

624.15  
11-62

СООБЩЕНИЕ № 20



ГЛАВСТРОЙПРОМ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УКРАИНСКИЙ КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
И Н С Т И Т У Т С О О Р У Ж Е Н И Й

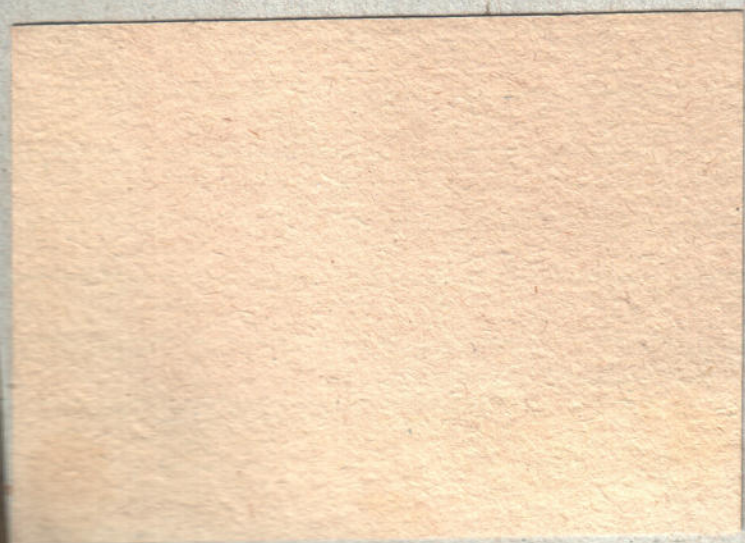
НКИП

# ИНСТРУКЦИЯ ПО РАЗВЕДКЕ И ИСПЫТАНИЮ Г Р У Н Т О В

под общей редакцией проф. Ф. А. БЕЛЯКОВА

1746  
Гидрометеорологический институт Украины

ОНТИ ГОСУДАРСТВЕННОЕ НКИП  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗ-ВО УКРАИНЫ



624.15  
H-72

У

Н К Т П  
ГЛАВСТРОЙПРОП

УКРАИНСКИЙ КОМПЛЕКСНЫЙ НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СООРУЖЕНИЙ

Проф. БЕЛЯКОВ Ф. А., инж. БИЛЕНКО П. Я., ассист. ПРОЗОРОВСКИЙ Н. А.

# ИНСТРУКЦИЯ ПО РАЗВЕДКЕ И ИСПЫТАНИЮ ГРУНТОВ

Под общей редакцией проф. Ф. А. БЕЛЯКОВА

1746  
Госиздательство  
Институт в Киев

✓ да

проверено  
1966 г.



ОНТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО УКРАИНЫ  
ХАРЬКОВ

НКТП  
1934

Библиографическое описание этого издания помещено в „Літописі Українського Друку“, „Картковому Репертуарі“ и других указателях Украинской Книжной Палаты

УС-27-5-3

Типо-лито-цинкография ДНТВУ  
Харьков, Суздальск. ряды, 18-20.  
Уполномочен. Главлита № 7498.  
Заказ № 22. Тираж 3000. 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub> бум.  
листа. В бум. листе 102000 зн.  
Бум. 62 × 94. Вес метр. ст. 38 кг.

Ответственный редактор инж. М. Я. Латаш  
Техническое оформление — П. Омединский

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие инструкции разработаны сектором оснований и фундаментов Украинского института сооружений в 1932 году; в то время, кроме проекта инструкций, составленного Комитетом по строительству при СТО, других руководящих материалов по данному вопросу не было вовсе. В минувшем году этот пробел несколько заполнился с появлением временной инструкции, разработанной Всесоюзным Институтом Оснований и Фундаментов (ВИОС), однако все же ощущается надобность в кратком, сжатом руководстве, содержащем самые необходимые указания по разведке и полевому испытанию грунтов на стройке. Для удовлетворения этой потребности и предназначена первая из трех инструкций; ею пользуется Украинский институт сооружений при обслуживании промстроительства по вопросам оснований.

При разработке инструкции возникла мысль о целесообразности составления комплекта приборов и реактивов для производства на стройке необходимых испытаний, характеризующих строительные свойства грунтов как оснований сооружений.

Небольшое количество и малые размеры приборов дают возможность смонтировать весь комплект в небольшом ящике в виде полевой лаборатории, удобной для переноски („лаборатория в чемодане“). В настоящее время Укр. И. С. заканчивает в своих мастерских изготовление подобной лаборатории; в дальнейшем предполагается изготовление полевых лабораторий для удовлетворения спроса со стороны строящих организаций.

Вторая инструкция содержит описание основных физических и химических испытаний грунтов, для производства которых недостаточно оборудования полевой лаборатории, и требуется более сложная обстановка лаборатории стационарной. Приведенные в инструкции методы и приемы применяются в повседневной работе лаборатории грунтов Укр. И. С. и таким образом их целесообразность проверена на практике.

Третьей инструкцией намечаются основные вехи производства наблюдений над „поведением“ сооружений, поскольку оно обусловливается работой оснований под сооружениями. Это — вопрос новейшего времени, необходимость в таких наблюдениях признана лишь недавно. Кроме отдельных беглых указаний в немногих журнальных статьях, по данному вопросу в современной литературе ничего не имеется, поэтому значение инструкции, представляющей первый шаг в данной области, не подлежит сомнению.

Проф. Ф. А. Беляков

## ИНСТРУКЦИЯ ПО РАЗВЕДКЕ И ПОЛЕВОМУ ИСПЫТАНИЮ ГРУНТОВ КАК ОСНОВАНИЙ ПОД СООРУЖЕНИЯ

1. Предлагаемая инструкция имеет целью дать строительным организациям необходимые указания по испытанию строительных свойств грунта на месте работы при производстве предварительного обследования строительной площадки, составлении эскизных проектов, выборе места для строительства и осуществлении такового.

Во всех случаях постройки ответственных сооружений необходимо производить более полную разведку грунтов, руководствуясь инструкцией по полевому и лабораторному исследованию грунтов, как оснований под сооружения.

По этой инструкции методология разведки грунтов является обязательной, как по числу испытаний грунта, так и по их типу. Отступления от инструкции допускаются только в сторону увеличения числа испытаний и дополнения их методологии.

В случае производства полевой разведки грунтов научно-исследовательскими учреждениями таковые устанавливают тип и число испытаний грунтов, руководствуясь местными условиями.

2. Все работы по полевой разведке строительных свойств грунта делятся на две основных группы: 1) установление типа грунтов, напластований и режима грунтовых вод; 2) определение физико-механических свойств грунта.

3. Всем работам по разведке грунтов должно предшествовать составление топографического плана строительной площадки. План должен быть составлен в результате надлежащей топографической съемки и охватывать территорию строительной площадки с прилегающей к ней со всех сторон полосой шириной не менее 20 м. Если площадка расположена вблизи какого-либо водоема (реки, озера, пруда, болота) или места с резким изменением рельефа (овраг, глубокая долина, обрыв, берег, крутой скат), то на плане должны быть показаны и эти объекты с указанием границы весеннего разлива и его продолжительности; данные должны быть взяты с ближайшего наблюдательного поста.

На плане наносятся все — как проектируемые, так и существующие сооружения, а равно и старые разобранные, и не только в пределах площадки, но и на смежной полосе. Если площадка находится в пределах городской черты, то на плане наносятся красная линия улицы и расположение водопроводных и канализационных уличных магистралей и ответвлений на соседних участках. Если по соседству проходят железнодорожные пути или трамвайные линии, их расположение также должно быть показано на планах, если же они в пределы плана не попадают, то указывается расстояние от границы строительного участка до ближайшего железнодорожного пути (до 0,5 км). На плане наносятся также точное расположение существующих и проектируемых к установке реперов, разведочных шурфов и буровых скважин с указанием их нумерации.

Масштаб для плана принимается от 1/500 до 1/1000. Горизонтали наносятся через 0,5—1 м по высоте с указанием условных или абсолютных отметок (над уровнем моря), реперов, нивелировочных отметок тротуаров, мостовых, ближайших железнодорожных путей (головка рельса) и поверхности земли у шурфов и буровых скважин.

Реперы располагаются таким образом, чтобы каждый из них мог быть увязан нивелировкой с двумя соседними и чтобы отдельные главнейшие точки проектируемых сооружений могли быть увязаны по крайней мере с одним репером. Места для реперов избираются на цоколе постоянного существующего сооружения с закончившейся осадкой (построенного не менее как за год до постановки репера). При невозможности укрепления репера на существующем сооружении таковой устанавливается специально в виде каменного, железобетонного или деревянного столба, заложенного на глубине ниже уровня промерзания грунта.

При установке реперов составляются акты с указанием их номеров и нивелировочных отметок и с подробным описанием места расположения и конструкции репера.

Рекомендуется топографический план сопровождать описанием рельефа, согласно указаний приложения 1.

План составляется в двух экземплярах; один хранится у строящей организации, другой оставляется при чертежах здания; подписывают план лица, составляющие его.

4. Сообразуясь с топографическим планом местности и проектируемым расположением сооружений, назначаются точки разведки верхней толщи грунтов шурфованием, бурением и зондированием. Все обстоятельства, выясняющиеся при разведке, заносятся в журнал.

Шурфование представляет наиболее надежный способ разведки грунта, дающей о нем наиболее определенное представление. Закладку шурфов рекомендуется производить в двух-трех наиболее характерных точках местности, располагая их так,



чтобы на одной прямой находились не более двух шурфов. Наименьшие размеры шурфа в плане от  $1,5 \times 1,2$  м определяются удобством производства работ. Глубина шурфования зависит от уровня грунтовых вод, характера грунтов и цели разведки. Наличие слабых или насыпных грунтов, глубокое залегание плотного, ненарушенного грунта (материк), чередование тонких напластований требует соответствующего углубления шурфов. Во всяком случае желательна разведка шурфом на глубину, превышающую на 3—5 м предполагаемую глубину заложения фундамента.

При наличии высокого уровня грунтовых вод шурфование встречает значительные затруднения. В таких случаях экономически выгоднее разведку грунта производить с помощью буровых скважин.

5. При разведке грунтов бурение, как наиболее быстрый, нетрудоемкий и дешевый способ, является наиболее применимым способом разведки.

Желательно производить бурение в обсадных трубах диаметром не более 10 см, а в присутствии грунтовых вод и в обсыпавшихся грунтах это обязательно. При шурфовании и бурении производится отбор образцов грунта с таким расчетом, чтобы они давали возможно более полное представление о строении разведанной толщи грунтов. Поэтому надлежит отбирать образцы через интервалы не более 0,5 м по высоте, но так, чтобы из каждого слоя имелось по крайней мере по одному образцу.

Вынутые образцы, не обмывая их руками, немедленно помещаются в стеклянные или жестяные банки с плотно прикрывающимися крышками, которые оклеиваются бумагой или заливаются смолой или парафином для предупреждения высыхания образцов. Хранение завернутых в бумагу образцов в деревянных ящиках недопустимо.

На банки наклеиваются ярлыки с указанием номера шурфа или скважины, даты и глубины, с которой взята проба.

При взятии образцов ориентировочно определяется степень влажности по нижеследующей схеме:

#### Степень влажности

При сжатии в руке выделяется вода . . . . .	мокрый
При сжатии в руке на ладони чувствуется ощущение сырости и влажности . . . . .	влажный
При сжатии в руке не оставляет на ладони влажных следов . . . . .	естественной влажности

*Примечание.* Следует заметить, что пески и песчаные грунты дают на ощупь впечатление большей влажности, чем глины и глинистые грунты при одинаковой влажности.

Попутно производится установление типа грунта: глинистый, песчаный, лессовидный, торф, растительная земля и др., согласно нижеследующей таблице:

Физические признаки	Тип грунта
Жирный грунт черного цвета с растительными частицами	Растительная земля.
Сметанообразный тонкий грунт илистого характера	Ил.
Грунт, обладающий специфическим запахом перегной, различной консистенции — от жидкого до твердого состояния	Торф.
Шарик, сжатый из грунта, растрескивается при давлении; грунт не раскатывается в проволочку	Песчаные грунты.
Образец грунта, помещенный в пробирку с водой, моментально распадается на мелкие частицы; на дне пробирки дает ровный осадок; скатывается в короткую проволочку диаметром до 1 мм	Лессовидные грунты, суглинки.
Образец грунта, помещенный в стакан с водой, при встряхивании не распадается, легко скатывается в проволочку диаметром до 1 мм	Глина.

*Примечание.* В виду значительной разницы между строительными качествами глин и лессов испытание грунта с помощью пробирки является обязательным. Все прочие испытания, как скатывание шариков и проволочек не могут служить методом отличия глин от лессовидных грунтов.

6. В качестве дополнительного метода исследования грунта, а также при предварительной разведке может применяться зондировка грунта. Зонд представляет собой железный стержень длиной от 2 до 4 м, забиваемый в грунт кувалдой с поворачиванием после каждого удара на  $\frac{1}{4}$  —  $\frac{1}{8}$  оборота.

Ясный звук при ударе указывает на плотный грунт; глухой звук получается при погружении в рыхлый торф и растительную землю. При проходке зондом песка и гравия слышен скрип, глинистые грунты дают упругую отдачу зонда. По легкости погружения зонда и по звуку можно судить о плотности грунта.

7. По образцам грунта, отобранном или в шурфе или при бурении составляется геологический разрез данного шурфа (скважины). Обозначение на нем грунтов производится согласно установленной классификации в условных их обозначениях (см. приложение 2). Параллельно с разведкой верхней толщи грунта производится исследование режима грунтовых вод. Шурфы и буровые скважины связываются по продольным профилям с отметкой постоянного репера.

По данным шурфования и бурения устанавливаются отметки уровня грунтовых вод, каковые наносятся на геологические разрезы. Путем опроса местного населения определяется высота и границы весеннего разлива реки.

О величине подпора грунтовых вод можно судить по повышению уровня стояния грунтовой воды в буровых скважинах за определенный отрезок времени. Уровень грунтовых вод в буровой скважине определяется опусканием в скважину мерного шеста, натертого мелом. Исследование уровня грунтовых вод

производится не менее как в двух точках (наивысшей и наивысшей данного рельефа). Желательное время года—весна и осень.

Некоторое суждение о подпоре грунтовых вод и их уровне может дать измерение уровня зеркала воды в колодцах.

Для производства химического анализа в бутылку отбирается проба грунтовой воды, затыкается пробкой и заливается парафином или смолой.

На бутылку наклеивается этикетка с указанием даты, места откуда взята проба и отметки шурфа (или скважины).

8. Испытания механических свойств грунтов с ненарушенной структурой производятся на предполагаемой глубине заложения фундаментов сооружения в открытом шурфе или котловане: а) на критическую осадку, б) на критическую нагрузку.

Для каждого испытания обязательно определяется весовой процент влажности испытуемого грунта в момент испытания его и объемный вес. Для определения нагрузки, вызывающей критическую осадку грунта, предлагается пользоваться грузовыми площадками размером  $25 \times 25$  см.

Число испытаний для каждой разновидности грунта—не менее двух. Площадки нагружаются через каждый час по  $0,50 \text{ к/см}^2$  площадки.

Устройство опорной площадки и процесс нагрузки не должны вызывать внецентренного приложения нагрузки. Осадки площадок измеряются в момент приложения нагрузок и затем, каждые 10 минут—до приложения следующей нагрузки. Таким образом, каждая вновь прибавляемая нагрузка выдерживается в течение часа.

Крепкие грунты в начале испытания не дают заметных осадок за время выдерживания нагрузки, слабые грунты дают увеличивающуюся осадку. Грунт испытывается до разрушения, т. е. до появления трещин и выпирания из-под площадки.

Критической нагрузкой считается нагрузка, вызывающая приращение осадки за 1 час времени, равное 3 мм.

По результатам испытания данного грунта определяется для него средняя критическая нагрузка. Принятая критическая нагрузка проверяется испытанием грунта пробной нагрузкой. Опорная площадка должна иметь возможно большие размеры, чтобы приблизить опыт к действительным условиям работы грунта.

Площадка нагружается до величины, установленной критической нагрузкой, после чего оставляется под нагрузкой до затухания осадки.

Осадка, получаемая за время от момента приложения полной критической нагрузки до прекращения осадки, не должна быть больше 6 мм. При превышении величина критической нагрузки должна быть соответственно уменьшена.

9. Одновременно с определением механических свойств грунта производится определение его физических и химических свойств. Обязательными являются следующие определения:

а) объемный вес; б) процент влажности (весовой); в) ориентировочный механический анализ; г) количество карбонатов; д) реакция грунтовой воды.

Указанные определения производятся с помощью походной лаборатории для исследования грунтов (см. приложение 3).

10. Определение объемного веса грунта с ненарушенной структурой производится следующим образом: металлический стакан для отбора грунта, представляющий из себя отрезок трубки с заостренными краями диаметром около 10 см и длиной 15 см равномерно вдавливаются в грунт, обкапывается кругом, вынимается вместе с грунтом и вровень с краями обрезается ножом.

Если на месте отбора образца невозможно произвести взвешивание, то трубка с обоих концов обвязывается плотной бумагой и окунается в парафин или смолу.

В лаборатории трубка взвешивается с упаковкой, затем вскрывается, тщательно опорожняется, взвешивается без грунта, но с упаковкой. Вынутый грунт берется для определения влажности. Объем  $V$  трубки заранее должен быть известен.

Деля разность весов на объем, получим объемный вес грунта

$$D = \frac{P - p}{V}$$

где:  $D$  — объемный вес грунта;

$P$  — вес цилиндра с грунтом;

$p$  — вес пустого цилиндра с упаковкой.

11. Определение весовой влажности производится следующим образом: как только цилиндр вскрыт, берут из его середины около 5—10 г грунта, помещают его в весовой стаканчик и, закрыв крышкой, взвешивают стакан на химических весах. После взвешивания стаканчик открывают и помещают в сушильный шкаф, где просушивают в течение 4 часов при температуре 105—110° С. Затем стакан вынимают, быстро закрывают крышкой и ставят на 15 минут в эксикатор для охлаждения.

По охлаждению стакан с грунтом взвешивают. Разница в весе, деленная на вес грунта, дает весовой процент влажности:

$$K = \left[ \frac{P_1 - P}{P - P_0} \right] \cdot 100,$$

где:  $K$  — весовой процент влажности;

$P_1$  — вес стакана с сырым грунтом;

$P$  — вес стакана с сухим грунтом;

$P_0$  — вес пустого стакана.

Рекомендуется делать не менее двух параллельных опытов, и, если данные их не сильно расходятся, брать среднее из измерений. Если разница исчисляется целыми процентами, то это указывает на неправильность ведения измерения, которое должно быть повторено.

После определения процента влажности грунт из стакана выбрасывается, стакан вычищается от частиц грунта кисточкой и ставится в эксикатор. Если же стаканы стояли прямо на воздухе, то их перед определением следует высушить и охладить в эксикаторе.

Вес пустых стаканов следует проверять время от времени так как вследствие царапин и т. д. он может изменяться.

Необходимо заметить, что высушенный грунт, оставленный открытым на воздухе, увеличивается в весе, приобретая так называемую гигроскопическую влажность, величина которой зависит от насыщенности воздуха водяными парами и гигроскопичности грунта.

Поэтому все операции при определении влажности следует производить быстро, не оставляя стаканов открытыми.

12. Ориентировочный механический анализ производится следующим образом: сухой грунт осторожно размельчают, просеивают через сито с отверстиями в  $1 \text{ мм}^2$ , насыпают 20 — 30 г этого грунта в мерный цилиндр емкостью  $100 \text{ см}^3$ , доливают до метки  $100 \text{ см}^3$  водой и хорошо размешивают палочкой с резиновым наконечником.

По прошествии 90 секунд осторожно сливают воду с мутью (оставляя в цилиндре осадок), доливают снова воду, взмучивают и повторяют эту операцию до тех пор, пока сливаемая вода не будет почти прозрачной.

Тогда наливают воды до  $30 \text{ см}^3$ , взмучивают и сливают через 30 секунд. Осадку дают отстояться в течение 30 минут и измеряют его объем.

Каждый кубический сантиметр осадка приблизительно равняется  $10\%$  (весовым) песка взятого грунта.

*Примечание.* Более полный механический анализ производится согласно указаний „Инструкции по полезному и лабораторному исследованию и испытанию грунтов как оснований под сооружения“.

13. Определение наличия карбонатов (углекислых соединений) необходимо для установления природы грунта.

В присутствии карбонатов можно убедиться следующим образом: насыпать в пробирку некоторое количество грунта и облить его раствором соляной кислоты. В случае лессовидного характера кислота вступает в реакцию с карбонатами — выделяется углекислый газ, и в пробирке наблюдается „вскипание“.

При некотором навыке можно определять приблизительно количество карбонатов по силе вскипания (например, если вскипание очень слабое, то это указывает на содержание в грунте около  $0,5\%$  карбонатов).

14. Анализ грунтовой воды заключается в определении ее активной реакции. Это определение является необходимым для сооружений в промышленных центрах для определения степени кислотности грунтовой воды.

Для непосредственного определения рекомендуется пользоваться универсальным индикатором АВ, продающимся во всех магазинах наглядных пособий и лабораторного оборудования. Прибор состоит из плоской белой чашечки, пипетки, банки с индикатором АВ и таблицы с цветной шкалой.

Наливая немного грунтовой воды в плоскую чашечку, капаем пипеткой несколько капель индикатора и получающуюся окраску сравниваем с цветной шкалой, подбирая одинаковый цвет. На шкале каждому цвету соответствует определенная величина  $RH$  (концентрация водородных ионов) — грамм ионов в литре.

- При  $RH < 7$  — кислый раствор;
- „  $RH = 7$  — нейтральный раствор;
- „  $RH > 7$  — щелочной раствор.

*Примечание.* Отклонение от  $RH = 7$  на 1—2 единицы в меньшую сторону является признаком незначительной кислотности и не имеет большого значения для промышленных сооружений.

При отсутствии индикатора АВ можно пользоваться употребляемыми в химии индикаторами, как метил-оранж, фенолфталеин и др. Лакмусовая бумага негодна, так как реагирует только на большие концентрации.

Определение производится следующим образом: набрав в пробирку грунтовой воды, прибавляют к ней несколько капель (2—3) спиртового раствора фенолфталеина (1 г на 100 см<sup>3</sup> спирта). Если вода окрасится в розовый цвет, значит бояться кислотности не надо, так как реакция воды щелочная. Если окраска в розовый цвет не произошло, то набираем в другую чистую пробирку грунтовой воды и в контрольную пробирку—дистиллированной. В обе пробирки прибавляем по равному количеству капель раствора метил-оранжа (0,05 г в 100 см<sup>3</sup> воды).

Если в пробирке с грунтовой водой окраска будет более желтого цвета, чем в пробирке с дистиллированной, то это указывает на кислотность. Желтый цвет появляется при  $RH$ —от 3 до 4. Следует отметить, что пробирки при этих определениях, равно как и чашечки, при пользовании универсальным индикатором необходимо ополаскивать дистиллированной водой.

Приложение 1

## Описание рельефа

При составлении акта внешнего осмотра строительной площадки и соседней с нею местности описание рельефа производится согласно следующей классификации (по Филатову).

