ПНИИИС Госстроя СССР

Рекомендации

по определению липкости грунтов в стационарных лабораториях и полевых условиях

Москва 1983

gost.e-ecolog.ru

УДК 624.131.37/38

Рекомендовано к изданию решением НТС ПНИИИС Госстроя СССР

Рекомендации по определению липкости грунтов в стационарных лабораториях и полевых условиях ПНИИИС Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 32 с.

Изложена методика определения липкости глинистых грунтов в лабораториях и полевых условиях. Приведены технические характеристики рекомендуемых приборов.

Разработаны с учетом основных положений главы II-15-74.

Для инженерно-технических работников научно-исследовательских и изыскательских организаций.

Табл. 3, ил. 13.

3202000000 – 475
Р ---------- Инструкт.-нормат. II вып. – 92 – 83.
047(01) – 83

© Стройиздат, 1983

Предисловие

Строительство на глинистых грунтах, проявляющих при взаимодействии с водой способность прилипать к посторонним предметам (липкость), сопряжено с трудностями, поскольку липкость грунтов является причиной резкого снижения производительности землеройно-транспортных машин и механизмов, повышения их износа, увеличения материальных затрат при разработке грунтов и.т.д.

В настоящее время отсутствуют нормативно-технические документы, которые регламентировали бы метод определения характеристик липкости грунтов и способ их получения. Существующие в изыскательских и научно-исследовательских организациях страны лабораторные и полевые приборы конструктивно несовершенны и требуют различного методического подхода для получения характеристик липкости грунтов, что приводит к несопоставимости результатов, получаемых с их помощью. Величина же липкости в конечном итоге должна быть нормативным показателем, определяющим материальные затраты при экскавации, транспортировке и последующей обработке грунта.

На кафедре грунтоведения и инженерной геологии Московского государственного университета, при участии института ПНИИИС Госстроя СССР накоплен опыт изучения характеристик липкости грунтов и разработаны приборы для лабораторного и полевого определения показательной липкости. Подобные приборы* разработаны впервые в СССР и полного аналога в мировой практике не имеют. В настоящее время оба прибора готовятся к серийному производству в Подмосковном отделении Всесоюзного объединения Союзводпроект, намеченному на 1983 г.

Рекомендации содержат описание лабораторного и полевого приборов для определения липкости грунтов, методику и технику проведения экспериментов, порядок обработки и применения конечных результатов.

Рекомендации разработаны под научным руководством академика Е.М. Сергеева (МГУ), д-ра геолого-минерал. наук В.Т. Трофимова (МГУ), д-ра геолого-минерал. наук Р.С. Зиангирова (ПНИИИС), авторами; канд. геолого-минерал. наук В.Я.Калачевым (МГУ) канд. геолого-минерал. наук Б.Т. Трофимовым (ПНИИИС).

---

*Авторские свидетельства: СССР, № 243928, 1968 г. № 472186, 1974 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие Рекомендации регламентируют методику проведения испытаний и обработку результатов исследования липкости глинистых грунтов при помощи лабораторного (УИЛ-2) и полевого (ППЛ-1) приборов.

1.2. Исследования по определению характеристик липкости грунтов выполняются на всех стадиях изысканий по специальным программам и служат для обеспечения исходными данными проектирования и строительства (составления проекта производства земляных работ).

1.3. Липкостью грунтов называется способность их при определенном содержании воды прилипать к поверхности различных предметов. Липкость наиболее характерна для глинистых грунтов. Она проявляется при относительно небольших внешних нагрузках 0,1–0,5 МПа и при влажности несколько меньшей влажности максимально-молекулярной влагоемкости. При дальнейшем увеличении влажности липкость сильно возрастает и, достигнув максимального значения, довольно резко уменьшается (рис. 1). Липкость грунтов

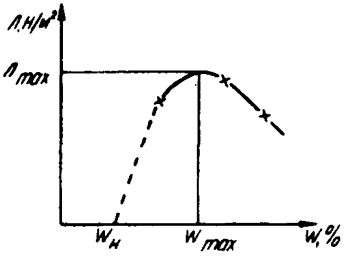


Рис. 1. Зависимость липкости грунта от его влажности

обусловлена силами взаимодействия, возникающими между молекулами связанной воды и частицами грунта, с одной стороны, и молекулами воды и поверхностью соприкасающихся с грунтом предмета – с другой.

1.4. Липкость грунтов определяют при естественной структуре и нарушенном сложении. Количественной характеристикой липкости грунтов является усилие ($г/см^2$ или $Н/м^2$), требующееся для отрыва прилипшего предмета от грунта при различных его влажностях. В качестве показателей, характеризующих липкость грунтов, следует принимать:

максимальную величину липкости ($г/см^2$ или $Н/м^2$) при данном значении прижимающей нагрузки;

наибольшую величину липкости грунта при его естественной влажности и данном значении прижимающей нагрузки ($г/см^2$ или $Н/м^2$);

весовую влажность начального прилипания (%) при данном значении прижимающей нагрузки;

весовую влажность максимального прилипания (%) при данном значении прижимающей нагрузки.

1.5. Рекомендуется определять липкость глинистых грунтов в зависимости от их вида и состояния в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Виды грунтов	Консистенция	Способ определения	
		полевой	лабораторный
Супеси	Пластичные	+	+
Суглинки	Полутвердые–текучие	+	+
Глины	Полутвердые–текучие	+	+
Илы	Текучие	–	+

2. ПРИБОР УИЛ-2 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПКОСТИ ГРУНТОВ В СТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ

2.1. Прибор – устройство для измерения липкости УИЛ-2 относится к числу портативных лабораторных приборов и предназначен для измерения липкости грунтов естественной структуры и нарушенного сложения.

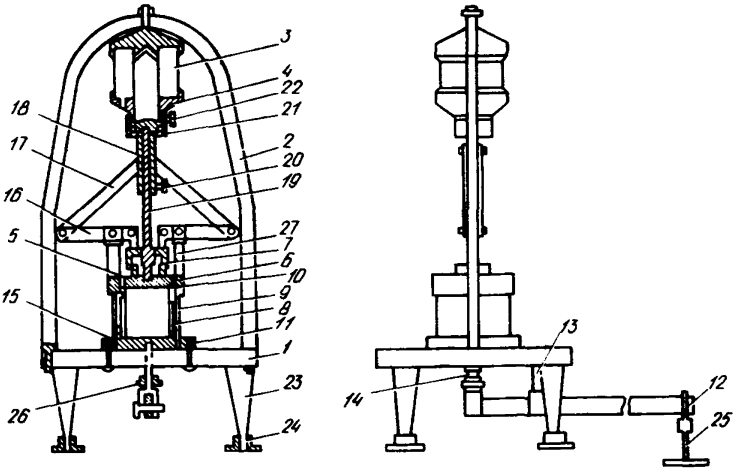
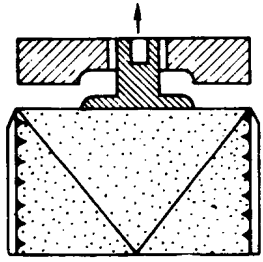


Рис. 2. Лабораторный прибор (устройство) для измерения липкости грунтов УИЛ-2

Прибор (рис. 2) состоит из стола 1 с дугообразной стойкой 2, на которой закреплен электромагнит-соленоид 3 со свободно входящим сердечником 4; штамповой группы, включающей штамп 5, штамповое кольцо 6 и двойную гайку 7; грунтовой камеры, в которую входят грунтовый стакан 8, корпус 9, крышка корпуса 10 и крепежная шайба 11; рычажного пресса, состоящего из рычага 12, неподвижной опоры 13, подвижной опоры 14 и подпятника 15. Для создания усилия противодействия при передаче прижимающей нагрузки служат коромысла 16 и боковые тяги 17, соединяющиеся с сердечником электромагнита штифтом 18. Основная тяга 19 с винтом-фиксатором 20 соединяет штамп 5 с сердечником электромагнита 4. Для регулирования хода сердечника служит ограничитель 21 с фиксатором 22. Прибор устанавливается на четырех опорах 23 и крепится к лабораторному столу шайбами 24. При тарировании прибора и определении величины липкости в зависимости от времени действия прижимающей нагрузки используется тарировочная подвеска 25.

