МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО КОНСТРУКЦИЯМ И ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА УЧАСТКАХ ЗАЛЕГАНИЯ ИОЛЬДИЕВЫХ ГЛИН

Москва 1973

gost.e-ecolog.ru

Министерство транспортного строительства СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(СОЮЗДОРНИИ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО КОНСТРУКЦИЯМ И ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА УЧАСТКАХ ЗАЛЕГАНИЯ ИОЛЬДИЕВЫХ ГЛИН

Одобрены Главдорстроем Минтрансстроя СССР

Москва 1973

УДК 625.731.2:624.131.221

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСТРУКЦИЯМ И ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА УЧАСТКАХ ЗАЛЕГАНИЯ ИОЛЬДИЕВЫХ ГЛИН. Союздорнии. М., 1973.

Рассмотрены особенности проектирования и выбора конструкций автодорожных насыпей на иольдиевых глинах, учитывающие физико-механические свойства глин и условия их залегания. Приведены варианты конструктивных решений насыпей: легкая насыпь; насыпь с распределительной плитой; насыпь с пригрузочными бермами; насыпь с песчаными сваями в основании. Разработан расчет рекомендуемых конструкций и даны указания по технологии их сооружения.

Рис.-3, табл.-6.

УДК 625.731.2:624.131.221

Предисловие

При строительстве автомобильных дорог с капитальными покрытиями на Северо-Западе европейской части СССР нередко возникает необходимость использовать иольдиевые глины в качестве естественного основания автодорожных насыпей. Возведение насыпей на иольдиевых глинах часто требует специальных мероприятий, повышающих устойчивость основания. Для решения вопроса о конструкции земляного полотна на участках залегания иольдиевых глин в Союздорнии были выполнены исследования глин, их работы в основании насыпи и предложены рациональные варианты конструктивных решений.

Настоящие "Методические рекомендации по конструкциям и технологии сооружения земляного полотна автомобильных дорог на участках залегания иольдиевых глин" разработаны в развитие "Методических указаний по проектированию земляного полотна на слабых грунтах" и содержат классификацию иольдиевых глин для дорожного строительства ,методику расчета устойчивости оснований, сложенных иольдиевыми глинами, рекомендации по выбору конструкций земляного полотна, их расчет и технологию сооружения.

Настоящие "Методические рекомендации" составили канд.техн.наук В.Д.Казарновский и инж.А.Г.Полуновский.

Замечания, пожелания по данной работе просьба направлять по адресу: 143900 Балашиха-6 Московской обл., Союздорнии.

ЗАМ.ДИРЕКТОРА СОЮЗДОРНИИ
кандидат технических наук

Ю.Мотылев

Общие положения

1. Свойства ильдиевых глин и их поведение под нагрузками от дорожных насыпей[x] позволяют отнести ильдиевые глины к слабым грунтам. Поэтому изыскания, проектирование и строительство автомобильных дорог на участках залегания ильдиевых глин следует вести в соответствии с требованиями, изложенными в "Методических указаниях по проектированию земляного полотна на слабых грунтах" (М.,1968), в дальнейших ссылках сокращенно именуемых "Методическими указаниями".

2. Конструкция, грунты и методы возведения верхней части земляного полотна на ильдиевых глинах должны отвечать общим требованиям, изложенным в СНиП II-Д.5-72 и СНиП III-Д.5-62.

При назначении сроков сооружения покрытий капитального типа на участках насыпей, построенных на ильдиевых глинах, необходимо руководствоваться требованиями п.1.14 СНиП III-Д.5-62 независимо от высоты насыпи.

3. При проектировании и строительстве автомобильных дорог на участках залегания ильдиевых глин следует классифицировать глины по приводимой таблице .

4. Конструкцию земляного полотна на ильдиевых глинах необходимо назначать с учетом особенностей свойств глин и условий их залегания.

Глины залегают слоями мощностью 5-10м, иногда до 30м, и перекрыты обычно торфами мощностью 2-3м. В условиях природного залегания глины отличаются высокой пористостью, влажностью выше предела текучес -

---

x) В исследованиях физико-механических свойств ильдиевых глин принимали участие инженеры Е.Т.Семенова, Т.И.Федосеева, а в строительстве опытных участков - инженеры Б.Е.Беляев, Ю.В.Пудов, Н.С.Трошков.

ти, слабой водопроницаемостью, низкими прочностными показателями и резким снижением прочности при разрушении природной структуры.

Группа	Относительная влажность	Модуль осадки, мм/м, при нагрузке, кгс/см^2		Предел структурной прочности, кгс/см^2	Полное сцепление, кгс/см^2	Угол внутреннего трения, град.	Структурное сцепление, кгс/см^2
		0,2	1,0				
I	Менее 1 0	7–9	15–40	–	Более 0,15	Более 7	Более 0,10
II	От 1,0 до 1,5	9–11	40–120	Более 0,5	0,20–0,10	7–3	0,13–0,07
III	Более 1,5	11–14	120–250	Менее 0,5	0,15–0,05	3–0	0,07–0,03

К характерным особенностям физико-механических свойств глин (приложение 1) и условий их залегания относятся:

– слабая упрочняемость под нагрузками до 1 кгс/см^2;

– наличие предела структурной прочности при компрессионном сжатии;

– возможность разделения полного сцепления на восстанавливающуюся и невосстанавливающуюся при сдвиге составляющие.