I. *Гористый рельеф* — высотные колебания значительной величины (более 100 м).

II. *Холмистый рельеф* (или бугристый) свойственен местностям с наибольшими высотными колебаниями от 50 до 100 м при ширине основания отдельных холмов больше его высоты.

III. *Равнинный рельеф* (или сглаженный) — сочетание горизонтальных и слабо покатых плоскостей, обработанных в более или менее короткие склоны, овраги, речные долины и т. п.

IV. *Волнистый рельеф* — чередующиеся более или менее пологие волны, образующие поверхность почвы, при высоте ниже 50 м и ширине около 100 м.

V. *Террасовый рельеф* — в виде следующих одна за другой речных террас, а также плоских уступов по склону горы или холма.

VI. *Карстовый рельеф* — наличие конических воронок, лопастиобразных углублений и т. п. форм, связанных главным образом с растворением солей в почве или вымыванием из его глубоких горизонтов тонких частиц. Указывает на широкое распространение известково-гипсовых и соленосных толщ.

VII. *Дюнный рельеф*, или барханный — холмистая поверхность песков, передвигающихся с места на место.

Главнейшие элементы рельефа описываются по следующей классификации:

1. Плато — горизонтальная поверхность почвы, несколько приподнятая над окружающей местностью.

2. Плоская поверхность, т. е. образующая с горизонтом угол, близкий к нулю.

3. Склон — ровная поверхность, образующая больший или меньший угол с горизонтом.

4. Холм — повышение, нередко куполообразной формы, с более или менее мягкими, но всегда ясными очертаниями.

5. Бугор — возвышение резких очертаний, приближающихся к конической форме.

6. Грива — вытянутое возвышение с острым гребнем.

7. Гряда — тоже с мягко округленным гребнем.

8. Лоб — перегиб или перелом от плато к склону или от склона к склону.

9. Впадина — ограниченное понижение с пологими краями к центру.

10. Ложбина — удлиненное понижение с пологими склонами к средней линии.

11. Лощина — ложбина с крутыми краями, занятая древесной растительностью.

12. Котловина — понижение с резко очерченными краями более или менее округленной формы в плане.

13. Блюдце — понижение с плавно сходящими склонами.

Приложение 2

### Классификация грунтов

В целях установления единого описания грунтов, предлагается нижеследующая схема, каковой необходимо руководствоваться при составлении геологических разрезов и т. д.

**Глубина, с которой взят грунт. Толщина пласта**

Наименование характеристик	Признаки и содержание характеристик
1. Основная порода грунта, ее гранулометрический характер	<p>Галька крупнее волошского ореха (больше 30 мм).                      Крупный гравий до размера волошского ореха.                      Средний гравий до величины лесного ореха (5—15 мм).                      Мелкий гравий величиной с горошину (2—5 мм).                      Крупный песок; размер зерен—как пшено или гречневая крупа (0,5—1 мм). Средний песок; зерна—как манная крупа (0,2—0,5 мм). Мелкий песок—зерна едва заметны (0,1—0,2 мм).                      Очень мелкий и тонкий песок; зерна неощутимы, как мука или пыль (0,05—0,01 мм).</p>
2. Почвенная и петрографическая характеристика грунта	<p>Глина. Суглинок. Лесс. Мергель. Растительный грунт, чернозем, болотный грунт, торф, ил. Бурый уголь, каменный уголь. Песчанник, Мел, известняк. Шифер, гипс, каменная соль, гранит, гнейс, базальт и другие каменные породы.                      Необходимо давать характеристику не только основной породы грунта, но и примесей.</p>
3. Характеристика примесей	<p>Чистый, беспримесный. Глинистый, песчаный, иловатый.                      Примеси в виде мелкого песка, крупного гравия, с большим содержанием глины, лессовидные примеси, большие камни, валуны и т. д.                      Следы угля, органические остатки растительного и животного происхождения (какие).</p>
4. Свойства и структура грунта	<p>Текучий, плавучий, мягкий, рыхлый, плотный, твердый.                      Слоистый, мелкослоистый, с тонкими прослойками.                      Пористый, ноздреватый, пещеристый. Хрупкий, ломкий.                      Жирный, тощий. Ребристый, угловатый с острыми или притупленными ребрами, углами. Округленный, пластинчатый, кристаллический.</p>
5. Цвет и оттенок основной породы и примесей	<p>Надлежит отметить цвет и оттенок грунта в состоянии его естественной влажности и по высухании: прозрачный, непрозрачный, белый, серый, синий, красный, зеленый, коричневый, черный и т. д.                      Оттенки: серожелтый, краснокоричневый, светлозеленый, темносиний. С ржавыми полосами, в зеленых пятнах, пестрозеленый и т. д.</p>
6. Содержание воды	<p>Мокрый, влажный, естественной влажности, сухой.</p>
7. Содержание известковых солей	<p>Отсутствие извести. Следы извести: слабоизвестковый, известковый. Узнается по интенсивности вскипания от соляной кислоты.</p>



Кроме перечисленных сведений, указывается местное название грунта (например, глей, белоглазка и т. д.) и по возможности петрографические и геологические определения грунта.

Приложение 3

### Походная лаборатория для исследования грунтов

Рекомендуется следующий набор лабораторных приборов и материалов, который легко помещается в специальном ящике. Имея такой набор, можно производить все, указанные в настоящей инструкции исследования, а именно:

- 1) объемный вес грунта;
- 2) весовой процент влажности;
- 3) ориентировочный механический анализ;
- 4) анализ грунтовой воды на кислотность.

Лаборатория состоит из следующих предметов:

1) трубки для взятия монолитов . . . . .	2 шт.
2) химические весы с разновесом (стойка отвинчивается от доски, на которой весы укрепляются при взвешивании) . . . . .	1 "
3) мерные колбы на 100 см <sup>3</sup> . . . . .	2 "
4) весовые стаканчики алюминиевые . . . . .	2 "
5) малый сушильный шкаф . . . . .	1 "
6) карбидный влагомер . . . . .	1 "
7) спиртовка . . . . .	1 "
8) спирт . . . . .	100 см <sup>3</sup>
9) набор сит . . . . .	1
10) раствор хлористого кальция в количестве . . . . .	100 см <sup>3</sup>
11) стеклянные палочки с резиновым наконечником. . . . .	2 шт.
12) раствор соляной кислоты . . . . .	100 см <sup>3</sup>
13) пробирки . . . . .	6 шт.
14) универсальный индикатор АВ . . . . .	1 "
15) лупа . . . . .	1 "

Все предметы походной лаборатории помещаются в предназначенных для них гнездах ящика, закрывающегося крышкой и замыкающегося на замок. Для переноски ящика на крышке его укрепляется ручка.

## ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛАБОРАТОРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТОВ КАК ОСНОВАНИЙ ПОД СООРУЖЕНИЯ

В данной инструкции приведены методы исследования тех свойств грунтов, которые характеризуют грунты как основания под сооружения. Поэтому умышленно упущены исследования таких свойств, как, например, текучесть, пластичность и некоторые другие. Кроме того, приведены некоторые химические исследования; что же касается полного химического анализа грунтов, то он является излишним.

Необходимо иметь в виду неоднородность грунтов в пределах стройплощадки, а также невозможность осуществления точности отбора проб грунта и предварительной их обработки до анализа; все это должно учитываться при оценке результатов лабораторных анализов и выводов из них—в отношении возможности распространения таковой на всю массу грунтов площадки. Однако получаемые в результате лабораторных исследований данные в связи с другими (геологическими, гидрогеологическими, метеорологическими и друг.) все же могут дать достаточный материал для оценки грунта со стороны его строительных качеств.

### 1. Определение объемного веса, абсолютной влажности, степени насыщенности водой и удельного веса грунта

#### 1. Объемный вес

Объемный вес грунта с ненарушенной структурой и естественной влажностью определяется следующим способом: берется отрезок трубки с заостренными краями на одном конце—длиной около 10—15 см и диаметром около 10 см. Трубка забивается или равномерно вдавлируется в грунт, затем обкапывается кругом и вынимается монолит. Торцы осторожно подравниваются ножом. Если на месте выемки невозможно произвести взвешивание, то трубка с обоих концов обвязывается плотно бумагой, которая затем окунается в расплавленный парафин, смолу и т. п. По получении трубки в лаборатории она взвешивается, как есть с упаковкой, затем вскрывается, из ее середины берется некоторое количество грунта для определения влажности; весь

грунт высыпается, и пустая трубка взвешивается вместе с упаковкой. Объем трубки заранее должен быть известен. Деля разность весов на объем, получаем объемный вес грунта:

$$D = \frac{P - p}{V}, \quad (1)$$

где:  $D$  — объемный вес монолита;  
 $P$  — вес цилиндра с грунтом;  
 $p$  — вес пустого цилиндра;  
 $V$  — объем трубки.

## 2. Влажность

Определяя влажность грунта из цилиндра, как только его вскроют, берут около 5 г грунта, кладут в весовой стакан и, закрыв его крышкой, взвешивают на химических весах,

После взвешивания стакан открывается и ставится в сушильный шкаф, где просушивается в течение 4 часов при температуре от  $105^{\circ}$  до  $110^{\circ}$  С. Затем стакан вынимается, быстро закрывается крышкой и ставится в эксикатор для охлаждения на 15 минут. По охлаждении стакан с грунтом взвешивается. Разница в весе, деленная на вес грунта и умноженная на 100, дает процент влажности<sup>1)</sup>:

$$K = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_0} 100, \quad (2)$$

где:  $K$  — весовой процент влажности;  
 $P_1$  — вес стакана с сырым грунтом;  
 $P_2$  — вес стакана с сухим грунтом;  
 $P_0$  — вес пустого стакана.

Рекомендуется делать не менее двух параллельных опытов и, если данные их не особенно расходятся, брать среднее; если разница будет исчисляться целыми процентами, то это указывает на неправильность ведения определения, которое должно быть повторено.

После определения грунт из стаканов выбрасывается, стаканы вычищаются от частиц грунта кисточкой и ставятся в эксикатор. Если же стаканы сохраняются на воздухе, то их перед определением следует высушить и охладить в эксикаторе. Вес пустых стаканов следует проверять время от времени, так как вследствие царапин и т. д. вес может меняться.

<sup>1)</sup> Эта формула дает процент влажности ( $K$ ), как отношение веса влаги к весу влажного грунта. Очень часто приходится сталкиваться с определением процента влажности ( $K_1$ ), как отношением веса влаги к весу сухого грунта. Поэтому здесь дается формула перехода:

$$K_1 = \frac{100 \cdot K}{100 - K} \quad \text{и обратно:} \quad K = \frac{100 \cdot K_1}{100 + K_1}$$

Высушенный грунт, оставленный открытым на воздухе, прибавляется в весе, приобретая так называемую гигроскопическую влажность, которая зависит от присутствия водяных паров в воздухе. Поэтому все операции при определении влажности следует производить быстро, не оставляя стакан долго открытым.

### 3. Гигроскопическая влажность

Определение гигроскопической влажности производится следующим образом: грунт осторожно размельчается и рассыпается слоем на листе бумаги, накрывается сверху вторым листом бумаги от пыли и оставляется в теплом и сухом месте на время от 1 до 3 дней. В течение этого времени грунт принимает так называемое воздушно-сухое состояние, т. е. обладает некоторой постоянной (при данной температуре) влажностью, которая и носит название гигроскопической.

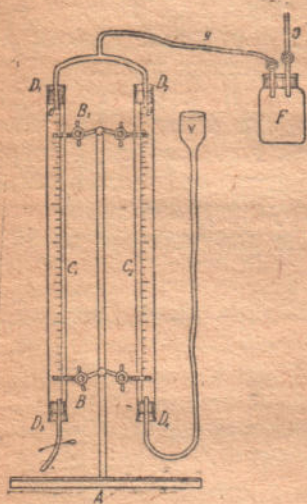
Определение производится так же точно, как и для обычной влажности, — просушиванием в сушильном шкафу при  $105-110^{\circ}\text{C}$  навески воздушно-сухого грунта до постоянного веса.

### 4. Ускоренный метод определения влажности

Более быстрым методом определения влажности является карбидный метод. Сущность его заключается в следующем: если на карбид кальция действовать водой, то выделяется газ ацетилен. Каждому выделяющемуся кубическому сантиметру

ацетилена соответствует (при  $0^{\circ}$  и 76 см атмосферного давления) 0,0016 г воды. Определение можно производить в приборе, предложенном лабораторией оснований и фундаментов Украинского института сооружений (фиг. 1).

На штативе *A* в зажимах  $B_1$ ,  $B$  установлены две стеклянные трубки  $C_1$  и  $C_2$  диаметром около 45 мм и длиной около 80 см. Снаружи на них наклеена полоска бумаги шириной около 5 мм, на которой нанесены деления. Сверху стоит 0 и затем деления идут через каждый кубический сантиметр объема трубки. Трубки градуируются предварительно по выливанию определенных объемов воды. Сверху и снизу трубки закрыты каучуковыми пробками  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$ . В пробках  $D_1$ ,  $D_2$  вставлены стеклянные угольники, соединенные с тройником при помощи каучуковой трубки, тройник же соединяется длинной каучуковой трубкой с банкой *F*, емкостью около 300–500 см<sup>3</sup>.



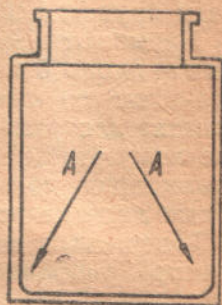
Фиг. 1

Банку необходимо выбрать такую, чтобы нижние края у нее ( $A_1, A$  (фиг. 2) были закругленные, а не острые. Кроме того, банка должна быть толстостенной, чтобы при потряхивании не разбилась. Сверху банка закрыта каучуковой пробкой, в которую пропущены стеклянная трубка для соединения с трубкой  $У$  и стеклянный кран.

В пробку  $D_2$  вставлена стеклянная трубка с краном, а в  $D_1$  — стеклянная трубка, соединенная каучуковой трубкой с резервуаром  $V$ .

Определение производится следующим образом: трубки  $C_1$  и  $C_2$  наполняются водой до метки  $O$ . Кран при  $V_2$  закрывается, воронка  $V$  поднимается и укрепляется на штативе так, чтобы уровни воды в ней и в трубке совпадали. Затем в банку бросается навеска грунта около 5 г и ставится тигель или жестяная коробочка с измельченным карбидом кальция (около 30 г).

Резиновая пробка плотно вставляется в банку, причем кран должен быть в это время открыт. Благодаря этому при затыкании пробки давление в банке не изменяется. Затем закрывают кран на трубке  $У$  и встряхивают банку так, чтобы карбид выпал из тигелька и стал смешиваться с грунтом.



Фиг. 2



Фиг. 3

Выделяющийся при этом ацетилен вытесняет воду из трубки. Если объем выделяемого ацетилена больше, чем объем трубки  $C_2$ , то, открывая кран  $D$ , выпускают воду, причем ацетилен из  $C_2$  переходит в  $C_1$ , а на место его вода из  $C_1$  переливается назад в  $C_2$ . Реакция продолжается около 10 минут, причем необходимо все время банку потряхивать. Для измерения объема устанавливают банку так, чтобы уровень воды в ней совпадал с уровнем воды в трубке, таким образом мы имеем газ при атмосферном давлении.

Отсчитав увеличение объема по обоим трубкам, находим влажность по следующей формуле:

$$h = \frac{0,0015 \cdot V}{P} 100,$$

где  $h$  — влажность грунта в процентах;

$P$  — навеска грунта;

$V$  — объем ацетилена.

Данный способ является очень удобным для не очень влажных грунтов. Если же грунт очень влажный, особенно глина,

то этот метод неприменим, так как карбид не будет перемешиваться с грунтом.

### 5. Удельный вес

Далее приступают к определению удельного веса твердой фазы грунта, для чего пользуются пикнометром (фиг. 3).

Насыпают некоторое, предварительно взвешенное количество — около 5 г — воздушно-сухого грунта в сухой пикнометр, доливают до половины пикнометра дистиллированной водой, кипятят для удаления воздуха минут 5 (причем необходимо следить, чтобы грунт с водой не разбрызгивался) и после охлаждения до окружающей температуры доливают до метки также дистиллированной водой.

Взвешивают пикнометр с водой и грунтом (вес  $A$ ). Вес пикнометра, наполненного водой до метки (вес  $B$ ), известен заранее. Навеска грунта —  $C$ . В формулу подставляется вес абсолютного сухого грунта, который узнается при пересчете навески воздушно-сухого грунта по формуле:

$$P_{\text{сух. гр.}} = \frac{P_{\text{возд.-сух.}} \cdot (100 - K)}{100}$$

Тогда удельный вес равняется:

$$d = \frac{C}{B + C - A} \quad (3)$$

Теперь, зная объемный вес сырого грунта с ненарушенной структурой  $D$  и его абсолютную влажность  $K$ , находим объемный вес сухого грунта

$$S = D \left( 1 - \frac{k}{100} \right) \quad (4)$$

### 6. Порозность

Имея величину объемного веса сухого грунта с ненарушенной структурой и его удельного веса, можно найти порозность грунта, т. е. процент пустот на единицу объема:

$$N = \left( 1 - \frac{S}{D} \right) \cdot 100 \quad (5)$$

### 7. Степень насыщения водой

Зная порозность и влажность, находят степень насыщения пустот грунта водой, для чего от весового процента влажности переходят к объемному, который равняется весовому  $K$ , деленному на удельный объем грунта  $1/s$  или, что то же самое, умноженному на объемный вес  $S$ :

$$Z = KS \quad (6)$$

Степень насыщения водой показывает процент объема пустот грунта, наполненных водой:

$$g = \frac{Z}{N} 100 \quad (7)$$

Пример. В формуле 1:  $P = 402,72$ ;  $p = 162,52$ ;  $V = 138$ ;  $D = 1,74$   
 " 2:  $P_1 = 36,15$ ;  $P_2 = 35,01$ ;  $P_0 = 28,25$ ;  $K = 15\%$   
 " 3:  $A = 75,36$ ;  $B = 77,42$ ,  $C = 5$  г;  $d = 2,42$

Из формулы 4 находим:

$$S = 1,74 \left( 1 - \frac{15}{100} \right) = 1,48.$$

Из формулы 5:  $N = \left( 1 - \frac{1,48}{2,42} \right) 100 = 39\%$ .

Из формулы 6:  $Z = 15 : 1,48 = 22\%$ .

Из формулы 7:  $g = \frac{22}{39} 100 = 56\%$ .

## II. Определение водных свойств грунта (влагоемкость, фильтрация, водоподъемность)

### 1. Влагоемкость капиллярная

Влагоемкость определяется только для грунтов с нарушенной структурой, и поэтому полученные результаты дают лишь ориентировочную характеристику грунта.

Для определения капиллярной влагоемкости берется металлическая луженая трубка длиной 10 см и диаметром 2,5 см (фиг. 4), насыпается грунтом в воздушно-сухом состоянии, осторожно размельченным и просеянным через сито с отверстиями в 1 мм. Грунт уплотняется постукиванием трубки об стол до постоянного объема. Нижний конец трубки закрывается сеткой, на которую перед насыпанием грунта кладется кружок фильтровальной бумаги или слой марли, сложенный в два-три раза. Трубка с сухим грунтом взвешивается, причем вес сухой трубки определен заранее. Затем трубка ставится в штатив и нижний ее конец погружается в воду (фиг. 3). Вода по мере впитывания и высыхания подливается в сосуд. Время от времени производится взвешивание трубки; когда весь грунт наполнился водой (привес прекратился), можно считать, что привес трубки, деленный на вес грунта и умноженный на 100, дает процент капиллярной влагоемкости:



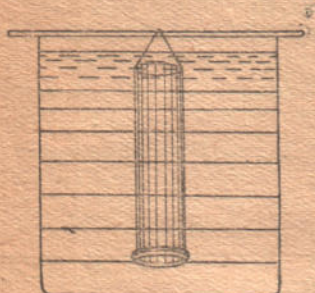
Фиг. 4

$$\alpha = \frac{P_A - P_B}{P_B - P_C},$$

где:  $P_A$ —вес трубки с грунтом, насыщенный водой;  
 $P_B$ —вес трубки с сухим грунтом;  
 $P_C$ —вес пустой трубки.

## 2. Влажность полная

Определение полной влагоемкости производится совершенно аналогично, только трубка погружается в воду целиком до уровня насыпанного грунта, как указано на фиг. 5.



Фиг. 5

## 3. Фильтрация

Величина, характеризующая фильтрацию данного грунта, может быть определена в трубках, служащих для определения влагоемкости: в верхний конец трубки наливается слой воды в 5 см, ставится приспособление для поддержания постоянного уровня воды и под нижний конец трубки подставляется мензурка.

Затем следят, какое количество воды вытекает в течение часа (мензурка подставляется только после того, как установится равномерное протекание воды).

Деля количество вытекшей воды  $V$  на сечение трубки  $S$  и время  $t$ , находим коэффициент фильтрации  $F$ .

$$F = \frac{V}{St}.$$

Величину, более приближающуюся к истинной, дают полевые испытания фильтрации либо испытания монолитов в лаборатории.

При полевом испытании поступают следующим образом: снимается верхний слой грунта и в слой с ненарушенной структурой вставляются стеклянные трубки, для чего предварительно делают буром отверстия в грунте диаметром, равным диаметру трубки, и глубиной 20 см. Вставив трубки в отверстия, грунт вокруг них уминается и слегка утрамбовывается; в трубки наливается вода на высоту 30 см от уровня грунта, т. е. на 50 см длины трубки. О скорости фильтрации судят по скорости понижения уровня воды в трубках, на которые предварительно наклеивается полоска миллиметровой бумаги.

Более грубый способ, но, пожалуй, дающий данные, ближе подходящие к истинной величине фильтрации, — это наливание воды в шурф и наблюдение за понижением ее уровня по рейке с делениями.

Для лабораторного определения величины фильтрации монолитов можно пользоваться прибором проф. Соколова, заменяя



в нем кольцо с грунтом в рабочем состоянии отрезком трубки с заключенным в ней монолитом грунта.

Прибор устроен следующим образом: кольцо 1 с монолитом грунта при помощи струбцинок зажимается между нижним кольцом 2 и кольцом полого колпака 3, укрепленного на штативе 7, верхнее отверстие колпака закрывается резиновой пробкой с отверстием, в которое вставляется градуированная стеклянная бюретка 8. Кроме того, колпак имеет боковое отверстие, от которого отходит металлическая трубочка 4, соединяющаяся резиновой трубочкой 5 с тубусом бутылки 6. У места соединения колпака прибора с трубочкой 4 от последней отходит короткая трубочка 9 с резиновым наконечником и зажимом, которая служит для регулирования воды в бюретке 8.

Внутренний диаметр кольца 1 25 мм, высота 10 мм.

После укрепления кольца 1, наполненного грунтом, зажим резиновой трубочки 5 открывается, вода из бутылки 6 наполняет колпак 3 прибора и присоединенную к нему бюретку 8. Столб воды над грунтом должен равняться 60 см.

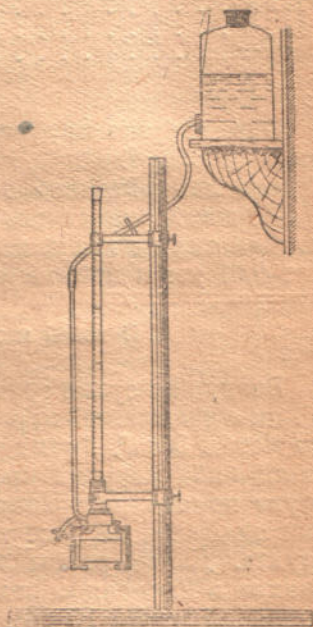
Затем зажим закрывают и следят за появлением внизу прибора первой капли воды, прошедшей через грунт; время с момента появления первой капли воды, необходимое для просачивания 10 куб. см воды, выражает водопроницаемость испытуемого грунта.

Монолит грунта отбирается кольцом, как для определения объемного веса, затем на дне трубки закладывается слой фильтровальной бумаги, металлическая сетка и кольцо зажимается вместе с ними между кольцами 2 и 3 (фиг. 6).

### III. Определение крупности частиц

#### 1. Ситовый анализ

Для песков крупность частиц определяется ситовым анализом: берется навеска песка, равная 100 г, и просеивается последовательно через сито с отверстиями в 2 мм, 1 мм, 0,25 мм, 0,15 мм. Число граммов каждой фракции дает число процентов ее в общей массе песка.



Фиг. 6

Полученные фракции в соответствии с „Едиными нормами“ именуются:

Частицы, не прошедшие через сито с отверстиями в:	Наименование
2 мм	Гравий
1 мм	Очень крупный песок
0,5 „	Крупный песок
0,25 мм	Средний песок
0,15 „	Мелкий песок
Остаток	Очень мелкий песок

Определение крупности частиц суглинков производится при помощи отмучивания, причем точное определение требует обязательно лабораторной обстановки.

Полевой ориентировочный метод заключается в определении количества песка, т. е. частиц более 0,1 мм глины и частиц менее 0,01 мм и промежуточных фракций между ними — пыли.

## 2. Полевой метод определения крупности частиц

Воздушно-сухой грунт просеивается через сито с отверстиями в 1 мм и насыпается в градуированный цилиндр емкостью в 100 см<sup>3</sup> до метки 5 см<sup>3</sup>. Грунт уплотняется постукиванием цилиндра о какой-либо упругий предмет, например, книгу. После того, как грунт принял постоянный объем и при дальнейшем постукивании цилиндра не уменьшается в объеме, записывается объем грунта. Далее разрыхляется грунт постукиванием краем цилиндра в наклонном положении и наливается дистиллированной водой до метки 70 см<sup>3</sup>. Грунт размешивается с водой стеклянной палочкой с резиновым наконечником так, чтобы не было комков. Необходимо следить, чтобы при проведении палочкой по краю цилиндра не было мазков глины, что указывает на скверное размешивание. Затем прибавляется 3 см<sup>3</sup> 5% раствора хлористого кальция для осаждения коллоидов и оставляется отстояться. Через 6 часов (а лучше на следующий день) находят приращение объема грунта и по табличке исчисляется процент глинистых частиц.

Необходимо заметить, что этот метод определения количества глины является весьма условным, так как есть основания полагать, что набухание грунта зависит не только от величины частичек.

Теперь приступают к определению количества песка: сухой грунт осторожно размельчают, просеивают через сито с отверстиями в 1 мм и насыпают 10 см<sup>3</sup> этого грунта в мерный цилиндр емкостью 100 см<sup>3</sup>; доливают до метки 100 см<sup>3</sup> водой и хорошо размешивают палочкой с резиновым наконечником.

Таблица для определения процента глины по набуханию грунта

Приращение на 1 см <sup>3</sup>	Процент глины	Приращение на 1 см <sup>3</sup>	Процент глины
4,00	91	1,75	41
3,75	85	1,50	34
3,50	80	1,25	28
3,25	74	1,00	23
3,00	68	0,75	17
2,75	62	0,50	11
2,50	57	0,25	6
2,25	51	0,12	3
2,00	45	—	—

По прошествии 90 секунд осторожно сливают воду с мутью, оставляя в цилиндре осадок, доливают снова воду, взмучивают и повторяют эту операцию до тех пор, пока сливаемая вода не будет почти прозрачной. Тогда наливают воды до 30 см<sup>3</sup>, взмучивают и сливают через 30 секунд. Дав отстояться осадку минут 30, отмеряют его объем. Каждый кубический сантиметр осадка приблизительно равняется 10<sup>0</sup>/<sub>10</sub> (весовым) песка от взятого грунта.

Сумма процентов глины и песка, вычтенная из 100, дает процентное содержание пылевидных частиц.

### 3. Метод Шене

Из лабораторных методов механического анализа наиболее простым является метод Шене, хотя он дает менее точные результаты, чем, например, метод Сабанина-Робинсона.

### 4. Подготовка грунта к анализу

Перед анализом воздушно-сухой грунт, просеянный через сито с отверстиями в 1 мм, отвешивается на химических весах (навеска—от 4 до 5 г), насыпается в небольшую колбочку (100—150 см<sup>3</sup>) и наливается водой на  $\frac{3}{4}$  колбы. Колба затыкается пробкой, через которую пропущена стеклянная трубка длиной около 30—50 см. Трубка обвертывается мокрой фильтровальной бумагой.

Колбочка ставится на электрическую плитку или сетку над горелкой и нагревается. Замечают момент, когда вода закипела, и кипятят ровно 1 час. Трубка является холодильником, и благодаря ей испаряющаяся вода стекает назад.

После кипячения грунт протирается пальцем через сито с отверстиями 0,25 мм в фарфоровую чашку. Операция эта производится так, что сито ставится в чашку, в которую наливается воды выше уровня сетки сита. Сито несколько раз приподнимается и опускается, грунт снова растирается пальцем. Наконец

сито вынимается из воды и хорошо промывается из промывалки, пока стекающая вода не будет чистой, и палец смывается также. Сито переносится во вторую чашку и там еще протирается; обычно через него проходит еще немного грунта, который и присоединяется к предыдущему. Сито с оставшимся грунтом ставят на фильтровальную бумагу и просушивают в сушильном шкафу. По высыхании некоторые песчинки проходят через сито при потряхивании; их тоже присоединяют к общей массе прошедших через сито.

Сито с просушенным грунтом взвешивается, затем грунт высыпается и взвешивается пустое сито. Таким образом находят все фракции от 1 мм до 0,25 мм.

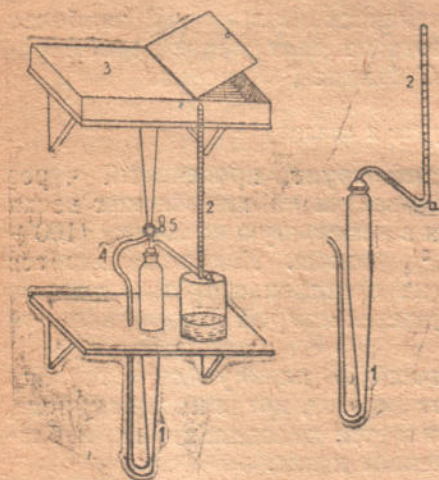
Далее приступают к разделению частиц меньших 0,25 мм. Принцип метода заключается в разной скорости падения частиц различного диаметра. По данным проф. Сабанина она равняется:

Диаметр частиц	Время	Путь
0,5	5 сек.	1 см
0,01	50 "	1 "
0,005	36 мин.	1 "
0,001	2 час. 24 мин.	1 "

Сущность метода Шене заключается в том, что мы заставляем падать частицы в восходящем токе воды, причем, если скорость потока воды равна или незначительно превышает скорость падения частиц, то эти частицы выносятся.

Анализ по этому способу производится при помощи прибора, состоящего из следующих частей: длинной конической воронки 1, нижний конец которой загнут кверху, пьезометра—трубки 2, изогнутой два раза под углом 45°, с делениями и отверстием на одном из колен, резервуара 3 для воды.

Для крепления прибора служат две полочки, располагаемые на стене одна под другой. Весь прибор изображен на фиг. 7.



Фиг. 7

Вода из резервуара 3 поступает по резиновой трубке 4 и через кран 5 в хвост воронки и затем поднимается по воронке

в пьезометр и вытекает из отверстия *a*. Грунт, предварительно приготовленный кипячением, помещается в воронку. Если скорость поднятия воды в воронке равна или чуть-чуть превышает скорость падения частиц данной фракции, то эти частицы выносятся через отверстие *a*. Навеска грунта берется в 25 г. О скорости тока воды в воронке судят по высоте столба воды в пьезометре над отверстием *a*.

Перед пуском в ход нового прибора необходимо проверить соотношение между высотой столба воды в пьезометре под отверстием *a* и скоростью ее в воронке, для чего при помощи крана устанавливается определенный ток; замечая высоту уровня воды в пьезометре, смотрят в течение какого времени наполняется цилиндр емкостью в 100 см<sup>3</sup>. Измерив внутренний диаметр цилиндрической части воронки, узнают скорость течения воды. Для нахождения величины зерен данной фракции, в зависимости от скорости воды в воронке (равной скорости падения данных частиц), судят по приведенной таблице:

Частицы размером	Скорость отмучивания
До 0,01 мм	0,2 мм/сек.
" 0,025 "	0,7 "
" 0,03 "	2 "
" 0,075 "	4 "

Само определение сводится к следующему: подготовив грунт как указано выше, вынимают из верхнего края воронки пробку с входящим в нее пьезометром, вливают в воронку разваренный грунт, закрывают пробку и слегка открывают кран *b*. Вода заполняет воронку и затем поднимается в пьезометр. Дойдя до отверстия, вода начинает стекать из него каплями. Если открыть кран *b* чуть сильнее, то вода станет вытекать уже струйкой, и под отверстием установится столбик воды. Имея заранее соотношение между скоростью отмучивания и высотой этого столбика, можно установить кран так, чтобы получился столбик воды в пьезометре, нужный в соответствующей скорости отмучивания в 0,2 мм/сек. Отмучивание происходит обычно через несколько часов, причем вытекающая мутная вода собирается в большую банку. Когда вода в воронке в верхней части просветлеет и стекающая вода будет совершенно чиста, меняют приемный сосуд и увеличивают ток воды до скорости 0,7 мм/сек. Отмучив таким образом все фракции, ставят их отстояться и, слив избыток воды сифоном, переводят во взвешенные чашки, выпаривают из них воду и взвешивают. Последнюю, самую крупную фракцию получают из воронки. Расчет производится, как обычно, в процентах.

Необходимо заметить, что данные механического анализа очень сильно зависят от подготовки грунта, т. е. от времени кипячения, степени предварительного размельчения, прибавления кислот, солей и т. п. Поэтому необходимо всегда производить одинаковую подготовку грунта, т. е., осторожно размельчив (а не растерев в ступке), просеять через сито с отверстиями в 1 мм и кипятить в дистиллированной воде ровно час (от момента закипания).

#### IV. Химическое исследование грунтов

Из химических исследований для нас имеют значение только два:

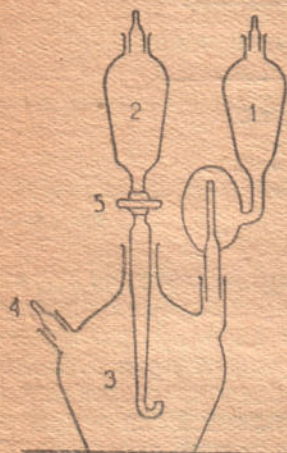
- 1) определение количества углекислых соединений (карбонатов);
- 2) определение количества органических соединений (гумус).

Первое из них необходимо для установления принадлежности грунтов к лессам и при определении количества органических соединений.

В присутствии карбонатов можно убедиться следующим образом: насыпают в пробирку некоторое количество грунта и обливают его разбавленной соляной кислотой. Кислота реагирует с карбонатами по реакции



т. е. выделяется углекислый газ, и в пробирке наблюдается вскипание. При некотором навыке можно определить приблизительное количество карбонатов по силе вскипания.



Фиг. 8

##### 1. Определение количества карбонатов и гумуса

Для определения карбонатов существует много различных методов, но для исследования грунтов можно рекомендовать весовые способы.

Обычно о количестве карбонатов судят по весу выделившегося углекислого газа при взаимодействии между грунтом и кислотой, причем в одном случае взвешивают прибор с грунтом и кислотой до и после реакции и по разнице весов узнают вес углекислого газа; в другом случае взвешивают приборчики, поглощающие углекислый газ.

Для определения по первому методу можно пользоваться приборами, изображенными на фиг. 8.

При определении сосуд тщательно вымывается и просушивается; в сосуд 1 наливается чистая концентрированная серная кислота для просушки и удержания влаги из уходящего углекислого газа. В сосуд 2 наливается разбавленная азотная кислота, а в сосуд 3 насыпается воздушно-сухой размельченный грунт в количестве около 5 г. Вес насыпаемого грунта узнается следующим образом: насыпается грунт в пробирку и взвешивается, затем отсыпается из пробирки грунт в прибор, и пробирка снова взвешивается; по разности узнается вес взятого грунта. Теперь закрывается зажим 4, взвешивается весь прибор 3 и при помощи крана 5 постепенно впускается кислота в сосуд. Надо следить, чтобы выделяющийся углекислый газ проходил маленькими пузырьками через серную кислоту, иначе он может уносить с собой пары воды. Когда от прибавления кислоты уже не наблюдается выделение газа, можно прекратить прибавление кислоты и слегка нагреть прибор (но не до кипения). После остывания прибора трубка 4 соединяется с хлорокальциевой трубкой, набитой натровой известью с хлористым кальцием (безводный), и протягивается через 1 воздух аспиратором или просто ртом. Это необходимо для удаления углекислого газа из сосуда 3.

Затем взвешивается и по разнице весов  $A$  до и после реакции и по величине навески грунта  $B$  определяется процент содержания углекислого газа карбонатов  $K$

$$K = \frac{A}{B} \cdot 100.$$

Так как из карбонатов преобладают обычно углекислый кальций, то можно произвести пересчет, тогда процент углекислого кальция  $n$  равняется:

$$n = K \frac{100}{44}.$$

В тех случаях, когда, кроме карбонатов, необходимо определить и органические примеси, можно пользоваться прибором Кюппа, служащего для определения как углекислых, так и органических соединений (гумуса).

Если исследуемым материалом являются пески, то можно определить количество гумуса прокаливанием в тигле.

При определении необходимо предварительно прокалить пустой тигель, охладить его в эксикаторе, взвесить на аналитических весах (вес  $A$ ), затем насыпать в него некоторое количество воздушно-сухого грунта, взвесить (вес  $P$ ) и прокалить. После того, как грунт потерял от прокаливания окраску, тигель снимается с горелки и ставится в эксикатор для охлаждения, а затем взвешивается (вес  $C$ ). Необходимо убедиться, что грунт

при дальнейшем прокаливании не уменьшается в весе, для чего еще раз прокаливают, пока разница между взвешиванием будет только в десятитысячных долях грамма.

Процент органических соединений определяется из следующей формулы:

$$n = \frac{B-C}{B-A} 100 - \alpha - \beta$$

где  $\alpha$  — процент гигроскопической влажности;

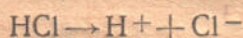
$\beta$  — процент углекислого газа карбонатов.

Последний метод является очень удобным, но дает точные результаты только для песчаных грунтов, при суглинках же и глинах следует опасаться ошибок, вследствие спекания глин при высокой температуре и идущих при этом реакций с выделением химически связанной воды и т. д.

## V. Исследование грунтовых вод

Производить обычный химический анализ грунтовых вод в большинстве случаев не представляется необходимым, так как концентрации растворенных солей настолько малы, что не могут оказать значительное воздействие на фундаменты сооружений, поэтому нет необходимости описывать полный химический анализ, а достаточно остановиться только на определении степени кислотности грунтовых вод. Как известно из физической химии, в кислоте разъедающим действием обладают ионы водорода, причем степень активности различных кислот зависит от степени диссоциации кислоты, т. е. от количества свободных ионов водорода.

Любая кислота в водном растворе распадается на ионы по уравнению, например:



т. е. дает водородный ион, который действует на известь, разрушает ее.

Концентрация водородных ионов обозначается условно  $P_h$ , причем численно  $P_h$  равняется показателю степени десяти концентрации грамм иона в литре с противоположным знаком. Если концентрация водородных ионов равна  $10^{-7}$  г иона, то  $P_h = 7$ , если  $10^{-5}$ , то  $P_h = 5$  и т. д.

Значит, чем больше  $P_h$ , тем меньше концентрация водородных ионов.

Концентрация водородных ионов в чистой воде равна  $10^{-7}$  т. е. при  $P_h = 7$  вода является нейтральной, поэтому все растворы можно свести в следующую табличку:

$P_h < 7$  кислый раствор;

$P_h = 7$  нейтральный раствор;

$P_h > 7$  щелочной раствор.



Для непосредственного определения рекомендуется пользоваться универсальным индикатором АВ, продающимся во всех магазинах наглядных пособий и лабораторного оборудования.

Прибор состоит из плоской белой чашечки, пипетки, банки с индикатором АВ и таблицы с цветной шкалой. Наливают немного грунтовой воды в плоскую чашечку, капают пипеткой несколько капель индикатора и получившуюся окраску сравнивают с цветной шкалой, подбирая одинаковый цвет. На шкале каждому цвету соответствует величина  $P_n$ .

Если активная реакция грунтовой воды не сильно отличается от  $P_n = 7$ , то это не имеет большого значения, так как при  $P_n$  отличном на 1—2 единицы от 7 все таки кислотность незначительна.

Если универсального индикатора под руками нет, то можно пользоваться обычными употребляемыми в химии индикаторами, как метил-оранж, фенолфталеин и т. д. Что касается самого распространенного из них—лакмуса, то он для этой цели непригоден, так как является малочувствительным и реагирует только на большие количества кислоты или щелочи.

Конечно, ни метил-оранж, ни фенолфталеин не дают количественной характеристики.

Определение производится следующим образом: набрав в пробирку грунтовой воды, прибавляют к ней несколько капель (2—3) спиртового раствора фенолфталеина (1 г в 100 см<sup>3</sup> спирта). Если вода окрасится в розовый цвет, значит бояться кислотности не надо, так как реакция воды щелочная. Если окраски в розовый цвет не произошло, то набирают в другую чистую пробирку грунтовой воды и еще в одну пробирку, служащую контрольной, дистиллированной воды и прибавляют к обеим пробиркам по равному числу капель раствора метил-оранжа (0,05 г в 100 см<sup>3</sup> воды). Если в пробирке с грунтовой водой окраска будет более желтой, чем в пробирке с дистиллированной водой, то это указывает на кислотность.

Желтый цвет появляется при  $P_n$  от 3 до 4.

Следует заметить, что пробирки при этих определениях, равно как и чашечки при пользовании универсальным индикатором, необходимо ополаскивать дистиллированной водой.

## ИНСТРУКЦИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОСНОВАНИЯМИ И ФУНДАМЕНТАМИ СООРУЖЕНИЙ

### 1. Общая часть

1. Настоящей инструкцией имеется в виду, помимо обязательных испытаний строительных свойств грунтов на месте работы до возведения сооружений, предписанных Комитетом по строительству при СТО, установление для некоторых категорий сооружений систематических наблюдений за основаниями и фундаментами в процессе возведения, а также в начальный период эксплуатации сооружений.

Характер и категории сооружений, за которыми надлежит вести наблюдения, указаны ниже.

2. Цель организации упомянутых наблюдений следующая:

а) Следить за деформациями оснований и фундаментов, особенно в процессе возведения и в начальном периоде эксплуатации, когда, вследствие неравномерного возрастания нагрузки и распределения грунта, возможно появление наиболее опасных для зданий деформаций или осадок основания. Регулярные же наблюдения дадут возможность своевременно принять меры, устраняющие неравномерность деформации, если размеры последней могли бы угрожать прочности или устойчивости здания.

б) Собрать и систематизировать результаты по предварительным пробным испытаниям грунтов до возведения сооружений, материалы по наблюдениям за основаниями и фундаментами в процессе возведения и первый период эксплуатации сооружений.

в) На основании обработки накопленных материалов и сравнительного их анализа, как по отдельным объектам, так и по целому комплексу их, исследовательскими институтами должны быть сделаны определенные выводы по ряду вопросов, связанных с грунтами и проектированием оснований, до настоящего времени недостаточно исследованных, в частности по вопросам распределения напряжений в грунтах и деформации их, в зависимости от физико-механических свойств грунта, особенностей фундамента и характера сооружения.

г) В результате установления законов распределения давления и деформаций в грунтах должна быть разработана научная теория грунтов и даны расчетные нормы для проектирования и возведения оснований и фундаментов.

3. Учитывая, что производство регулярных наблюдений потребует дополнительных затрат, которые должны быть отнесены к эксплуатационным расходам по данному предприятию, настоящая инструкция ограничивает число объектов наблюдений теми постоянными сооружениями, которые имеют значительный удельный вес по своей стоимости или по своему назначению, а именно:

а) Отдельные здания или сооружения производственного характера, строительная стоимость которых превышает 2 000 000 руб.

б) Здания производственного назначения, входящие в состав единого хозяйственного комбината при строительной стоимости всех промышленных зданий его свыше 10 000 000 руб., вне зависимости от стоимости отдельных зданий.

в) Здания или сооружения, строительная стоимость, которых ниже указанного, но представляющие интерес вследствие: 1) примененных для оснований и строительных конструкций здания новых строительных материалов, для выявления чувствительности их к деформациям оснований, 2) значительных динамических воздействий на основания и фундаменты со стороны оборудования, расположенного в здании, 3) характерных особенностей местности и грунта, служащего основанием, 4) типового характера данных сооружений, применяемых в строительстве в большом количестве (зерновые silos, бункеры, элеваторы и т. п.).

4. В целях экономии средств принимается, что для сооружений, расположенных в районе с одинаковым геологическим строением и местными условиями,— если характер здания и производства, находящегося в нем, идентичны в отношении возможных воздействий на основание,— наблюдения устанавливаются лишь для одного из сооружений, расположенных в данном районе.

Перечень зданий, за фундаментами и основаниями которых должны быть организованы наблюдения, составляется ежегодно до начала строительства органами строительного контроля данного района совместно с Институтом сооружений и публикуется в журнале „Строительная промышленность“.

5. Для жилых зданий при применении общепринятых строительных материалов и конструкций, ввиду незначительного удельного давления и отсутствия динамических усилий, которые могли бы влиять на деформации основания, организация указанных наблюдений не обязательна.

6. Наблюдения за перечисленными в § 3 объектами должны систематически и регулярно вестись до начала строительства, в процессе возведения сооружений и после окончания строительства в течение одного года эксплуатации сооружения.

Если в течение этого года не представляется возможным выявить процесс деформации сооружения и зависимость его от различных свойств грунтов, вследствие исключительных условий, как например: незначительных, по сравнению с обычными, атмосферных осадков, выпавших в данном районе, неполной загрузки сооружений временной загрузкой и проч., — то срок наблюдения должен быть органами строительного контроля по согласованию с Институтом сооружений продлен еще на один год.

7. Производство наблюдений возлагается:

а) до начала строительства и в процессе возведения сооружений — на строящие организации;

б) по окончании строительства — на хозорганы (заводоуправления, дирекции учреждений и т. д.), в ведение которых поступает для эксплуатации данное сооружение.

Указанные организации несут все расходы, связанные с наблюдениями, и должны иметь лицо с соответствующей технической подготовкой, ответственное за наблюдения и специально для этой цели освобожденное.

8. Методологическое руководство наблюдениями возлагается на научно-исследовательские институты сооружений, которым и подчиняются все пункты наблюдений, расположенные в районе, обслуживаемом институтом.

9. Все графики, журналы и записи наблюдений, произведенных как до начала строительства, так и в процессе возведения здания и в период эксплуатации, ведутся не менее как в двух экземплярах. Из них один передается в институт сооружений, а другой хранится в техническом архиве данного учреждения вместе с генеральными планами и проектами сооружения.

*Примечание.* Строящая организация обязана передать все материалы по испытанию грунтов и наблюдениям за основаниями в процессе строительства хозяйственной организации, к которой строительство поступает для эксплуатации.

10. Характер данных, которые необходимо выявить в процессе наблюдений, изложен ниже в настоящей инструкции.

В зависимости от особенностей данного сооружения и местных условий, Институтом сооружений может быть намечена специальная программа наблюдений для данного объекта.

11. Надзор за выполнением настоящей инструкции возлагается в каждом районе на органы строительного контроля.

## **II. Исследование грунтов до возведения сооружений на месте работ**

12. Исследование строительных свойств грунтов и пробные испытания их до возведения сооружений производится в соответствии со специальной инструкцией по производству пробных испытаний, разработанной Украинским институтом сооружений, причем для сооружений, где предполагается в дальнейшем производство наблюдений, должны быть произведены как полевые

разведки, так и испытания прочности грунтов и лабораторные исследования физико-механических свойств грунта и химических свойств грунтовой воды.

13. С самого начала разведывательных работ должно быть выделено ответственное лицо для производства требуемых наблюдений.

В зависимости от объема и характера строительства, определение физико-механических свойств грунта может быть произведено на месте работы в специально оборудованной на строительстве лаборатории или передается в лаборатории при НИИС.

14. В процессе разведывательных работ и пробных испытаний необходимо следить, чтобы все пункты наблюдения (шурфы, буровые скважины и др.) оставались в таком состоянии, чтобы по ним возможно было вести исследования и после окончания строительства при процессе эксплуатации сооружения.

Точно также необходимо следить за сохранностью всех полученных данных по разведке и испытанию.

### III. Исследование оснований и фундаментов в процессе возведения и эксплуатации сооружений

15. Исследования оснований и фундаментов в процессе возведения и эксплуатации сооружений сводятся:

а) к определению усилий, действующих на основание, передающихся от различных участков фундамента и соответствующих данной деформации;

б) к наблюдению за режимом грунтовых вод, в зависимости от ряда нижеуказанных факторов;

в) к определению хода деформаций и осадки в различных частях сооружения;

г) к выяснению законов распределения давления в грунтах;

д) к химическому анализу грунтовой воды;

е) к выявлению зависимости между всеми указанными факторами.

16. Определяя усилия, действующие на основание, необходимо:

а) установить статические нагрузки, передающиеся на основание от самой конструкции сооружения здания и расположенного в нем оборудования; при этом определяется удельное давление, приходящееся на  $1 \text{ см}^2$  в различных частях здания;

б) при действии на фундаменты или на грунт наклонных и горизонтальных сил (подпорные стенки, бункеры и силосы с неуравновешенной нагрузкой, ветер и проч.) необходимо определить величину и направление сдвигающих усилий, действующих на фундаменты, и имеющийся эксцентриситет, вследствие несовпадения центра тяжести массива фундамента с точкой приложения равнодействующей;

в) в случае наличия в здании оборудования, дающего при работе значительные динамические усилия (особенно при неуравновешенных механизмах: дробилках, грохотах и т. д.), вызывающие вибрации здания, необходимо:

1) найти силы инерции движущихся масс, их направление и моменты, вызываемые ими;

2) найти импульсивные колебания оборудования, являющегося возбудителем вибрации здания, путем установки непосредственно на оборудовании специальных приборов (акселерометров);

3) установить амплитуду и форму колебаний как самого здания, так и фундаментов путем установки соответствующих измерительных приборов (вибрографов Гейгера и др.) на различных горизонтальных участках здания и фундамента;

4) найти дополнительные напряжения, вызываемые в фундаментах вследствие вибрации, для чего могут быть применены тензомотры Гугенберга и др.;

5) сопоставить собственную частоту колебаний самого источника колебания и частоты колебаний отдельных конструкций здания (колонн, балок, стен на различных горизонтах и самого фундамента) по наружному и внутреннему контуру в различных точках его по отношению к расположенному оборудованию, что даст возможность выявить влияние резонанса.

*Примечание.* 1) При определении действующих усилий могут быть использованы также статические расчеты.

2) Усилия, указанные в настоящем параграфе, определяются для момента, соответствующего данной деформации основания.

17. Изучение режима грунтовых вод должно заключаться:

а) в регулярных наблюдениях за уровнем грунтовых вод, пользуясь имеющимися шурфами и буровыми скважинами;

б) в систематических наблюдениях за количеством выпавших атмосферных осадков, пользуясь непосредственными наблюдениями или данными метеорологических станций;

в) в регулярных наблюдениях за уровнем воды в соседних водоемах;

г) в выяснении, не были ли в процессе строительства на отдельных участках продолжительное время открыты котлованы с продолжительным и повторным насыщением дна котлована атмосферными осадками, а также нет ли проникновения атмосферных и производственных вод под фундамент из-за отсутствия водосточных труб, отвода воды от здания и проч.;

д) в выяснении зависимости изменения уровня грунтовых вод и уровня воды в соседних водоемах, а также влияния режима работы искусственных сооружений (канализации, насосные станции и пр.) на изменение уровня грунтовой воды;

е) в нахождении скорости и направления грунтового потока;

ж) в нахождении коэффициента фильтрации и влажности слоев грунта, лежащих непосредственно под подошвой основания на глубине 3—4 м.

Все наблюдения должны быть зафиксированы в виде соответствующих таблиц и графиков. Помимо этого, составляется карта гидронизогипсов для минимума и максимума для данного исследуемого участка с указанием стрелками направления грунтового потока.

*Примечание.* Для гидротехнических сооружений программа наблюдений составляется особо.

18. Обследование деформаций осадок оснований должно заключаться:

а) в регулярном внешнем осмотре конструкции здания и фундаментов с целью обнаружения трещин или иных деформаций (перекосов и проч.), которые могли бы появиться вследствие осадки фундаментов.

В случае обнаружения деформаций здания, таковые должны быть зафиксированы фотографическими снимками и нанесением их на фасадах и общих разрезах здания;

б) в установке маяков в различных пунктах здания с целью обнаружения при их помощи возможной неравномерной осадки зданий и определения величины ее (измерением смещения);

в) в установке на фундаменте, цоколе и различных горизонтах здания реперов и регулярном измерении их уровней;

г) в исследовании деформаций грунта непосредственно под фундаментом путем установки приборов, измеряющих осадки (клинометров);

д) в наблюдении за ходом осадки давно существующих зданий, если таковые находятся вблизи пункта наблюдений, для возможности сравнения осадок в начальный период эксплуатации и через известный период времени и выяснении путем аналогии хода дальнейшей осадки данного объекта наблюдений;

е) в выяснении, не является ли появившаяся деформация здания или фундамента следствием резонанса от находящихся вблизи сооружений, с действующим оборудованием, передающегося через хорошо звукопроводящие слои грунта, служащего основанием (глина, торф, или проч.).

Одновременно с наблюдением хода осадки определяются усилия, действующие в фундаменте в момент соответствующих наблюдений. Особенно важно сопоставить величины осадки и удельного давления и действующего усилия до момента загрузки данного объекта временной нагрузкой и после (например, в угольных башнях, бункерах, силосах), до и после момента загрузки углем, в сооружениях, рассчитанных на подвижную нагрузку — до и после первого прохождения ее;

ж) в выяснении влияния на осадку:

1) размера площади фундаментов. Особенно важны непосредственные наблюдения за ходом осадки фундамента с одинаковой формой и удельной нагрузкой и идентичным характером временной нагрузки, но с различными площадями;

2) формы фундаментов (круглый, прямоугольный, квадратный). Здесь также особый интерес представляет ход осадки фундаментов с одинаковой площадью и действующими усилиями, но различной формы.

При отсутствии таких объектов зависимость осадки от размера площади основания и формы фундаментов находится методом аналогии и исключения;

3) температуры: действия холода (замерзания почвы зимой) и тепла (оттаивания почвы весной), особенно для фундаментов, заложённых выше уровня промерзания;

4) быстрого изменения уровня грунтовой воды вследствие изменения уровня воды в соседних водоемах или действия искусственных сооружений;

з) для зданий и сооружений, находящихся в районе горных выработок, где возможны осадки пород, необходимо выяснить:

1) глубину заложения близлежащих горных выработок и расстояния по горизонтали от данного здания до верхней точки выработки;

2) мощность разрабатываемого или выработанного пласта и соотношение мощности пород, залегающих над разрабатываемым пластом, и мощностью последнего, а также геологическую разведку местности;

3) велась ли выработка безостановочно и интенсивно или с перерывами;

4) произведена ли закладка выработки или обрушение кровли и каким образом;

5) в случае обнаружения трещин или других деформаций, как в исследуемом объекте, так и в соседних зданиях, выяснить направление трещин в двух проекциях по отношению к направлению пласта.

При разработке сближенных пластов необходимо учесть мощность каждого из них, расстояние между ними и отношение глубины залегания верхнего пласта к суммарной;

и) в выяснении, нет ли разложения грунтов под фундаментами или самых фундаментов вследствие химических примесей в грунтовой воде, что могло бы привести к осадкам.

19. Выяснение закона распределения давления в грунтах должно заключаться:

а) в определении коэффициента пропорциональности между давлением и осадкой (коэффициент постели) для данных грунтов и фундаментов, выявляя по возможности зависимость его не только от характера грунтов, но и от площади, формы и жесткости фундаментов;

б) в нахождении численной величины давления в различных точках грунта под фундаментами путем предварительной закладки и установки соответствующих измерительных приборов: конденсаторов (способ Лалетина), измерительных приборов, снабженных упругими мембранами и наполненных жидкостью, сооб-



щающихся трубками с манометром (способ горной академии во Фрейберге, пневматические методы), электрических контактов (способ Дубелира) и проч.

Способ установления и конструкция приборов для определения закона распределения давления в грунте в каждом отдельном случае согласовывается с Институтом сооружений, который в настоящее время выясняет наилучший способ для нахождения закона распределения давления:

в) в вычерчивании изобар (линий одинакового давления) под данными исследуемыми участками фундаментов.

20. Химический анализ грунтовой воды должен производиться периодически, но не менее чем два раза в году. Особенно важно производить химический анализ при обнаружении резких деформаций основания, так как изменение химического состава воды (приток сточных вод, содержание кислот и проч.) могло служить причиной потери прочности основания или разрушения фундаментов.

Одновременно с производством химического анализа необходимо выяснить, имеются ли вблизи химические производства, которые своими отбросами могли бы изменить химический состав воды, а также свалки навоза, нечистот и выгребные ямы.

21. Зависимость между всеми указанными факторами находится путем обработки и тщательного изучения (анализа) полученных данных, в результате чего делаются определенные выводы.

Обработка материалов производится в первоначальной стадии непосредственно на месте наблюдения, в окончательном же виде, а также в выводах—научно-исследовательским институтом.