Рис. 3. Соотношение площадей штампа и образца грунта в приборе УИЛ-2



Фиксирование момента отрыва штампа от грунта и контролирование силы тока в цепи ведется по миллиамперметру. Плавное изменение силы тока в цепи осуществляется двумя ползунковыми реостатами. В качестве источников тока рекомендуется использовать аккумуляторные батареи с номинальными параметрами 12В, 5А или силовую сеть постоянного тока.

Конструктивные особенности прибора удовлетворяют следующим основным требованиям:

применение разборной штамповой группы исключает возможность бокового выпора грунта, а также попадания частиц грунта в зазор между штампом и боковой поверхностью грунтового стакана;

площадь штампа в приборе в 2,3 раза меньше площади образца грунта, что сводит до минимума влияние конуса уплотнения, возникающего в грунте в процессе передачи на штамп внешнего давления (рис. 3);

с целью повышения скорости определения липкости грунтов в приборе предусмотрено устройство, передающее на штамп предварительную прижимающую нагрузку в интервале 0,005–1 МПа, причем она может передаваться на грунт либо практически мгновенно (3–5 с), либо во времени;

с помощью электромагнита достигается быстрое и плавное увеличение отрывающего усилия (плавное увеличение силы тока в цепи пропорционально возрастанию силы, с которой сердечник, соединенный со штампом, втягивается в катушку электромагнита). Отрывающее усилие за несколько секунд может быть плавно увеличено до 300–500 Н, что соответствует липкости $3 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10^5$ Н/м^2. Достигается это увеличение с по-

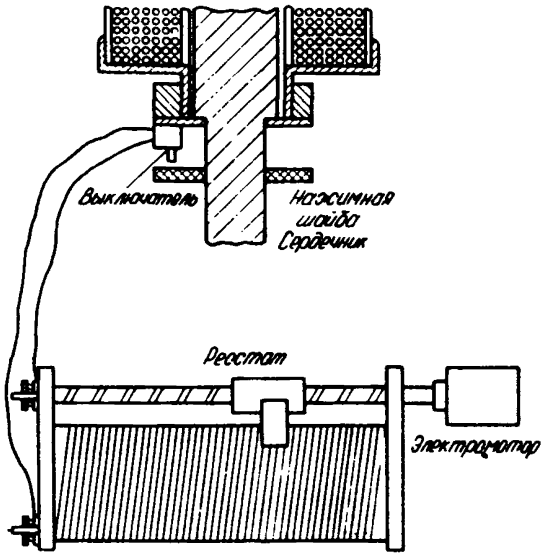


Рис. 4. Устройство для автоматической регистрации момента отрыва штампа от грунта в приборе УИЛ-2

мощью пары последовательно соединенных ползунковых реостатов, один из которых имеет сопротивление порядка 1,5-2,0 кОм, второй - 100-200 Ом. Момент отрыва штампа от поверхности грунта фиксируется автоматически при помощи устройства, изображенного на рис. 4;

в качестве грунтового стакана в приборе используется съемное режущее кольцо, что позволяет определять липкость грунтов с нарушенным и ненарушенным сложением.

Вышеперечисленные аспекты конструктивного решения прибора УИЛ-2 позволяют свести до минимума разброс данных при контрольных измерениях липкости, значительно ускоряют процесс определения ее величины при практически постоянной точности $2 \cdot 10^2$ - $3 \cdot 10^2$ Н/м^2, а также увеличивают набор задач, решае-

мых с его помощью, к числу которых относится определение липкости грунтов с естественным и нарушенным сложением в зависимости от: влажности; величины внешнего давления и времени его действия; вида поверхности и материала штампа; скорости передачи отрывающего усилия; величины испытуемого образца.

Все это создает прибору УИЛ-2 неоспоримое преимущество перед существующими конструкциями.

2.2. Тарировка прибора УИЛ-2. Перед тем как использовать прибор следует произвести его тарировку. Для получения тарировочной кривой, характеризующей зависимость отрывающего усилия от силы тока в цепи, необходимо:

отвернуть крышку корпуса 10;

вынуть винты-фиксаторы 18, 20;

снять последовательно крышку корпуса 10 с коромыслами 16 и боковыми тягами 17, штамп 5 и штамповое кольцо 6, с двойной гайкой 7, корпус 9, грунтовый стакан 8, подпятник 15 и подвижный упор 14 с рукоятью рычага 12;

в нижнюю часть сердечника электромагнита вставить тарированную подвеску 25, предварительно сняв проушину 26, и закрепить ее винтом-фиксатором 20;

ввести оба реостата, включить ток;

плавно вывести реостаты до тех пор, пока сердечник не втянется в катушку электромагнита;

снять показание милливольтамперметра. Повторить операцию, получают нулевое значение прибора (с учетом разницы весов подвески и штампа с главной тягой);

уложить на тарировочную подвеску 100-граммовую гирю. Повторить все операции, начиная с п.5;

добавляя гири по 100 г, получить ряд значений силы тока;

построить тарировочный график: по оси У отложить силу тока в мА, по оси X - усилие в $Н/м^2$ в пересчете на единицу площади штампа. (Площадь штампа - 10 $см^2$) (рис. 5).

Тарировочную кривую, характеризующую зависимость предварительной прижимающей нагрузки от силы тока в цепи, можно получить следующим образом:



Рис. 5. Тарировочные кривые к прибору УИЛ-2

собрать прибор, как указано на рис.1;

вывести оба реостата;

включить ток. В этот момент сердченик электромагнита втянется в катушку и замкнет магнитную цепь;

плавно вводить реостаты до тех пор, пока собственный вес рычага и тарировочной подвески не преодолеет втягивающей силы электромагнита;

в этот момент сердечник с характерным стуком опустится на ограничитель. Снять показание милливольтамперметра. Повторить операцию. (Получают нулевое значение прибора);

уложить на тарировочную подвеску гири весом 2,3 кг, что соответствует (с учетом площади образца и соотношения плеч рычага) прижимающей нагрузке в 0,1 МПа;

повторить операции, начиная с п.2, увеличивая вес гирь каждый раз на 1,15 кг;

построить тарировочный график, совместив его с редыдущим (рис. 5).

3. ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПКОСТИ ГРУНТОВ ПО НОВОЙ МЕТОДИКЕ НА ПРИБОРЕ УИЛ-2

Выбор параметров проведения опыта.

3.1. При определении липкости грунтов необходимо правильно и обоснованно выбрать величину предварительной прижимающей нагрузки, поскольку последняя в

значительной мере обусловливает значение липкости (рис. 6-9) грунтов. Величина предварительной прижимающей нагрузки зависит от характера воздействия на грунт. Давление колеса, гусеницы транспортного средства на грунт, давление грунта на ленту транспортера, на кузов автосамосвала и т.д. может и изменяться от 0,01 до 1 МПа. Выбирать ее для каждого конкретного случая следует в соответствии с табл. 2.

Выбор времени действия предварительной прижимающей нагрузки

3.2. Величина липкости грунтов при прочих равных условиях пропорциональна времени действия предварительной прижимающей нагрузки (рис. 10). Время действия предварительной прижимающей нагрузки зависит от технологии производства земляных работ. Выбор его в каждом конкретном случае в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Выбор параметров опыта при определении липкости грунтов

Величина внешней нагрузки, МПа	Время действия нагрузки, с	Материал штампа	Температура испытаний, °С	Вид работ
0,01-0,2	3-5	Сталь	Температура грунта в массиве	Экскавация грунта
0,05-0,3	До 600	"	То же	Разработка грунта и транспортировка скреперами
0,01-0,1	До 3600	"	Температура воздуха	Транспортировка грунта автосамосвалами
0,005-0,02	До 600	Резина	То же	Транспортировка грун-

Продолжение табл. 2

Величина внешней нагрузки, МПа	Время действия нагрузки, с	Материал штампа	Температура испытаний, °С	Вид работ
				та конвейерными лентами
0,01–0,1	Более 3600	Сталь	Температура воздуха	Транспортировка грунта в ж.-д. вагонах
0,01–0,05	До 60	"	Температура грунта в массиве	Погрузка грунта автопогрузчиками
0,1–1 0,05–0,3	3–5	Резина Сталь	То же	Движение колесных и гусеничных транспортных средств

Выбор скорости отрыва штампа от грунта.

3.3. Установлено (рис. 11), что чем выше скорость отрыва штампа от грунта, тем больше липкость. В то же время в большинстве случаев проявления липкости встречающихся в практике земляных работ скорость отрыва рабочих органов транспортных и землеройных машин и механизмов примерно одинакова и составляет несколько секунд, что позволяет определить ее как практически мгновенную и рекомендовать для практического применения (см. табл. 2).

Выбор температуры испытаний

3.4. Температура, при которой определяют липкость грунта, в значительной мере обусловливает ее величину (рис. 12). Рекомендуется проводить изучение липкости грунтов в лабораторных условиях при температуре 20 ± 2°С. Если температура разрабатываемого грунта приближается к нулевой, следует результаты лабораторного определения липкости увеличить на 20%.

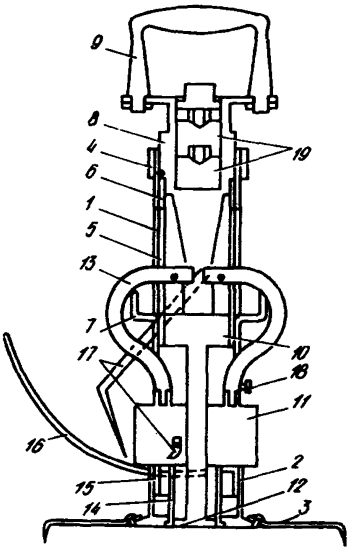
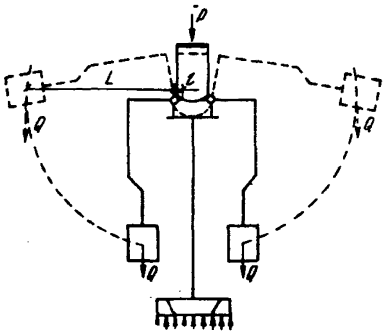
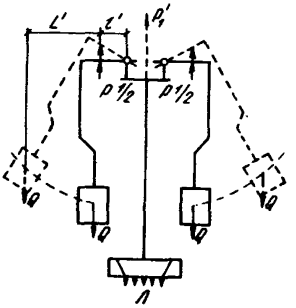


Рис. 6. Общая схема полевого прибора для измерения липкости грунтов – ППЛ–1

Рис. 7. Схема передачи прижимающей нагрузки в приборе ППЛ–1

Рис. 8. Схема передачи отрывающего усилия в приборе ППЛ–1




L'
l'
P'
P 1/2
P 1/2
Q
Q
Q
Q

где $W_{ммв}$ – весовая влажность максимальной молекулярной влагоемкости, %; К – коэффициент, зависящий от гидрофильности грунта, находится по формуле

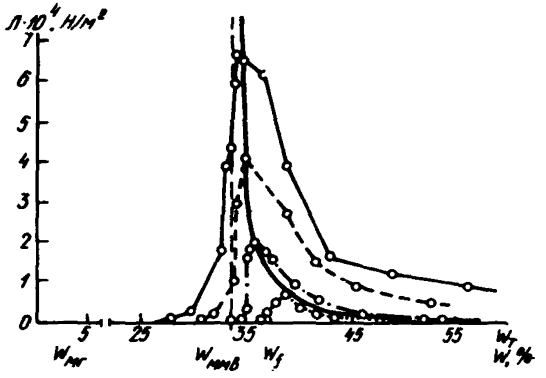


Рис. 9. Зависимость липкости глинистого грунта от его влажности при различных значениях предварительной прижимающей нагрузки

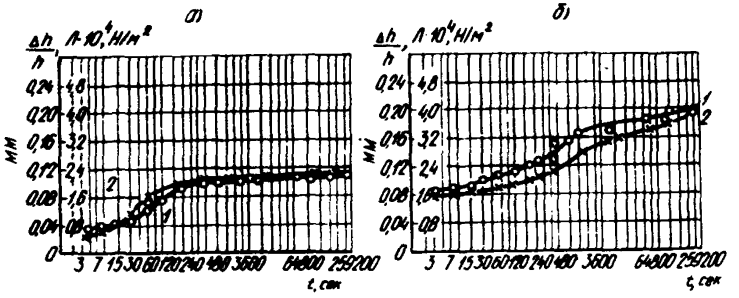


Рис. 10. Зависимость липкости (кривая 1)
а – каолинитовой глины; б – монтмориллонитовой глины от времени действия предварительной прижимающей нагрузки; 2 – кривые консолидации тех же глин при давлении 0,3 МПа