5. Полную сопротивляемость сдвигу ильдиевых глин выражают зависимостью:

$$S_{\rho w} = \rho \operatorname{tg} \varphi_w + \Sigma_w + c_c \,, \qquad (1)$$

где S_{pw} – полная сопротивляемость сдвигу;

ρ – нормальное давление;

φ_w – угол внутреннего трения при данной влажности;

Σ_w – восстанавливающаяся при сдвиге часть сцепления;

C_c – невосстанавливающееся при сдвиге структурное сцепление.

6. Длительную сопротивляемость сдвигу τ_{lim} определяют по формуле

$$\tau_{lim} = \rho tg\varphi_w + C_c . \qquad (2)$$

Величина невосстанавливающейся части сцепления может быть найдена с помощью сдвиговых испытаний как разность между полной сопротивляемостью сдвигу глин с ненарушенной структурой и сопротивляемостью повторному сдвигу или сдвигу по методике "плашка по плашке":

$$C_c = S_{pw} - \left(\rho tg\varphi_w + \Sigma_w\right). \qquad (3)$$

7. В основании, сложенном ильдиевыми глинами, развитие недопустимых по условиям работы дорожного покрытия деформаций может происходить под действием касательных напряжений, превышающих мгновенную или длительную сопротивляемость грунта сдвигу, или нормальных сжимающих напряжений, превышающих предел структурной прочности при компрессионном сжатии.

Работу грунта на сдвиг можно выразить следующими зависимостями:

а) быстрое разрушение с образованием кривой скольжения

$$\tau > S_{pw} = \rho tg\varphi_w + \Sigma_w + C_c , \qquad (4)$$

где τ – касательные напряжения, действующие по наиболее опасным площадкам;

б) медленная деформация сдвига типа ползучести

$$p tg \varphi_w + \Sigma_w + c_c > \tau > p tg \varphi_w + c_c \ ; \qquad (5)$$

в) отсутствие деформаций сдвига

$$\tau < p\, tg\, \varphi_w + c_c \ . \qquad (6)$$

Работу грунта на сжатие можно выразить зависимостями:

а) значительные и длительные деформации уплотнения

$$\sigma > p_{стр} \ , \qquad (7)$$

где σ – большее главное напряжение;

$p_{стр}$ – предел структурной прочности при компрессионном сжатии;

б) отсутствие деформаций уплотнения

$$\sigma < p_{стр} \ . \qquad (8)$$

Назначение конструкций земляного полотна на участках залегания ильдиевых глин

8. При назначении конструкций земляного полотна необходимо принимать во внимание особенности физико-механических свойств и условий залегания ильдиевых глин (п.4).

9. Целесообразно применять конструкции с полным или частичным удалением глины или перекрывающего ее торфа на участках ильдиевых глин. Замена торфа привозным грунтом увеличивает давление на основание, к тому же удаление торфа сопряжено с возможностью нарушения естественного сложения верхнего, наиболее прочного горизонта ильдиевых глин. Удаление самой

ильдиевой глины с заменой ее стабильным грунтом практически исключено из-за значительной мощности ильдиевых глин и опасности их разжижения в случае нарушения естественной структуры грунта.

10. Нерационально применять на ильдиевых глинах конструкции, ускоряющие процесс консолидации глинистой толщи или упрочняющие ильдиевые глины путем их уплотнения весом насыпи (вертикальные дрены, дренажные прорези, временная пригрузка и предварительная консолидация). Неприемлемость таких конструкций обусловлена чрезвычайно низкой водопроницаемостью ильдиевых глин и их слабой способностью к упрочнению при уплотнении, поэтому стимулирование процесса консолидации не в состоянии существенно сократить его продолжительность и повысить прочность глин.

Расчет высоты насыпи

11. Высота насыпи на ильдиевых глинах должна быть не меньше минимальной толщины насыпного слоя по условию воздействия напряжений от временной нагрузки. Минимальную толщину насыпного слоя рассчитывают в соответствии с п.62 "Методических указаний".

При залегании глин I группы на поверхности минимальную толщину насыпного слоя уменьшают на толщину корки, т.е.

$$h_{мин} \geq h_{вр} - h_к , \qquad (9)$$

где $h_{мин}$ – минимальная высота насыпи на ильдиевых глинах;

$h_{вр}$ – минимальная толщина насыпного слоя;

$h_к$ – толщина корки.

12. Высота насыпи на ильдиевых глинах должна быть не меньше минимального возвышения бровки зем-

ляного полотна по условиям снегозаносимости и водно-теплового режима (СНиП II-Д.5-72, пп.5.4 и 5.7).

13. Максимальную допустимую высоту насыпи обычного очертания без специальных мер по обеспечению устойчивости оснований, сложенных иольдиевыми глинами II или III группы, рассчитывают исходя из следующих условий:

$$p_{доп} = \frac{C_c}{\beta}; \qquad (10)$$

$$p_{доп} = p_{стр}, \qquad (11)$$

где $p_{доп}$ – допустимое давление на основание;

C_c – структурное сцепление глины;

$p_{стр}$ – предел структурной прочности при компрессионном сжатии;

β – функция проектного очертания насыпи, принимаемая по графику (рис.5 "Методических указаний").

14. Если глины выходят на поверхность, максимальную допустимую высоту насыпи обычного очертания определяют по формулам:

$$h_{доп} = \frac{C_c}{\beta \gamma}; \qquad (12)$$

$$h_{доп} = \frac{p_{стр}}{\gamma}, \qquad (13)$$

где γ – осредненный объемный вес всей дорожной конструкции (насыпь и дорожная одежда).

В расчет принимают меньшее из полученных значений $h_{доп}$

15. На участках глин, перекрытых торфами, величину $h_{доп}$ принимают равной

$$h_{доп} = \frac{C_c}{\beta\gamma} - \lambda h_т\left(1 - \frac{1}{\gamma}\right), \qquad (14)$$

$$h_{доп} = \frac{P_{стр}}{\gamma} - \lambda h_т\left(1 - \frac{1}{\gamma}\right), \qquad (15)$$

где λ – ожидаемая относительная осадка торфа под насыпью;

$h_т$ – мощность торфяной залежи.

16. Если максимальная допустимая высота насыпи (пп.14, 15) меньше минимального возвышения бровки (пп.11, 12), то необходимы специальные мероприятия по обеспечению устойчивости и недеформируемости основания.

17. Расчет оснований, сложенных ильдиевыми глинами, следует вести по двум предельным состояниям:

а) по предельной величине опасных сдвигающих напряжений, т.е.

$$\sigma_1 - \sigma_2 \leq \left(\sigma_1 + \sigma_2\right)\sin\varphi_w + 2C_c\cos\varphi_w \; ; \qquad (16)$$

б) по предельной величине нормальных сжимающих напряжений, т.е.

$$\sigma_1 \leq P_{стр} \; . \qquad (17)$$

18. Условия работы ильдиевых глин в основании насыпи (п.17) можно улучшить путем:

а) снижения веса насыпи (ограничения ее высоты, отсыпки в насыпь материала с малым объемным весом);

б) изменения конструкции насыпи (придание определенного поперечного очертания, устройство в основании конструкций, позволяющих разгрузить слабый грунт).

19. Для обеспечения устойчивости и недеформируемости основания, сложенного ильдиевыми глинами, следует применить следующие конструкции: легкую на-

сыпь; насыпь с распределяющей плитой; насыпь с пригрузочными бермами; насыпь с песчаными сваями.

При этом конструкции с пригрузочными бермами следует устраивать для обеспечения устойчивости основания при условии п.17,а.

Легкая насыпь

20. Легкие насыпи отсыпают из материалов с объемным весом менее 1,5 т/м^3 (шлаков, керамзита, антисептированных опилок, торфа, смеси песка с торфом).

Кроме того, снижение веса насыпи может быть достигнуто устройством ячеистой конструкции из гравийного материала с добавкой цемента.

21. Материалы для легкой насыпи необходимо подбирать на основе специальных лабораторных испытаний с определением водопоглощения, водо- и морозостойкости, долговечности и других показателей.

22. При использовании в насыпи опилок и торфа необходимо индивидуальным расчетом или экспериментально оценить величину упругих прогибов покрытия. Тип покрытия назначают в зависимости от величины ожидаемого упругого прогиба. При этом необходимо обеспечить пожарную безопасность конструкции.

Поскольку легкие насыпи отсыпают из материалов, значительно отличающихся по своим теплофизическим свойствам от обычных грунтов, минимальное возвышение бровки легкой насыпи по условию п.11 может быть снижено при соответствующем обосновании в проекте.

23 Легкую насыпь сооружают по индивидуальному проекту с соответствующим технико-экономическим обоснованием, учитывающим наличие, отпускную цену, дальность возки и условия транспортировки материала, отсыпаемого в насыпь.

Конструкция с распределяющей плитой

24. Распределяющую плиту в насыпи земляного полотна устраивают из песка или песчано-гравийной смеси, обработанных цементом, с получением материала типа тощего бетона. Основанием для плиты служат непосредственно глины или песчаный выравнивающий слой. Дорожную одежду, включая нижний слой основания, укладывают прямо на плиту.

Устройство распределяющей плиты позволяет уменьшить расчетную нагрузку на основание, снизить напряжение в основании от временной нагрузки, достигнуть требуемой степени уплотнения материала во всех слоях дорожной одежды.

25. Насыпь с распределяющей плитой может быть запроектирована в тех случаях, когда:

- иольдиевые глины выходят на поверхность и не имеют торфяного покрова;
- горизонт грунтовых вод при самом высоком положении не достигает подошвы плиты;
- обеспечено минимальное возвышение бровки насыпи по условию снегозаносимости или предусмотрены специальные мероприятия по защите участка от снежных заносов в период эксплуатации дороги;
- имеются местные грунты, пригодные для устройства плиты.

Целесообразность устройства насыпи с распределяющей плитой требует технико-экономического обоснования.

26. Толщину распределяющей плиты назначают исходя из условия, что минимальная высота насыпи, при которой в основание не передаются напряжения от подвижной нагрузки , равна 2,5м.

Именно такой высоте насыпи и должна быть эквивалентна распределяющая плита, уложенная непосред -

ственно на ильдиевые глины II и III группы. Требуемую толщину плиты в этом случае определяют по формуле:

$$h_{пл} = 2{,}5\sqrt[3]{\frac{E_н}{E_{пл}}}, \qquad (18)$$

где $h_{пл}$ – толщина плиты;
$E_н$ – модуль упругости материала насыпи;
$E_{пл}$ – модуль упругости материала распределяющей плиты.

При наличии в основании глин I группы и укладке плиты на выравнивающий слой песка требуемую толщину плиты находят по формуле:

$$h_{пл} = \left(2{,}5 - h_к - h_{п\,с}\right)\sqrt[3]{\frac{E_н}{E_{пл}}}, \qquad (19)$$

где $h_к$ – толщина корки;
$h_{п\,с}$ – толщина подстилающего слоя.

27. Модуль упругости материала распределяющей плиты в зависимости от заполнителей, содержания цемента и от технологии устройства плиты может быть принят в пределах от 50000 до 100000 кгс/см^2. При этих условиях толщина плиты обычно равна 20–30 см.

28. Распределяющую плиту не следует рассматривать как часть дорожной одежды, а включение ее в дорожную конструкцию не дает оснований для уменьшения толщины дорожной одежды. В расчетах дорожной одежды модуль упругости (деформации) основания, представленного распределяющей плитой, может быть принят для земляного полотна на остальных участках.

Все слои дорожной одежды, устраиваемой по распределяющей плите, рекомендуется выполнять из битумо- или цементосвязных материалов.

29. Распределяющую плиту (рис.1) устраивают на ширину насыпи поверху. Дорожную одежду укладывают непосредственно на плиту, а обочины присыпают местным дренирующим грунтом. Плита имеет постоянную по поперечному сечению толщину. Поперечный уклон придают ей за счет соответствующей планировки поверхности песчаного выравнивающего слоя, на который укладывают смесь.

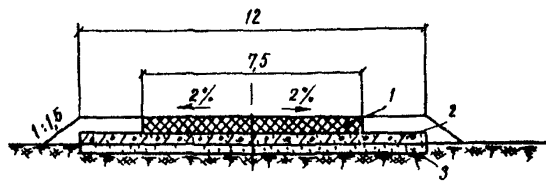


Рис.1. Конструкция земляного полотна с распределяющей плитой:
1–дорожная одежда; 2–распределяющая плита;
3–песчаный выравнивающий слой

30. Технология устройства распределяющей плиты включает следующие операции: снятие растительного слоя; отсыпку выравнивающего слоя; укладку и уплотнение грунта, укрепленного цементом; устройство дорожной одежды; присыпку обочин.

При снятии растительного слоя и корчевке пней особое внимание следует обращать на то, чтобы не повредить корки ильдиевых глин ножом или гусеницами дорожно-строительных машин. При работе на глинах нельзя допускать пробуксовку гусениц, вызывающую прорыв корки, нарушение структуры грунта и его разжижение.

31. Выравнивающий слой отсыпают из дренирующего морозостойкого материала непосредственно на поверхность глин и прикатывают легким катком. Поверхнос-

ти слоя придают двускатный профиль с поперечным уклоном 2%, соответствующий профилю распределительной плиты и покрытия.

32. Цементогрунтовую смесь для распределительной плиты можно приготовить как на месте, так и в стационарных установках. Укладка смеси возможна по схеме "на себя" сразу на всю ширину или же (при необходимости сохранения сквозного проезда по земляному полотну) на половину ширины как по схеме "на себя", так и "от себя". Уложенную в плиту смесь уплотняют виброуплотняющими средствами или катками на пневматических шинах. Уход за распределительной плитой ведется обычными способами, выбор которых определяется конструкцией нижнего слоя основания дорожной одежды (посыпка песком, обработка битумной эмульсией при основании из битумогрунта и т.п.). После завершения схватывания плиты на нее укладывают дорожную одежду и присыпают обочины. Для присыпки обочин используют тот же материал, что и для подстилающего слоя.

Насыпь с пригрузочными бермами

33. Пригрузочные бермы целесообразно устраивать в тех случаях, когда необходимо повысить устойчивость основания по условию п.17,а, в то время как условие п.17,б обеспечено. Устойчивость основания насыпи с бермами рассчитывают в соответствии с пп. 171 – 177 "Методических указаний". Дополнительно расчет должен включать проверку выполнения условия п.17,б, заключающуюся в построении эпюры $б_z$ по оси насыпи и в сравнении ее с эпюрой $P_{стр}$ по глубине толщи.

На участках возможного подтопления берм или развитой поверхностной заболоченности следует учитывать эффект взвешивания берм.

34. Выбор конструкции с бермами обязательно обосновывают технико-экономическим сравнением вариантов

с учетом наличия грунтов, пригодных для отсыпки в насыпь, возможности и стоимости их разработки и транспортировки. При сравнении необходимо иметь в виду возможность конкурирующих решений (песчаные сваи, распределяющая плита, легкая насыпь).

Насыпь с песчаными сваями

35. Устройство песчаных свай в основании насыпи позволяет:

а) уменьшить нормальные напряжения, действующие в слабом грунте (условие п.17,б), частично передав давление через сваи на прочные подстилающие породы;

б) снизить максимальные сдвигающие напряжения, действующие в слабом грунте, улучшив тем самым условия работы ильдиевых глин в основании на сдвиг (условие п.17,а);

в) снизить величину конечной осадки ильдиевых глин и перекрывающих их торфов, сократив тем самым время протекания интенсивной части осадки насыпи;

г) увеличить плотность и снизить влажность ильдиевых глин в основании за счет введения несжимаемого песчаного объема, что способствует возрастанию прочностных показателей (сцепления и угла внутреннего трения);

д) повысить устойчивость основания в случае возможного нарушения устойчивости по схеме сдвига по фиксированной поверхности скольжения благодаря частичной замене глины на поверхности скольжения песчаным грунтом с высоким углом внутреннего трения;

е) ускорить осадку торфа, перекрывающего глину, за счет дренирования торфяной толщи песчаными сваями, работающими при соответствующем заполнении как вертикальные дрены.

36. Конструкцию насыпи с песчаными сваями применяют независимо от положения горизонта грунтовых вод и от наличия торфяного слоя, перекрывающего глины.

37. Для устройства свай требуется привозной грунт, хотя и в значительно меньшем объеме, чем, например, для пригрузочных берм. Кроме того, для внедрения свай требуются специальные механизмы, поэтому конструкции насыпи со сваями, так же как и все остальные перечисленные выше конструкции, должны проектировать индивидуально с соответствующим технико-экономическим обоснованием.

38. Если иольдиевые глины перекрыты торфами мощностью свыше 3м, осадку которых необходимо ускорить, сваи в пределах торфяного горизонта или на всю длину выполняют как вертикальные дрены. Подобная конструкция позволяет совместить эффект перераспределения напряжения с эффектом ускорения осадки за счет сокращения пути фильтрации воды из основания. В этом случае грунты для заполнения свай и для рабочей платформы должны удовлетворять тем же требованиям, которые предъявляются к грунтам в конструкции с вертикальными дренами.

39. Устойчивость насыпи со сваями с учетом дополнительного обжатия глин при внедрении свай следует оценивать коэффициентом стабильности, определяемым по формуле:

$$K = \frac{(p_z + p_x + p')\sin\varphi_w + 2C_c\cos\varphi_w}{p_z - p_x - p'}, \qquad (20)$$

(расчет выполняют для оси симметрии)

где p_z – вертикальные напряжения, возникающие в грунте межсвайного пространства;

p_x – горизонтальные напряжения, возникающие в межсвайном объеме за счет бокового обжатия иольдиевой глины;

C_c – невосстанавливающаяся часть сцепления;

p' – предварительное обжатие глин за счет внедрения свай.

Величину предварительного обжатия определяют по компрессионной кривой как напряжение, необходимое для уменьшения коэффициента пористости ильдиевой глины от значения ε_0 (в природном состоянии) до величины ε_1, определяемой по выражению

$$\varepsilon_1 = \frac{1 + \varepsilon_0}{(1 + m)^2} - 1, \qquad (21)$$

где m – сближение свай, равное отношению диаметра свай к расстоянию между ними в свету; $m = \frac{D}{L}$.

40. Вертикальное ρ_z и горизонтальное ρ_x напряжение в основании со сваями, так же как и вертикальную λ_z и горизонтальную λ_x относительную деформацию грунта в межсвайном пространстве следует определять по таблицам (см.вклейку). Значения переменных ρ_x, ρ_z, λ_x, λ_z даны в таблицах в долях от напряжений ρ_0 и относительных деформаций λ_0, возникающих в основании без свай в условиях компрессионного сжатия.

В качестве исходных расчетных показателей при составлении таблиц приняты:

λ_0 – относительная осадка ильдиевой глины в условиях компрессионного опыта под нагрузкой от веса насыпи;

$\zeta_г$ – коэффициент бокового давления ильдиевой глины;

$\zeta_с$ – коэффициент бокового давления грунта сваи

41. Величину сближения свай, характеризующую плотность их расположения, определяют подбором с подстановкой ρ_z и ρ_x, соответствующих заданному сближению $m = \frac{D}{L}$. Пример расчета насыпи с песчаными сваями приведен в приложении 2. Сближение назначают

в интервале от 0;2 до 1,0. Диаметр свай определяют имеющимся оборудованием, в частности, диаметром обсадной трубы. В большинстве случаев диаметр свай равен 0,2-0,6 м.

42. Для засыпки свай применяют грунт, не содержащий включений крупнее четверти внутреннего диаметра обсадной трубы. Коэффициент фильтрации грунта для свай не нормируется, за исключением того случая, когда сваи работают одновременно и как дрены. Тогда коэффициент фильтрации грунта должен быть не менее 5 м/сутки.

43. Коэффициент бокового давления материала свай принимают независимо от влажности: для песков крупных 0,33; средней крупности 0,34; мелких и пылеватых 0,36.

Если известен угол внутреннего трения, то коэффициент бокового давления может быть определен по формуле

$$\xi = tg^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right).$$

44. Коэффициент бокового давления иольдиевых глин устанавливают по результатам испытания на трехосное сжатие. Для приближенных расчетов значения коэффициента бокового давления принимают:

для глин I группы 0,10-0,20;
для глин II группы 0,30-0,40;
для глин III группы 0,40-0,45.

45. Коэффициент бокового давления торфов в зависимости от их влажности и степени разложения принимают в интервале от 0,20 до 0,50.

46. В расчетах мгновенной устойчивости основания с песчаными сваями необходимо учитывать площадь свай S, перерезаемых поверхностью скольжения:

$$S = \frac{1}{1+m}\left(mP_c tg\varphi_c + P_r tg\varphi_w + mc_{cb} + c_w\right), \qquad (22)$$

где p_c и $p_г$ – давления от веса насыпи, передавае - мые на сваю и на глину;

φ_c и φ_w – угол внутреннего трения материала свай и глины в основании со сваями;

$C_{св}$ и C_w – сцепление материала свай и глины в основании со сваями.

47. Уплотнение иольдиевых глин и перекрывающих их торфов вследствие внедрения сваи и их деформации в процессе осадки основания определяют по формуле

$$\varepsilon = \frac{1+\varepsilon_0}{(1+m)^2} + \lambda_z \frac{1+\varepsilon_0}{1+m} - 1 , \qquad (23)$$

где ε_0 и ε – коэффициенты пористости грунта в природном состоянии и в основании со сваями.

48. Влажность иольдиевых глин в основании со сваями может быть выражена через природную влаж - ность:

$$W = \frac{100 + W_0}{(1+m)^2} - \lambda_z \frac{100 + W_0}{1+m} - \frac{100}{\gamma} , \qquad (24)$$

где W_0, W – влажности грунта в природном состоя - нии и при наличии свай;

γ – удельный вес слабого грунта;

λ_z – относительная осадка основания со свая - ми, определяемая по таблицам (см. вклейку).

49. Сцепление и угол внутреннего трения иольдие - вых глин в расчетах устойчивости необходимо прини - мать с учетом уплотнения глины сваями, т.е. при зна - чениях влажности, отвечающих влажности глин в осно - вании со сваями (п.47). В этом случае величину сцеп - ления и угол внутреннего трения определяют в зависи - мости от влажности $\varphi_w = f(W)$ и $C_w = f(W)$

при лабораторных испытаниях ильдиевых глин на сдвиг по методике "плотности-влажности".

Технология устройства песчаных свай

50. Технология устройства песчаных свай на ильдиевых глинах включают три основных этапа: подготовительные работы, устройство свай, отсыпку насыпи.

51. Подготовительные работы включают расчистку полосы отвода, снятие растительного покрова, устройство рабочей платформы, разбивку свай и вывозку грунта для их заполнения.

Если ильдиевые глины перекрыты торфом, то при устройстве насыпей со сваями его не удаляют.

При мощности торфа свыше 3м и жестких сроках сооружения дорожной одежды верхнюю часть свай и рабочую платформу для ускорения осадки выполняют из дренирующего материала.

52. При расчистке полосы и снятии растительного покрова необходимо принять меры, предотвращающие повреждение верхнего слоя ильдиевых глин рабочими органами и гусеницами землеройных машин. При выполнении работ бульдозерами нож бульдозера не доводится до поверхности глин на 5см. Объем призмы волочения ограничивают с таким расчетом, чтобы исключить пробуксовку гусениц и связанное с ней повреждение кровли ильдиевых глин.

53. На освобожденной от растительного покрова поверхности ильдиевой глины отсыпают рабочую платформу. Чтобы обеспечить устройство крайних рядов свай при продольном движении установки, рабочая платформа выводится за оси крайних рядов не менее, чем на 2,5 м (рис.2). Толщина рабочей платформы должна быть достаточной для работы дорожно-строительных машин и равной 0,5-1,5м. Уплотнения рабочей платформы не требуется, так как оно достигается в процессе работ по устройству свай.

Рабочая платформа может быть выполнена из любого грунта, пригодного для отсыпки в насыпь, исключая рваный камень и моренные грунты с содержанием валунов свыше 10%. Коэффициент фильтрации грунта не нормируется. Если предусматривается работа сваи как несущей, так и дренирующей конструкции (см.п.38),

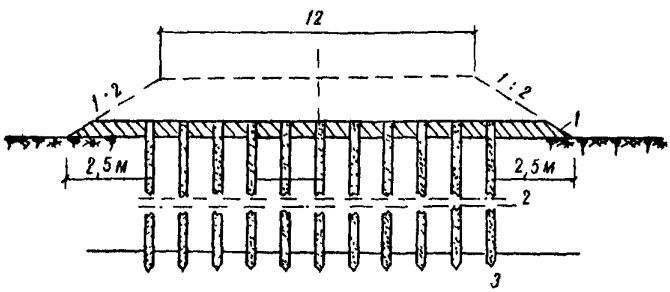


Рис.2. Поперечное сечение насыпи земляного полотна со сваями:
1-рабочая платформа; 2-ильдиевая глина; 3-моренный суглинок

то в рабочую платформу должен быть отсыпан грунт с коэффициентом фильтрации не ниже 3 м/сутки. Поверхность рабочей платформы планируют с поперечным уклоном не менее 2%, затем разбивают ось у свай с выноской и закреплением поперечных осей. На спланированную рабочую платформу самосвалами завозят грунт для заполнения свай и выставляют кучами (рис.3). Если сваи выполняют из того же грунта, что и рабочую платформу, то грунт для свай и платформы вывозят одновременно, и сваи устраивают непосредственно за планировкой платформы.

54. В качестве основной машины при устройстве свай используют вибровдавливающий погружатель типа ВВПС 32/19, оборудованный обсадной трубой, конструкция которой аналогична применяемой при устройстве вертикальных дрен. Техническая характеристика установки ВВПС 32/19 приведена в приложении 3.

Устройство свай выполняет механизированное звено, включающее установку ВВПС 32/19 и погрузчик-планировщик Д-442 Последний предназначен для засыпки грунта в обсадную трубу и планировки поверхности рабочей платформы до и после устройства свай.

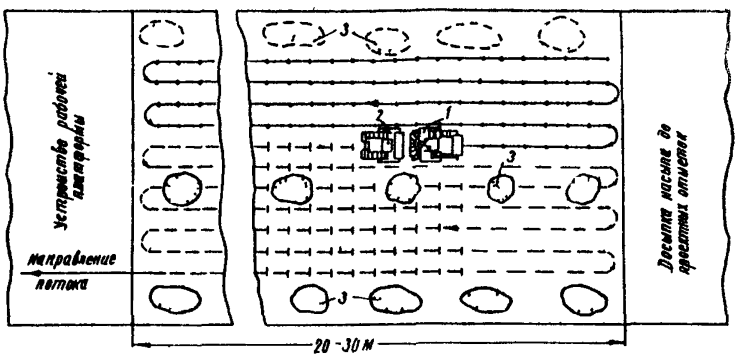


Рис.3. Технологическая схема устройства песчаных свай агрегатом ВВПС 32/19
1-агрегат ВВПС 32/19; 2-тракторный погрузчик Д-574 ; 3-грунт для заполнения свай

55. Работы по устройству свай ведут по челночной схеме (см.рис.3). Сваи забивают продольными рядами по 20-30 штук, после чего установка разворачивается и забивает соседний ряд, следуя в обратном направлении. При переезде установки от сваи к свае обсадную трубу притягивают тросом или канатом к основанию стрелы во избежание раскачивания.

Обсадную трубу задавливают безвибрационным способом под действием пригруза. Вибропогружение рекомендуется лишь для прокалывания рабочей платформы и для проходки корки ильдиевых глин или встречающихся в толще глин плотных прослоек, т.е. в тех случаях, когда действие пригруза оказывается недостаточным для преодоления сопротивления задавливанию.

Погруженную на заданную глубину обсадную трубу заполняют грунтом, включая и приемный бункер, с тем, чтобы обеспечить в нем запас материала на уплотне - ние Загрузку ведут погрузчиком-планировщиком Д-442.

По окончании загрузки обсадную трубу извлекают при включенном вибраторе. В продолжение первых 10 сек скорость извлечения не должна превышать 0,1 м/сек при максимальной интенсивности вибрации. В дальнейшем, если не наблюдается зависания песка в трубе, скорость извлечения может быть увеличена до 0,2 м/сек, а интенсивность вибрации снижена. Затем установка переезжает на новую точку.

56. В состав бригады по устройству свай входят: машинист ВВПС, помощник машиниста и машинист погрузчика. Сменная производительность механизирован - ного отряда составляет около 60 свай диаметром 300мм и длиной 6м, время на устройство одной сваи не более 6 мин, включая переезд. При шаге свай 1м и расположении их по 12 штук в ряд суточный темп потока при двухсменной работе составит 10 пог.м.

При необходимости сокращения сроков строительства работы по устройству свай можно вести одновременно двумя отрядами, которые в этом случае целесообразно размещать на разных захватках.

Приложение 1

Физико-механические свойства ильдиевых глин

Наименование показателей	Единица измерения	Значения показателей		Коэффициент однородности %
		от	до	
Содержание частиц мельче 0,005 мм	%	88,0	96,7	90
0,001 мм	%	58,6	75,8	81
Природная влажность	%	37	140	42
Предел текучести	%	42	79	69
Граница раскатывания	%	23	32	84
Число пластичности	%	17	40	60
Коэффициент консистенции	–	0,30	4,0	10
Относительная влажность	–	0,68	2,23	46
Удельный вес	г/см^3	2,69	2,83	97
Объемный вес	г/см^3	1,35	1,76	87
Коэффициент пористости	–	1,30	3,00	60
Коэффициент фильтрации	м/сутки	10^{-4}	10^{-5}	20
Предел структурной прочности при компрессионном сжатии	кгс/см^2	0,2	1,0	34
Модуль осадки до предела структурной прочности	мм/м	10	40	40
Модуль осадки за пределом структурной прочности при p =1кгс/см^2	мм/м	60	300	33
Сопротивляемость сдвигу по крыльчатке	кгс/см^2	0,05	–	–
Сопротивляемость сдвигу при нормальном давлении p =0,5 кгс/см^2	кгс/см^2	0,04	0,35	7

Приложение 2

Пример расчета насыпи с песчаными сваями

Исходные данные

1. Автомобильная дорога с асфальтобетонным покрытием, устраиваемым через один год после отсыпки насыпи.

Насыпь: расчетная высота h =3м, ширина поверху B =12м; откосы 1:1,5; объемный вес грунта насыпи γ =2 т/м^3.

2. Основание насыпи: ильдиевые глины III группы залегают с поверхности и подстилаются моренными суглинками. Мощность глин H =7м. Прочностные характеристики глин в условиях природного залегания: C_w = 0,15 кгс/см^2, C_c =0,10 кгс/см^2; φ =0°; $P_{стр}$=0,4 кгс/см^2; μ =0,45; $e_{p=0,6}$=100 мм/м.

Расчет основания без свай

1) Проверка условия по п.17,а

Расчетная нагрузка на основание

$$P_o = \gamma h = 0{,}6 \text{ кгс/см}^2.$$

Безопасная нагрузка на основание по графику (рис.5 "Методических указаний") при φ =0°

$$P_{без} = \frac{C_c}{\beta} = \frac{0{,}10}{0{,}31} = 0{,}32 \text{ кгс/см}^2,$$

т.е. $P_{без} < P_o$ – устойчивость не обеспечена.

2) Проверка условия по п.17,б

Расчетная нагрузка на основание P_o =0,6 кгс/см^2.

Безопасная нагрузка $P_{без} = P_{стр}$ =0,4 кгс/см^2, т.е. условие по п.17,б не обеспечено, возможна осадка основания $S = e P_o H = 0{,}10 \cdot 0{,}6 \cdot 7 = 0{,}42$ м.

Столь значительная осадка не может быть допущена, ибо интенсивность ее к моменту устройства покрытия превысит 10 см/год.

Расчет песчаных свай

Для обеспечения устойчивости (п.17,а) и недеформируемости (п.17,б) основания насыпи могут быть устроены песчаные сваи. Диаметр свай D =0,30м, коэффициент бокового давления песка ξ =0,3.

Условие обеспечения устойчивости при φ =0° запишем: $\sigma_1 - \sigma_2 \simeq 2C_c$, т.е. $\sigma_1 - \sigma_2$ =2·0,10=0,20 кгс/см^2.

В долях от расчетной нагрузки допустимая разность главных напряжений составит

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{p_0} = \frac{0,20}{0,60} = 0,3 .$$

По табл.4 (см.вклейку настоящих "Методических рекомендаций") при $\bar{\sigma}_0$ =0,10 этой величине соответствует сближение $m = \frac{D}{L}$ =0,2.

Для получения недеформируемого основания давление на глину должно быть ограничено пределом структурной прочности грунта, т.е. 0,4 кгс/см^2.

В долях от p_0 это составит $\frac{0,4}{0,6}$=0,66.

По табл.4 (см.вклейку) величине $\bar{\sigma}_1$ =0,66 отвечает $m \simeq 0,2$.

Из расчета (по обоим условиям п.17) принимаем m =0,2, что отвечает расстоянию между сваями L = 1,5м и шагу свай 1,8 м.

Приложение 3

Техническая характеристика установки для устройства свай-дрен В В П С 32/19

Способ погружения обсадной трубы в грунт	Комбинированный – вибрационно-вдавливающий
Наибольшая длина погружаемой обсадной трубы	
без вставки	7,0 м
со вставкой	11,0 м
Наибольший вес погружаемого снаряда	2600 кг
Диаметр погружаемой трубы	300–500 мм
Максимальная возмущающая сила	28000 кгс
Максимальное усилие вдавливания	18000 кгс
Базовая машина	Трактор Т-140 или Т-180
Вес агрегата	
общий	26886 кг
без вибропогружателя	22876 кг
Габариты в рабочем положении	
высота	12480 мм
длина	8500 мм
ширина	2740 мм
Электрический генератор С-116-6	
мощность на зажимах	96 квт
номинальное напряжение	380 в
Двухбарабанная 4-тонная лебедка	
тяговое усилие каждого барабана	4000 кгс
мощность электродвигателя	6,5/10 квт
Удельное давление на грунт	0,53 кгс/см^2
Обслуживающий персонал	2 человека

Оглавление

Предисловие . . . . . .
Общие положения . . . . . .
Назначение конструкций земляного полотна на участках залегания ильдиевых глин. . . . .
Приложения 25

Ответственный за выпуск В.О.Арутюнян

Редактор О.А.Ильина
Технический редактор Л.А.Буланова
Корректор Ж.П.Иноземцева

Подписано к печати 5/П 1973г. Формат 60x84/16
Л 76115 Заказ 34-3
2,9 печ.л. Тираж 350
Цена 15 коп. 2,2уч.-изд.л.

Ротапринт Союздорнии

gost.e-ecolog.ru