана с твердыми частицами). Эта вода создает гидратные пленки вокруг твердых частиц и ее часто называют пленочной. Поскольку в пределах слоя адсорбированной воды удельные силы взаимодействия изменяются от очень больших величин до нуля, такой слой принято условно делить на слой прочносвязанной и рыхлосвязанной воды.

Прочносвязанная вода, слой которой состоит из одного или нескольких слоев молекул, обладает свойствами, существенно отличающимися от свойств свободной воды. По свойствам прочносвязанная вода скорее соответствует твердому, а не жидкому телу. Она не отделяется от твердых частиц при воздействии сил, в тысячи раз превышающих силы земного притяжения, замерзает при температуре значительно ниже 0°C , имеет большую, чем свободная вода, плотность, обладает ползучестью; такую воду можно отделять от твердых частиц лишь выпариванием при температуре выше 100°C .

Рыхлосвязанная вода представляет собой диффузный переходный слой от прочносвязанной воды к свободной. Она обладает свойствами прочносвязанной воды, однако они выражены слабее. Это обусловлено резким уменьшением в слое рыхлосвязанной воды удельных сил взаимодействия между поверхностью твердой частицы и молекулами воды (см. рис. 1.2, б).

Так как в пределах слоя связанной воды удельные силы взаимодействия резко меняются, свойства пылевато-глинистых грунтов в значительной степени будут зависеть от толщины пленок рыхлосвязанной воды. При этом чем больше дисперсность грунта, тем в большей степени будет проявляться эта зависимость, поскольку при большей дисперсности грунта, содержащего глинистые и особенно коллоидные частицы, удельная площадь их поверхности, т. е. суммарная площадь поверхности частиц глин и суглинков, больше, чем у песков, в тысячи раз. Кроме того, она зависит от минералогического состава глинистых частиц. Таким образом, минеральный состав и удельная площадь поверхности частиц пылевато-глинистых грунтов обуславливают их специфические свойства.

Наличие между частицами пылевато-глинистого грунта связанной (пленочной) воды определяет его пластичность. При этом чем толще пленки воды, тем меньше прочность грунта, и наоборот. Изменение толщины пленок воды, окружающих частицы пылевато-глинистого грунта, приводит к изменению его состояния от почти жидкого до твердого. При малой толщине пленок воды пылевато-глинистые грунты обладают сцеплением. Поскольку сцепление в значительной степени обусловлено наличием связанной воды, такие грунты обладают присущей этой воде ползучестью.

Увлажнение пылевато-глинистого грунта приводит к увеличению толщины пленок воды между частицами и сопровождается увеличением объема грунта, т. е. грунт набухает. Наоборот, при высыхании пылевато-глинистые грунты уменьшаются в объеме вследствие утончения пленок воды (грунт получает усадку). Когда связность грунта обусловлена наличием пленочной воды или растворимых солей, увлажнение грунта может приводить к полному его размоканию.

Если пылевато-глинистый грунт содержит небольшое количество рыхлосвязанной воды и при этом все его поры заполнены водой, фильтрация ее практически невозможна. В связи с этим строители используют перемятую глину в качестве гидроизоляционного материала.

Связность (прочность) грунта, зависящая от толщины слоя рыхлосвязанной воды, может резко снижаться при нарушении определенного расположения молекул воды и частиц (например, при динамических воздействиях или перемятии). Со временем возможно восстановление прочности (явление тиксотропии).

Итак, пылевато-глинистые грунты, особенно содержащие коллоидные частицы, обладают свойствами пластичности, связности, ползучести, набухаемости при увлажнении, усадки при высыхании, размокаемости, водонепроницаемости, тиксотропности и т. д.

1.1.6. Влияние газа, содержащегося в порах грунтов, на их свойства

Газ в грунтах может находиться в виде пузырьков, окруженных поровой водой, в растворенном (в поровой воде) или в свободном виде (воздух, сообщающийся с атмосферой). Пузырьки газа, содержащиеся в относительно крупных порах грунтов, а также растворенный в поровой воде газ придают грунтам свойство упругости, сказывающееся на их сжимаемости и деформируемости во времени. Газ, сообщающийся с атмосферой, не влияет на распределение давления между твердыми частицами и поровой водой.

1.1.7. Структура, текстура грунта

В дисперсных пылевато-глинистых грунтах, являющихся сложением минерально-дисперсных образований, прочностные свойства зависят не столько от прочности отдельных минеральных зерен, сколько от структурных особенностей грунта. Они обуславливаются структурными связями между минеральными частицами и их агрегатами, а также силами молекулярного взаимодействия между поровой водой и твердыми частицами.

Основными видами структурных связей в грунтах являются водно-коллоидные (коагуляционные и конденсационные) — вязкопластичные, мягкие, обратимые и кристаллизационные — хрупкие (жесткие), необратимые; последние могут быть водостойкими и неводостойкими (размягчаемыми и растворимыми).

Водно-коллоидные связи обуславливаются электромолекулярными силами взаимодействия между пленочной водой и твердыми частицами, включая коллоидные частицы. Чем тоньше пленки воды (меньше влажность), тем эти силы больше, и наоборот. Обратимость водно-коллоидных связей заключается в том, что при увлажнении они ослабляются, а при повторном подсушивании опять возрастают. Ослабление водно-коллоидных связей в некоторых случаях наблюдается и при перемятии (нарушении природной структуры). Однако после прекращения перемятия (оставления в покое) такого тиксотропного грунта водно-коллоидные связи в нем постепенно восстанавливаются.

Кристаллизационные связи, образовавшиеся в результате отложения полукристаллических соединений в точках контактов минеральных частиц грунта, обладают достаточно высокой прочностью. Их прочность зависит от состава минералов цементующего вещества. Связи, образуемые гипсом и кальцитом, существенно снижают свою прочность при увлажнении; связи же, например, из оксидов железа, кремния — водостойки. Кри-

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru