

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Аспирант Н. И. ЛОВЫГИН

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА
ЛЕССОВИДНЫХ ГРУНТОВ
ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОЙ ССР**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск—1961

НТБ
ДНУЖТ

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Аспирант Н. И. ЛОВЫГИН

СТРОИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА
ЛЕССОВИДНЫХ ГРУНТОВ
ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОЙ ССР

1648a

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

*Научный руководитель—член-кор-
респондент Академии Строи-
тельства и Архитектуры СССР, доктор
технических наук, профессор
М. Ф. МАКАРОЧКИН*

Днепропетровск—1961

НТБ
ДНУЖТ

Работа выполнена на кафедре „Оснований и фундаментов
и инженерной геологии“ Белорусского политехнического
института имени И. В. Сталина, гор. Минск.

НТБ
ДНУЖТ

Семилетним планом предусматривается огромный рост жилищного, промышленного и культурно-бытового строительства в нашей стране. Объем государственных капитальных вложений по Белорусской ССР возрастет за семилетие в 2,2 раза в сравнении с предыдущим семилетием и составит 32 миллиарда рублей. Только на жилищное строительство будет направлено 6,5 миллиардов рублей.

В общем объеме строительства существенную часть как по стоимости, так и по трудоемкости составляет устройство оснований и фундаментов. В связи с этим изучение свойств грунтов оснований и научно-обоснованное использование их несущей способности при расчете и устройстве фундаментов должно способствовать сокращению сроков и снижению стоимости строительства в целом.

При реализации программы массового строительства в республике строителям все чаще приходится иметь дело с лессовидными грунтами, использовать их в качестве естественных оснований зданий и сооружений. Эти грунты залегают сплошным покровом мощностью до 8,0 и более метров на значительной территории юго-восточных районов БССР, а также встречаются в виде отдельных массивов в окрестностях г. г. Минска, Мозыря, Бобруйска, Гродно, Слуцка, Новогрудка и др. Общая площадь, занимаемая этими породами, составляет примерно 7% всей поверхности территории республики.

К подобного рода грунтам приходится относиться с особой осторожностью, так как многие разновидности лессовидных грунтов способны проявлять просадочные свойства. Свойство просадочности присуще не всем лессовидным грунтам.

Значительный вклад в изучение деформаций лессовых пород внесен отечественными учеными: Ю. М. Абелевым, Ф. Л. Андрухиным, В. И. Батыгиным, С. В. Быстрым, Ф. И. Вороновым, М. Н. Гольдштейном, Н. Я. Денисовым, А. М. Дранниковым, В. А. Дуранте, Е. А. Замариным, Н. И. Кригером, В. А. Приклонским, М. М. Решеткиным, А. Л.

Рубинштейном, Р. А. Токарем и др. Поэтому теперь едва ли реально возможность недооценки со стороны строителей особых свойств этих грунтов. Наоборот, существует другая опасность—всякий лессовидный грунт рассматривать как ненадежное основание, грозящее просадками и деформациями.

До настоящего времени при изучении лессовидных пород территории БССР уделялось внимание, главным образом, вопросам их происхождения, их роли как материнских пород, при образовании плодородных почв и т. д.

В ряде работ довоенных и послевоенных лет, а также в отчетах геологических партий и отрядов (Г. Ф. Мирчинк, Б. А. Можаровский, М. Н. Жуков, Ф. В. Ленгерсгаузен, С. С. Мальяревич, П. А. Леонович, В. Г. Бондарчук, М. М. Цапенко, Н. А. Львова, М. И. Ануфриева, Е. Н. Гиммельштейн, А. Х. Шкляр, З. А. Горелик, К. И. Лукашев и др.) встречаются указания на наличие в БССР лессовидных пород, отмечается для отдельных пунктов их мощность и высказываются различные точки зрения об их происхождении.

Специальное изучение лессовидных пород территории БССР было начато в 1955 г. Институтом геологии АН БССР. В результате уточняется распространение, характер залегания этих пород и условия их образования.

Сейчас сама жизнь и практика строительства в республике требуют ответы на следующие вопросы: каковы физико-технические свойства тех пород, которые геологи относят к лессовидным, что они представляют собой как грунты, нельзя ли при оценке их строительных свойств найти какой-либо общий подход и уточнить критерий оценки возможной просадочности.

Так как эти местные грунты в строительном отношении не изучены, настоящая работа ставит перед собой следующие задачи:

1. Изучение физико-технических свойств лессовидных грунтов территории БССР, характеризуемых обобщенными, т. е. типичными значениями показателей.

2. Исследование корреляционных зависимостей между показателями состава, состояния и механических свойств.

3. Связи физико-механических свойств с минералогическим свойством и структурно-петрографическими особенностями.

4. Рекомендации по использованию лессовидных грунтов в качестве естественных оснований зданий и сооружений.

Глава I посвящена общим сведениям о лессовидных породах и существующим мнениям о причинах деформаций этих пород при увлажнении.

Во II главе дается краткая физико-географическая характеристика массивов и районов распространения лессовидных пород на территории БССР.

ГЛАВА III.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГЛИНИСТЫХ ФРАКЦИЙ ЛЕССОВИДНЫХ ГРУНТОВ

Так как физико-технические свойства грунтов в большой степени связаны с характером и содержанием глинистых фракций, то именно со стороны минералогического состава нами и были предварительно изучены эти грунты.

Кроме образцов лессовидных грунтов были исследованы образцы пород иного генезиса (моренные супеси и суглинки, озерно-ледниковая глина и облессованная морена) с целью сопоставления их свойств.

Исследования производились для фракций пород меньше 0,005 мм и меньше 0,001 мм. Изучение носило комплексный характер. Определение содержания глинистых частиц производилось без удаления карбонатов с предварительным кипячением проб и обработкой их щелочью.

Если принять, что фракция $<0,005$ мм состоит в основном из минерала группы глин, то его состав выразится такой эмпирической формулой: $0,03R_2O \times 0,3RO \times Al_2O_3 \times 4SiO_2 \times nH_2O$, т. е. малощелочной глинистый минерал с небольшим количеством кальция и магния с отношением $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$, близким к таковому у монтмориллонита.

Для некоторых образцов был сделан анализ водных вытяжек. Состав вытяжек имел гидрокарбонатный характер, с общей слабой минерализованностью.

В результате термических исследований были получены кривые обезвоживания пород для фракций $<0,005$ мм и $<0,001$ мм. Эти кривые указывают на смешанный характер глинистой составляющей пород, на присутствие коаилинизированных слюд и слюд более щелочного характера. Соотношение количеств последних минералов в различных образцах разное. В основном характер кривых указывает на содержание как примесей или как существенного компонента минерала группы монтмориллонита.

Что касается кривых нагревания грунтов иного генезиса, то они по характеру почти ничем не отличаются от кривых лессовидных пород.

Все образцы в тонких фракциях окрашиваются бензидином в тускло-синий цвет. Окрашивание происходит не сразу, часто пятнами. Бензидиновые кривые имеют пологий вид, как у гидрослюд, но иногда характеризуются также двумя максимумами, что опять таки указывает на примесь монтмориллонита.

Оптические исследования фракции $<0,005$ мм показали, что при большом увеличении в поле зрения микроскопа мож-

но видеть довольно неоднородный состав глинистой части. Кроме основного глинистого минерала, составляющего преобладающую массу, имеется примесь зерен кварца, полевого шпата, микроклина и плагиоклазов.

На электронно-микроскопических снимках различных образцов видны формы частиц, принадлежащих к гидрослюде, монтмориллониту, нонтрониту и аллофану.

Рентгенограммы были сняты для семи образцов с фракцией меньше 0,001 мм. Рентгенограммы получены от трубки БСВ-4 на медном излучении с применением никелевого фильтра в камере с высокой разрешающей способностью (ВРС-3) при режиме трубки: напряжение 35 кв, сила тока 18 ма, экспозиция 6 час на пленке «ХХ».

Все образцы, характеризующиеся рентгенограммами, содержат близкий минералогический состав, отличаясь лишь содержанием кварца. Основная масса фракции во всех случаях представлена минералами группы монтмориллонита.

В итоге изучения минералогического состава оказалось, что несмотря на варьирование состава минералов глинистой части, его все же можно считать достаточно стабильным.

Глинистая часть в исследуемых породах оказалась довольно гидрофильной, содержащей монтмориллонитовый компонент в значительном количестве. На это указывает и высокая пластичность фракции $< 0,005$ м, определенная как число 20 по Аттербергу.

ГЛАВА IV.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕССОВИДНЫХ ГРУНТОВ

Результаты исследований физико-технических свойств лесовидных грунтов обрабатывались статистическими методами.

Статистические методы при обработке результатов испытаний грунтов использовались рядом исследователей. Однако, эти методы ранее привлекались лишь для изучения отдельных свойств грунтов, но не для характеристики рассматриваемой породы в целом.

Применение вероятностно-статистических методов для оценки изменения свойств грунтов как по профилю, так и по простиранию соответствует новому, современному направлению в изучении грунтов.

Определение системы и мест отбора образцов грунта, как в плане, так и в вертикальном разрезе, производилось при участии геологов, которые изучали условия залегания и генезис этих пород.

Для лабораторных исследований было отобрано 75 монолитных образцов разм. $20 \times 20 \times 20$ см и 218 проб грунта с нарушенной структурой. Глубина отбора монолитов 1,20 м и 2,0 м, а образцы с нарушенной структурой отбирались из буровых скважин через 1,0 м.

Лабораторные анализы грунтов проводились по общепринятой методике.

Компрессионные испытания производились в одноосном приборе А. А. Ничипоровича с диаметром кольца 5,03 см и высотой 1,98 см. Сопротивляемость сдвигу изучалась в срезном приборе Н. Н. Маслова по схеме эффективного (консолидированно-дренированного сдвига) с предварительным уплотнением образцов под нагрузкой 0,5, 1,0, 2,0 и 4,0 кг/см².

Исследованные грунты в своем составе содержат в среднем 18,6% песчаной фракции 72,4% пыли и 9,0% глинистых частиц. По гранулометрическому составу эти грунты представляют собой очень тонкие пылеватые супеси и редко суглинки. Лессовидные грунты БССР в сравнении с такими же грунтами Средней Азии и Украины содержат больше пылеватых частиц и меньше глинистых.

Среднее значение естественной влажности по глубине 1,0—2,0 м равно 15,5% с минимумом 6,2% и максимумом 24,6%.

На распределение естественной влажности по глубине, помимо гранулометрического и химического состава, значительное влияние оказывают рельеф района, мощность лессовой толщи и характер подстилающих грунтов.

Число пластичности этих грунтов сравнительно невысоко, его среднее значение $W_p = 4,55$.

Среднее значение пористости оказалось равным 42,2% с крайними значениями 28,9—53,3%. Величина удельного веса равна 2,65—2,68 т/м³. Объемный вес колеблется от 1,50 до 2,12 т/м³, что говорит о достаточной плотности этих грунтов в естественном залегании.

Изменчивость физико-технических свойств грунтов даже в пределах одного и того же слоя и на малых расстояниях является вполне естественной. В связи с этим весьма важно установить характер изменчивости, т. е. закон распределения индивидуальных значений ограниченного числа показателей и сравнить его с теоретическим законом распределения, когда число определений считается увеличенным до бесконечности.

Оценка степени близости теоретического распределения к эмпирическому была произведена с помощью критерия акад. А. П. Колмогорова.

В результате устанавливается, что закон распределения индивидуальных значений очень близок к теоретическому нормальному распределению или полностью с ним совпадает.

ет, так как сравнение значений накопленных частностей $F_n(x)$ с расчетными значениями интегральной функции распределения.

$$F(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi(t)$$

показывает на большое значение вероятности $P(\lambda)$

где $\Phi(t) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ и $t = \frac{b-x}{\sigma}$

b —верхний предел отдельного интервала

x —среднее значение показателя,

σ —среднее квадратическое отклонение.

Значение $P(\lambda)$ для некоторых показателей свойств лесовидных грунтов приведены в таблице 1.

Для оценки степени неоднородности рассматриваемых грунтов по показателям физико-технических свойств использован коэффициент изменчивости V , значения которого приводятся в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

№№ пп.	Характеристика	Размерность	Сред. значения $\bar{x}$	Средн. квадрат. отклонение $\pm \sigma$	К-во определений	V в %	$P(\lambda)$	Степень неоднородности
1	$>0,005$ мм	%	18,6	8,04	165	44,4	0,854	Неоднородный
2	$0,005-0,005$ мм	%	72,4	8,30	165	11,6	0,744	Весьма однородный
3	$<0,005$ мм	%	9,0	3,16	165	35,5	1,00	Однородный
4	Естеств. влажность	%	15,5	3,70	148	24,0	1,00	Однородный
5	Оъемный вес	т/м ³	1,74	0,14	100	8,3	0,978	Весьма однородный
6	Пористость	%	42,2	4,60	100	10,9	1,00	"
7	W_T	%	24,95	1,35	185	5,4	0,792	"
8	W_p	%	20,40	1,26	185	6,1	0,899	"
9	W_n	—	4,55	1,71	185	37,6	1,00	Однородный
10	$a_p = 0,5-2,0$ кг/см ²	см ² /кг	0,016	0,005	100	31,6	0,864	"
11	$tg \psi$ $p=4,0$ кг/см ²	—	0,696	0,090	38	12,9	1,00	Весьма однородный
12	$tg \varphi$	—	0,632	0,089	38	14,1	0,987	"
13	C	кг/см ²	0,193	0,077	38	39,8	0,995	Однородный
14	$\delta_{пр. p=2,0}$ кг/см ²	—	0,012	0,007	40	56,9	0,544	Неоднородный

В соответствии с таблицей 2 по классификации неоднородности, заимствованной из области полезных ископаемых, в табл. 1 дается оценка неоднородности лесовидных грунтов по некоторым свойствам.

Анализируя полученные значения коэффициентов изменчивости, а также соответствующие графики рассеяния, приходим к выводу, что неоднородность этих грунтов почти по

НТБ
ДНУЖТ

всем показателям физико-технических свойств выражена слабо. Коэффициент изменчивости (V) колеблется чаще всего в пределах 6—40%, что дает основание считать исследованные грунты однородными и даже весьма однородными.

Таблица 2

№№ пп,	Степень неоднородности	V в %
1	Весьма однородный	< 20
2	Однородный	20—40
3	Неоднородный	40—100
4	Очень неоднородный	100—150
5	Весьма неоднородный	> 150

ГЛАВА V

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ СОСТАВА, СОСТОЯНИЯ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Исходным материалом для корреляционного анализа являются результаты комплексных лабораторных исследований грунтов.

На основе устанавливаемых корреляционных зависимостей можно в ряде случаев ограничиться определением механических свойств, исходя из простейших грунтовых характеристик, т. е. без проведения трудоемких, дорогостоящих и продолжительных экспериментов, которые к тому же не всегда могут быть осуществлены из-за отсутствия стационарного оборудования или опытного персонала.

При анализе корреляционных зависимостей решаются две самостоятельные задачи: 1) оценка тесноты зависимости между показателями и 2) определение формы зависимости между ними.

Для оценки тесноты зависимости используется корреляционное отношение, уменьшенное на трехкратную ошибку, т. е. $\eta - 3m_\eta$ согласно таблице 3,

где m_η — ошибка корреляционного отношения.

Таблица 3

Значение $\eta - 3m_\eta$	Оценка тесноты зависимости
< 0	Зависимость не выражена
0,0—0,5	Очень слабая
0,5—0,7	Слабая
0,7—0,9	Тесная
> 0,9	Очень тесная

НТБ
ДНУЖТ

а) **Сжимаемость.** В качестве основных грунтовых характеристик, определяющих значение коэффициента уплотнения, нами рассматривается механический состав (берется в трехчленном виде: песок $>0,05$ мм, глина $<0,005$ мм, пыль $0,05—0,005$ мм), коэффициент пористости, естественная влажность, объемный вес скелета грунта, показатель уплотненности K_d по В. А. Приклонскому, равный

$$k_d = \frac{W_T \gamma_0 - 100\epsilon}{\gamma_0 (W_T - W_p)},$$

отношения $\frac{W}{W_p}$, $\frac{W_T}{W_c}$ и число пластичности.

Определение зависимости величин a (в $\text{см}^2/\text{кг}$.) от грунтовых характеристик в виде прямой или квадратной параболы осуществлено способом наименьших квадратов.

Наиболее тесные корреляционные зависимости выражены в математической форме с установлением коэффициента корреляции и среднего квадратического отклонения.

Как и следовало ожидать, наиболее тесная связь существует между a и ϵ . В этом случае коэффициент корреляции и корреляционное отношение оказались соответственно равными $r=0,751$, $\eta=0,897$. Среднее квадратическое отклонение a от прямой равно $\sigma_{a,\epsilon} = \pm 0,0034$, а от кривой $\sigma_{a,\epsilon} = \pm 0,022$.

Для криволинейной зависимости a от ϵ значение коэффициента вариации в среднем равно $V=23\%$.

Следовательно, примерно в 90 случаях из 100 фактическое значение $a_{оп}$, полученное опытным путем, будет отличаться от значения $a_{гр}$, определенного по кривой на величину, меньшую $0,23 a_{гр}$.

Связь между коэффициентом сжимаемости и W , $\delta_{ск}$, k_d , $\frac{W}{W_p}$ выражена слабо или очень слабо.

Зависимость a от W_p , $\frac{W_T}{W_c}$, W_c , W_ϕ , W_ψ оказалась не выраженной.

Здесь W_c , W_ϕ , W_ψ —соответственно содержание в грунте глинистой, пылеватой и песчаной фракции в %.

При попытке уточнения зависимости a от ϵ через совместное влияние на коэффициент сжимаемости ϵ и W , а также ϵ и $\frac{W}{W_p}$ коэффициенты множественной корреляции оказались соответственно равными:

$$R_{a(\epsilon, W)} = 0,775 \text{ и } R_{a(\epsilon, W/W_p)} = 0,764$$

В данном случае средние квадратические отклонения a $\text{см}^2/\text{кг}$ от плоскостей регрессии равны

НТБ
ДНУЖТ

$$\sigma_{a(\varepsilon, W)} = 0,0031 \quad \text{и} \quad \sigma_{a(\varepsilon, W/W_p)} = 0,0028.$$

Здесь следует отметить обратную зависимость коэффициента сжимаемости от W и $\frac{W}{W_p}$, взятыми в отдельности.

Такая же картина имеет место и при исключении побочного влияния пористости на зависимость a от W и a от $\frac{W}{W_p}$, так как соответствующие коэффициенты корреляции оказались равными:

$$r_{a, W(\varepsilon)} = -0,214 \quad \text{и} \quad r_{a, W/W_p(\varepsilon)} = -0,194.$$

Следовательно, учет, помимо пористости, других грунтовых характеристик не даёт ощутимого уточнения a см²/кг, найденного по графику $a = f(\varepsilon)$.

В практических расчетах оснований, обычно, используют не коэффициенты сжимаемости, а модули деформации. Однако, известно, что при переходе от a к E компрессионные испытания дают заниженные значения модуля деформации по сравнению с E , полученным в результате полевых испытаний. Для сравнения этих значений E было проведено 4 испытания лессовидных грунтов штампом. В нашем случае значения модулей деформации определенных этими двумя способами, находятся в пределах

$$2E_{\text{опыт}} > E > 1,5E_{\text{опыт}}$$

б) Сопротивление лессовидных грунтов сдвигу.

В результате проведенных статистических исследований оказалось, что корреляционные зависимости между коэффициентом сдвига и W_n , W_c , а также $\frac{W}{W_p}$ отсутствуют. Корреляционные зависимости между $\text{tg } \varphi$, с одной стороны, и ε , k_d , $\delta_{\text{ск}}$ —с другой, выражены слабо и очень слабо.

Подобным же образом влияют отмеченные грунтовые характеристики на $\text{tg } \varphi$ и C .

Приводим для сравнения полученные значения коэффициентов корреляции

$$\begin{aligned} r_{c, \varepsilon} &= -0,770 & r_{\text{tg } \varphi, \varepsilon} &= -0,400 \\ r_{c, \delta_{\text{ск}}} &= -0,771 & r_{\text{tg } \varphi, \delta_{\text{ск}}} &= -0,571 \\ r_{c, k_d} &= -0,712 & r_{\text{tg } \varphi, k_d} &= -0,324 \end{aligned}$$

Так как значения $\delta_{\text{ск}}$ и k_d в значительной степени обуславливаются величиной пористости грунта, то за основной фактор, определяющий $\text{tg } \varphi$ и C принимается коэффициент пористости.

Коэффициент вариации в различных интервалах ϵ к значениям C по уравнению прямой в среднем равен $V=17\%$. Отсюда следует, что примерно в 77 случаях ($r_{\epsilon, C}=0,77\%$) из 100 опытные значения C кг/см² будут отличаться от величины сцепления, найденного по уравнению, на величину, меньшую 0,17 C кг/см².

Опытная величина $\text{tg}\varphi$ будет отличаться от значения $\text{tg}\varphi$, полученного по уравнению, менее чем на 0,05 $\text{tg}\varphi$ примерно в 40 случаях из 100 ($V=5\%$).

в) Просадочность лессовидных грунтов.

Исследование просадочности производилось на 75 образцах естественной влажности по методу одной кривой с замачиванием грунта под нагрузкой 2,0 кг/см².

В результате оказалось, что просадочность в основном выражена слабо. Среднее значение степени просадочности $\delta_{\text{пр}}=0,012$ при среднем квадратическом отклонении $\delta=\pm 0,007$.

Корреляционным анализом установлено, что $\delta_{\text{пр}}$ находится в наиболее тесной связи с коэффициентом пористости грунта ($\eta=0,881$). Учет помимо пористости W и $\frac{W}{W_p}$ дает значительное уточнение зависимости $\delta_{\text{пр}}=f(\epsilon)$.

В этом случае уравнения плоскости регрессии будут иметь вид

$$\delta_{\text{пр}}(\epsilon, W) = -0,013 + 0,0422 \epsilon - 0,00123 W$$

$$\delta_{\text{пр}}(\epsilon, W/W_p) = -0,0009 + 0,0356 \epsilon - 0,0186 \frac{W}{W_p}$$

Коэффициенты множественной корреляции получились равными $R_{\delta_{\text{пр}}(\epsilon, W)}=0,906$ и $R_{\delta_{\text{пр}}(\epsilon, W/W_p)}=0,898$, а средние значения квадратических погрешностей соответственно

$$\sigma_{\delta_{\text{пр}}(\epsilon, W)} = 0,0036, \quad \sigma_{\delta_{\text{пр}}(\epsilon, W/W_p)} = 0,0037.$$

Исследуемые грунты, находясь в более недоуплотненном состоянии (K_d близко к -3) показывают значительно меньшие просадки, чем такие же грунты Средней Азии или Украины. Последнее, очевидно, объясняется отличительной особенностью минералогического состава рассматриваемых грунтов, глинистая часть которых представлена в основном монтмориллонитом. Оценка минералогического состава глинистой части грунта при корреляционном анализе производилась с помощью показателей $k_{\eta} = \frac{W_r}{W_c}$, $k_p = \frac{W_r - W_p}{W_c}$. Считается, что если $K_p > 1,2$, то в глине преобладает монтмориллонит, а при $K_p < 0,75$ — коалинит. Попытка увязать

НТБ
ДНУЖТ

просадочность с величиной этих показателей не дала положительных результатов.

Чем больше коллоидных частиц в грунте, тем меньше просадка. В нашем случае, когда коллоидные частицы имеют примерно одинаковый качественный состав, просадочность определяется как количеством, так и состоянием коллоидной фракции. Состояние коллоидной части грунта во многом зависит от влажности, которой определяется концентрация порового раствора.

В таблице 4 даны математические выражения зависимостей показателей механических свойств от некоторых грунтовых характеристик.

Таблица 4

Выражение зависимости	Корреляц. отношение η	$\eta-3m_\eta$	Средняя кв.драт. ошибка $\pm \sigma$	Оценка тесноты зависимости
$a=0,043-0,115\varepsilon+0,1\varepsilon^2$	0,897	0,828	$\pm 0,0022$	тесная
$a=0,026-0,0008W$	0,545	0,287	$\pm 0,0047$	очень слабая
$a=0,232-0,25\delta_{\text{СК}}+0,07\delta_{\text{СК}}^2$	0,754	0,595	$\pm 0,0031$	слабая
$a=0,013-0,003k_d+0,0004k_d^2$	0,781	0,597	$\pm 0,0032$	слабая
$a=0,0437-0,0416\frac{W}{W_p}+0,024\left(\frac{W}{W_p}\right)^2$	0,651	0,426	$\pm 0,0037$	очень слабая
$tg\psi_{(4.0)}=0,645+0,006W_c$	0,473	0,056	$\pm 0,030$	очень слабая
$tg\psi_{(4.0)}=0,842-0,192\varepsilon$	0,723	0,502	$\pm 0,026$	слабая
$tg\psi_{(4.0)}=0,715+0,028k_d$	0,643	0,346	$\pm 0,030$	очень слабая
$tg\psi_{(4.0)}=0,450+0,225\delta_{\text{СК}}$	0,700	0,448	$\pm 0,028$	очень слабая
$tg\varphi=0,722-0,101\varepsilon$	0,400	0,016	$\pm 0,034$	очень слабая
$tg\varphi=0,363+0,184\delta_{\text{СК}}$	0,571	0,244	$\pm 0,032$	очень слабая
$C=0,477-0,363\varepsilon$	0,770	0,563	$\pm 0,043$	слабая
$C=0,492+0,445\delta_{\text{СК}}$	0,771	0,567	$\pm 0,045$	слабая
$C=0,0234+0,045k_d$	0,712	0,469	$\pm 0,052$	очень слабая
$\delta_{np}=0,0212-0,089\varepsilon+0,098\varepsilon^2$	0,881	0,788	$\pm 0,004$	тесная
$\delta_{np}=0,0888-0,148\frac{W}{W_p}+0,061\left(\frac{W}{W_p}\right)^2$	0,851	0,731	$\pm 0,004$	тесная
$\delta_{np}=0,358-0,381\delta_{\text{СК}}+0,1\delta_{\text{СК}}^2$	0,880	0,784	$\pm 0,004$	тесная
$\delta_{np}=0,007-0,005k_d+0,001k_d^2$	0,890	0,653	$\pm 0,004$	слабая
$\delta_{np}=0,0481-0,0024W$	0,703	0,490	$\pm 0,006$	очень слабая

ГЛАВА VI

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЛЕССОВИДНЫХ ГРУНТОВ БССР В КАЧЕСТВЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ ЗАДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Автором в г.г. Горки, Минске, Могилеве, Орше и других населенных пунктах было обследовано значительное количество зданий, в основаниях которых залегают лессовидные грунты.

Как показывает практика строительства, даже в том случае, когда $\delta_{пр} \cong 0,020—0,025$ здания эксплуатируются вполне удовлетворительно, хотя и не были предусмотрены специальные водозащитные мероприятия. Правда, некоторые здания, выстроенные на лессовидных грунтах, имеют трещины в верхней своей части. Деформации зданий являются следствием невыполнения самых элементарных водозащитных мероприятий, необходимых при строительстве на любых грунтах.

Собранный материал, а также результаты исследований показывают, что эти грунты являются достаточно надежным основанием фундаментов зданий и сооружений при надлежащей вертикальной планировке и выполнении других водозащитных мероприятий, как это делается при строительстве на обычных глинистых грунтах.

В итоге изучения строительных свойств лессовидных грунтов территории БССР получена справочная нормативная таблица (табл. 5) для практического определения количественных значений модулей деформации, показателей сопротивления грунта сдвигу и величины степени просадочности по коэффициенту пористости и отношению $\frac{W}{W_p}$.

Таблица 5

Наименование грунта	Состояние грунта	Характеристика свойств грунта	Коэффициенты пористости				
			0,50— —0,60	0,61— —0,70	0,71— —0,80	0,81— —0,90	0,91— —1,00
Лессовидная супесь $W_n < 7$	$\frac{W}{W_p} < 1,2$	Е _{норм.} в кг/см ² Е _{расч.} в кг/см ²	186 155	180 150	160 133	130 108	96 80
	$\frac{W}{W_p} < 1,2$	$\varphi_{норм.}$ $\sigma_{норм.}$ кг/см ²	34° 0,27	33° 0,24	32° 0,20	31° 0,16	30° 0,12
	$\frac{W}{W_p} = 0,5$	$\delta_{пр} (p = 2,0)$	—	—	—	0,021	0,025
	$\frac{W}{W_p} = 0,6$		—	—	—	—	0,023

НТБ
ДНУЖТ

По этой таблице, зная простейшие грунтовые характеристики, представляется возможным определять величины расчетных характеристик грунта без проведения эксперимента.

Благодаря довольно тесной зависимости между показателями механических свойств лессовидных грунтов и их простейшими показателями ϵ и $\frac{W}{W_p}$ табличные значения достаточно надежны и могут быть использованы при проектировании оснований фундаментов на стадии проектного задания или приняты в качестве расчетных для зданий II-го и III-го классов капитальности.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Глинистая часть лессовидных грунтов территории БССР является полиминеральной и содержит в значительном количестве минерал монтмориллонит. Большое содержание монтмориллонита нужно рассматривать как положительный фактор, который не благоприятствует просадочности.

2. Коэффициент изменчивости показателей физико-механических свойств исследованных грунтов чаще всего колеблется в пределах 6—40%, что дает основание считать эти грунты однородными и даже весьма однородными.

3. В результате проведенных исследований оказалось, что корреляционные зависимости показателей механических свойств от показателей состава и физического состояния в большинстве случаев выражены слабо и очень слабо. Только некоторые из этих зависимостей являются тесными.

4. Установлено, что наиболее тесная зависимость существует между показателями механических свойств грунта и его пористостью. Учет помимо пористости других грунтовых характеристик не уточняет последней зависимости.

5. Просадочные свойства этих грунтов в большинстве случаев выражены слабо. Устанавливается, что на просадочность помимо пористости оказывает влияние естественная влажность, или, что то же самое, отношение $\frac{W}{W_p}$.

6. Изучение строительных свойств лессовидных грунтов БССР, а также анализ строительного опыта на них показывают, что эти грунты являются довольно надежным основанием фундаментов при соблюдении общепринятых водозащитных мероприятий, рекомендуемых при строительстве на любых грунтах. Тогда, в большинстве случаев, можно не считаться с их просадочностью.

7. На основании значительного количества опытных данных составлена нормативная таблица для практического определения количественных значений модулей деформации,

показателей сопротивления грунта сдвигу и величины степени просадочности в зависимости от ε и $\frac{W}{W_p}$.

8. Использование табличных значений в расчетах позволит свести до минимума объем инженерно-геологических изысканий и геотехнических испытаний этих грунтов, благодаря чему расходы на эти цели могут быть значительно снижены, что повлечет за собой сокращение сроков и стоимости строительства в целом.

* * *

Результаты исследований по основным разделам диссертации были доложены автором на 11-й, 13-й, 14-й, 15-й и 16-й Научно-технических конференциях Белорусского политехнического института имени И. В. Сталина, которые состоялись в период с 1957 года по 1959 год.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в следующих печатных изданиях:

1. Н. И. ЛОВЫГИН. К вопросу характеристики строительных свойств лессовидных грунтов БССР. Сборник научных трудов БПИ имени И. В. Сталина № 59, Минск, 1958.

2. Н. И. ЛОВЫГИН. Лессовидные грунты района Минска в основаниях гражданских зданий. Сборник научных трудов БПИ имени И. В. Сталина № 77, Минск, 1959.

3. Н. И. ЛОВЫГИН. Вопросы использования лессовидных грунтов района Минска в качестве оснований и фундаментов зданий и сооружений. Брошюра 58 стр., Министерство строительства БССР. РИО БПИ имени И. В. Сталина, Минск, 1960.

4. М. Ф. МАКАРОЧКИН, В. Н. ШАРАЙ и Н. И. ЛОВЫГИН. Состав и строительные свойства лессовидных грунтов БССР. Госиздат БССР, Минск, 1959.

АТ 03868. Подписано к печати 6.III-61 г. Заказ 48. Тираж 220

Типография Издательства Белгосуниверситета имени В. И. Ленина
г. Минск, ул. Кирова, 24.