22. Первоначально обработанные материалы должны заключать в себе следующее:

а) генеральный план местности с нанесением горизонталей, реперов наблюдений, буровых скважин, шурфов, зданий, существовавших ранее на данном участке (обозначаются пунктиром), зданий возведенных и предполагаемых к возведению, водоемов, насосных станций, канализации;

б) геологические разрезы с нанесением буровых скважин и шурфов;

в) анализы физико-механических свойств грунта (фракции зерен, пластичность, влажность, удельный вес сухого вещества, объемный вес, угол естественного откоса, водопроницаемость), произведенные до начала возведения сооружений, а также в процессе возведения и эксплуатации;

г) акты испытания грунтов с вычерченными кривыми хода осадок с применением давления, а также краткое описание способов производства испытания;

д) журналы записи горизонтов грунтовой воды, количество атмосферных осадков и горизонтов воды в соседних водоемах. При этом вычерчиваются: 1) кривые изменения уровня воды

с подразделением на пятидневки (два наблюдения); 2) кривые максимальных и минимальных уровней, с подразделением на месяцы;

е) журналы записей измеренных осадок и кривые деформации для фундаментов в зависимости от времени, давления, площади и формы фундаментов, физических свойств грунта;

ж) фотографические снимки и эскизы появившихся трещин или иных деформаций, как в несущих частях здания, так и в фундаментах, заснятые регулярно для возможности восстановить весь процесс и характер образования трещин (на снимках обозначается дата и место съемки и ориентация их по отношению к странам света);

з) общие разрезы и фасады здания с нанесением на них тех деформаций, которые появились в процессе наблюдения.

На этих же чертежах дается характеристика основных строительных материалов и конструкции здания: фундаментов, колонн, балок, перекрытий, стен, наличие железобетонных или иных обвязок и проч.;

и) пояснительную записку с изложением субъективной оценки и мнений лиц, участвовавших в наблюдениях по поводу всех деформаций, имевших место на данных объектах наблюдений.

23. Окончательная проработка всех данных производится научно-исследовательским институтом и заключается в анализе всех факторов и результатов наблюдений по данному объекту и сопоставлении их с наблюдениями, произведенными на других объектах в аналогичных и отличающихся от данного объекта условиях, и, наконец, в научных выводах законов и теории грунтов, распределения давления и деформаций, на основе которых можно было бы разработать технические условия и расчетные нормы проектирования и возведения фундаментов.

24. Настоящая инструкция вступает в силу с момента утверждения вышестоящими правительственными органами.

### **Пояснительная записка к проекту инструкций по систематизации наблюдений за основаниями и фундаментами**

Несмотря на значительные исследования, произведенные в области теории грунтов, особенно рядом работ Терцаги, Штрошнейдера, Кеглера, Шейдига, Пузыревского, Белзецкого и др., до настоящего времени нет ни точной и полной теории грунтов, ни научно обоснованных расчетных норм для проектирования и возведения оснований и фундаментов.

Причины отсутствия этих норм заключаются в том, что:

1. Ряд вопросов, связанных с деформацией и распределением напряжений, недостаточно исследованы или исследованы в таком масштабе и на такой незначительной площади, что нет уверенности

в применимости выводов, сделанных на основе этих исследований, к обычным фундаментам, площадь и форма которых значительно отличаются от исследованных площадок.

2. Многие исследования, произведенные над фундаментами и основаниями, представляли собой лишь констатирование ряда факторов и данных, т. е. качественную характеристику, без математических выводов, выражающих свойства исследованных грунтов, вследствие чего эти исследования оставались достоянием самых исследователей и по существу оказывались бесполезными при желании применить или использовать их для других условий или даже для аналогичных условий, но другими лицами.

3. Физико-механические свойства грунтов, в отличие от свойств других строительных материалов, весьма разнообразны. Только недавно (1925 г.) Терцаги в своей капитальной работе „Erdbaumechanik“ положил основу анализу грунтов, связывающему математической формулой физические свойства грунтов с данными, характеризующими их прочность, как основания для сооружения.

Наряду с указанными причинами, связанными с самими объектами наблюдений, отсутствие единых расчетных норм по основаниям и фундаментам объясняется тем, что опыт и материалы по многочисленным наблюдениям над грунтами и основаниями, произведенные как в виде экспериментов, так и в процессе строительства различных сооружений, в должной мере не собираются и не используются.

Попытки, какие были в этом отношении сделаны за границей, не увенчались успехом. Так, например, Американское общество гражданских инженеров в 1913 году сделало попытку собрать анкетные данные от различных фирм и строящих организаций по вопросам, касающимся свойств грунта в техническом отношении. Однако за несколько лет число поступивших данных было настолько мало и сведения оказались настолько неполноценными, что никакие выводы из них сделать было невозможно (несмотря на то, что был создан специальный отдел для изучения важных в техническом отношении свойств грунтов и самая работа по исследованию грунтов была объявлена делом „национальной важности“).

Неудачу, постигшую в этом вопросе Американское общество инженеров, следует объяснить прежде всего наличием капиталистической системы хозяйства, где, очевидно, секретничество и частнособственническое стремление фирм и организаций, не желающих передавать свой опыт и достижения другим лицам и организациям, стоят выше стремления научной организации к созданию научной теории грунтов и оснований.

У нас в СССР при стопроцентном охвате всего промышленного строительства социалистическим сектором нет никаких препятствий к использованию всего накопленного на строительных работах опыта и материалов.

К сожалению, однако, на сегодняшний день мы имеем такое положение, что ценные материалы по наблюдениям за грунтами и основаниями на различных наших стройках собирают для того, чтобы убедиться в надежности данного основания, и обычно исчезают или уничтожаются с окончанием строительства и передачи его в эксплуатацию.

Между тем, при условии некоторых дополнительных исследований и небольших добавочных затрат эти материалы могли бы, при соответственной системе организации наблюдений и обработки материалов по ним, непосредственно быть использованными как эксперименты, дающие возможность сделать определенные научные выводы, на основе которых можно было бы создать расчетные нормы по основаниям и фундаментам.

Необходимо подчеркнуть, что этот способ есть единственный путь к разрешению всех тех вопросов, связанных с основаниями, которые до настоящего времени остаются недостаточно исследованными, так как неясность заключается главным образом в незнании, как применить добытые лабораторным путем данные при небольших объектах наблюдений, — к естественным условиям для фундаментов, имеющих значительные площади при влиянии различных факторов. Организация же специальных опытов со значительными площадями и различной формой фундаментов является задачей, непосильной для любой научной организации как по трудоемкости, так и по денежным затратам. К тому же было бы непростительно производить специальные опыты и затрачивать на них средства, поскольку в настоящее время можно в качестве экспериментов использовать различные объекты строительства путем организации на них соответствующих наблюдений над основаниями, и не только до начала строительства, но и в процессе возведения сооружения и в начальный момент эксплуатации, так как наблюдения лишь тогда могут быть полноценными, когда возможно будет сравнить действительные деформации основания здания после его возведения с теми пробными испытаниями, которые производились до начала постройки.

Помимо указанных научных целей, наблюдения, организованные на данной стройке, имеют чисто практический интерес непосредственно для данного предприятия. Дело в том, что большинство повреждений в несущих конструкциях зданий связаны с неравномерной осадкой или другими деформациями оснований. Эти деформации чаще всего появляются в начальный период эксплуатации сооружения.

Систематические наблюдения над фундаментами в этот период дадут возможность обнаружить начало деформации их и принять своевременно меры к их устранению в дальнейшем.

В разрезе всего сказанного становится ясной необходимость организации на отдельных стройках систематических наблюдений за основаниями как до возведения их, так и в начальный период эксплуатации.

Предлагаемая инструкция имеет в виду регламентировать указанные наблюдения, как обязательные для строительных организаций и предприятий, возлагая методологическое руководство, соби́рание всех данных и материалов по наблюдениям и соответствующие научные выводы из них на научно-исследовательские институты сооружений.

Проект прилагаемой инструкции разработан сектором оснований и фундаментов Украинского научно-исследовательского института сооружений и подлежит рассмотрению и утверждению вышестоящими правительственными органами.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
Инструкция по разведке и полевому испытанию грунтов как оснований под сооружения — проф. БЕЛЯКОВ Ф. А. . . . .	5
Приложение 1. Описание рельефа . . . . .	12
Приложение 2. Классификация грунтов . . . . .	13
Приложение 3. Походная лаборатория для исследования грунтов . . . . .	15
Инструкция для производства лабораторного исследования грунтов как оснований под сооружения — ассист. ПРОЗОРОВСКИЙ Н. А. . . . .	16
I. Определение объемного веса, абсолютной влажности, степени насыщенности водой и удельного веса грунта . . . . .	16
1. Объемный вес . . . . .	16
2. Влажность . . . . .	17
3. Гигроскопическая влажность . . . . .	18
4. Ускоренный метод определения влажности . . . . .	18
5. Удельный вес . . . . .	20
6. Порозность . . . . .	20
7. Степень насыщения водой . . . . .	20
II. Определение водных свойств грунта (влагоемкость, фильтрация, водоподъемность) . . . . .	21
1. Влагоемкость капиллярная . . . . .	21
2. Влагоемкость полная . . . . .	22
3. Фильтрация . . . . .	22
III. Определение крупности частиц . . . . .	23
1. Ситовый анализ . . . . .	23
2. Полевой метод определения крупности частиц . . . . .	24
3. Метод Шене . . . . .	25
4. Подготовка грунта к анализу . . . . .	25
IV. Химическое исследование грунтов . . . . .	28
1. Определение количества карбонатов и гумуса . . . . .	28
V. Исследование грунтовых вод . . . . .	30
Инструкция по организации наблюдений за основаниями и фундаментами сооружений — инж. БИЛЕНКО П. Я. . . . .	32
I. Общая часть . . . . .	32
II. Исследование грунтов до возведения сооружений на месте работ . . . . .	34
III. Исследование оснований и фундаментов в процессе возведения и эксплуатации сооружений . . . . .	35
Пояснительная записка . . . . .	40

Державне Науково-Технічне Видавництво України  
ОНТИ — ДНТВУ

Харків, Пролетарський майдан, 7

ГОТОВИТЬСЯ К ПЕЧАТИ:

СУББОТИН М., проф.

**СТРОИТЕЛЬНОЕ КАМНЕВЕДЕНИЕ**

Изд. II, знач. доп. и перераб.— ОНТИ — ГНТИУ. 18 печ. л. Тир. 5000 экз.  
Ориент. цена 4 руб. 50 к.

Содержание. I. Описание разработок (техн. произв.) каменных материалов УССР (с подробн. картой), отчасти Донец. обл., Карелии, Урала. II. Лабораторные (нов.) испытания техсвойств кам.-стр. материалов. III. Добывание кам. материала, его механизация. IV. Обработка кам. матер., камнедробление. V. Выветривание. VI. Минералогический справочник. VII. Приложение дор.-строит. характера.

В книге сообщаются следующие новые данные.

1. О промкарьерах укр. кристаллической плиты, в частности габбро-норитах, о сланцах, трепелах, туфах и др. местных заменителях дефицитных стройматериалов. 2. Детальная карта промкарьеров Правобережья УССР. 3. Техника изготовления пробных образцов, пробы на замораживание, мех. испытание на излом, личные опыты автора над истиранием кам. пород под руководством акад. К. Симинского, шведско-американск. методика испытания и др. 4. Пневматическое бурение, способ обрушения и др. 5. Конические камнедробилки, работа дробления. 6. Наблюдение автора над выветриванием старинных каменных сооружений. 7. Карьерное обеспечение некоторых дорожных направлений (в приложениях). 8. Геологическое обоснование камневедения УССР, выделенное в самостоятельное приложение, составлено геологом Л. Наливайко.

Книжка рассчитана на высшие и средние кадры стр.-пром. ВТУЗ'ов и техн. п.-н. учреждения, хозорганы.

ПРОДАЖ по всіх книгарнях Укркнигозбуту, Укркнигоцентру й Вукооп-книги.

ЗАМОВЛЕННЯ НАДСИЛАТИ: Харків, Пролетарський майдан, 7, Укркнигозбут ОНТИ — ДНТВУ.

Цена 70 коп.

УС - 27 - 5 - 3