Рис. 11. Зависимость липкости глинистого грунта при переменной влажности от времени действия отрывающего усилия

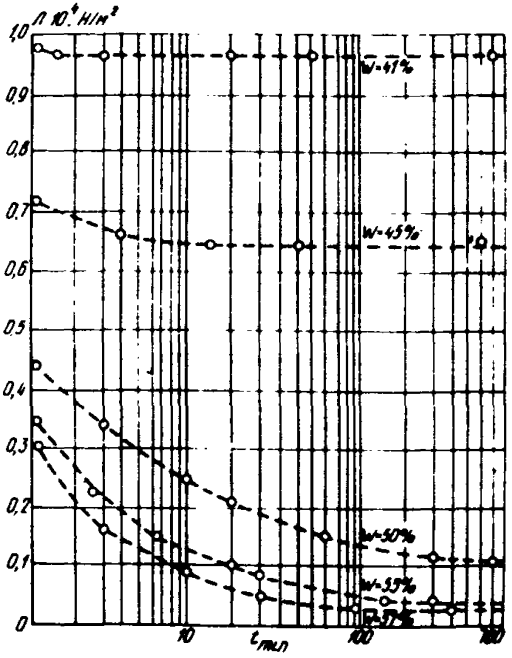
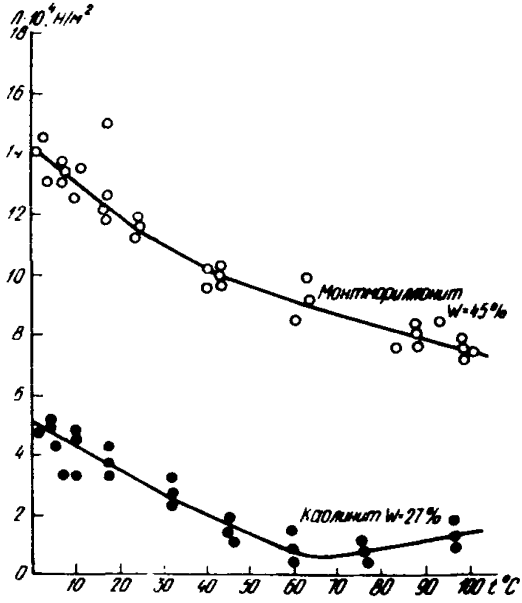


Рис. 12. Зависимость липкости глинистых грунтов от их температуры



$$K = 1 + \frac{0{,}2\ W_г}{B}, \qquad (2)$$

где $W_г$ – гигроскопическая влажность грунта, %; B – показатель, равный 1 для значений P от 0,1 до 1,0 Н/м^2, или равный величине P, имеющей значение более 1,0 Н/м^2.

позволило рекомендовать расчетный метод нахождения влажности максимального прилипания.

Для реализации этого метода необходимо, задавшись значением предварительной прижимающей нагрузки (P) по табл. 1, рассчитать по формулам (1) и (2) весовую влажность, близкую к влажности максимального прилипания (W_{max}). Далее обратным расчетом определить необходимое количество ($Q_в$) воды по формуле

$$Q_в = 0{,}01 W_{max} (A - Q_г), \qquad (3)$$

где $Q_г$ – вес гигроскопической влаги в пробе грунта, г; A – вес воздушно-сухой пробы грунта, г.

Увеличив найденное таким образом количество воды на 5 мл, если $W_г$ менее 5%, и на 10 мл, если $W_г$ более 5%, прилить ее в грунт, тщательно перемешать шпателем и поместить не менее чем на два часа в эксикатор с водой. По истечении указанного срока провести опыт с трехкратной повторностью. Затем дважды последовательно добавить в грунт еще по 5 мл воды, проводя каждый раз опыты с той же повторностью.

Способ изменения влажности грунта естественного сложения

3.6. При определении липкости грунтов естественного сложения изменение их влажности рекомендуется проводить способом последовательного увеличения в них содержания воды. Для этого, определив липкость грунта при естественной влажности, следует прилить на его поверхность 5 мл воды, после чего, выдержав в эксикаторе с водой в течение 2 ч, найти липкость и взять контрольную пробу грунта на влажность. Увеличение влажности таким образом следует проводить до

получения перегиба на кривой липкость–влажность. Влажность начального прилипания ($W_н$) во всех случаях находят методом экстраполяции (см.рис. 1).

4. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПКОСТИ ГРУНТОВ НА ПРИБОРЕ УИЛ-2

4.1. Для определения липкости грунтов на приборе УИЛ-2 необходимо иметь:

фарфоровую ступку и пестик с резиновым наконечником, сито с отверстиями (1,0 мм); эксикатор; бюретку на 100 мл; шпатель; аппаратуру для определения весовой влажности по ГОСТ 5180–75.

Для определения липкости грунта с нарушенной структурой следует воздушно–сухую пробу грунта растереть в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником и просеять через сито 1,0 мм. Из прошедшей сквозь сито части грунта взять навеску 200 г

4.2. Задавшись значением предварительной прижимающей нагрузки, рассчитать весовую влажность максимального прилипания согласно п.3.5.

4.3. Выдержанный в эксикаторе грунт поместить в грунтовый стакан и установить на подпятник 15. Освободить винт фиксатора 20, опустить штамковую группу на грунт. После этого, ослабив стопорную гайку шрифта 18, соединить крышку 10 с корпусом 9.

4.4. Включить постоянный ток (при этом сердечник электромагнита должен втянуться в катушку и замкнуть магнитную цепь). Определить по тарировочному графику (см. рис.5 – кривая нагрузки) силу тока, соответствующую необходимой прижимающей нагрузке, и установить ее в цепи с помощью ползунковых реостатов.

4.5. Плавно нажать на рычаг 12 пресса, увеличивая усилие до тех пор, пока сердечник с характерным стуком не опустится на ограничитель. В этот момент усилие, прижимающее штамп к грунту, соответствует выбранному. В случае исследования зависимости липкости грунтов от времени действия прижимающей нагрузки последнюю создают гирями, укладываемыми на

тарировочную подвеску из расчета: нагрузка в 0,1 МПа соответствует массе гирь в 2,3 кг. Выключить ток.

4.6. Нажатием на двойную гайку 7 опустить грунтовый стакан с подпятником на стол 1 прибора и зафиксировать его положение гайкой 26. Винтами 20 и 22 зафиксировать положение штампа. Вращая двойную гайку 7, плавно поднять штамповое кольцо над грунтом. Ввести реостаты и включить ток. Плавно вывести реостаты. При этом сила электромагнита увеличивается до тех пор, пока не будет преодолено усилие, вызванное прилипанием штампа к грунту.

4.7. Снять показание миллиамперметра и по тарировочному графику (см. рис.5 - кривая липкости) определить липкость грунта при данной его влажности и определенной прижимающей нагрузке. С поверхности отрыва отобрать пробу для контрольного определения влажности грунта по ГОСТ 5180-75.

4.8. Повторить опыт дважды. В первом случае в грунт добавить 5 мл воды, во втором - еще 5 мл. Все опыты повторяют три раза. Результаты всех опытов занести в журнал (прил. 1).

4.9. Построить график зависимости липкости грунта от его влажности в простых координатах (см. рис. 1), точка перегиба на котором будет соответствовать максимальной липкости грунта для данной прижимающей нагрузки.

4.10. Для определения липкости грунтов ненарушенного сложения используют монолиты глинистых грунтов, отобранные из скважин или шурфов.

4.11. Монолит тщательно зачищают от гидроизоляционного покрытия (марли, парафина и т.п.) и выравнивают его поверхность. На зачищенную поверхность монолита устанавливают грунтовый стакан режущей частью. На него надевают специальную насадку и с помощью пресса вдавливают стакан в грунт на 2-3 мм. После этого срезают вокруг стакана лишний грунт таким образом, чтобы диаметр монолита был на 1-2 мм больше диаметра стакана. Затем стакан снова вдавливают на 2-3 мм и операцию повторяют до тех пор, пока грунт не выйдет за верхний край стакана на 2-3 мм.

Отделяют стакан от монолита, снимают насадку и тщательно зачищают торцы грунтового стакана. Далее определение липкости грунта следует проводить так же, как указано в п.п.3.4. – 4.7 и п. 4.9. С целью изменения влажности образца использовать либо метод вертикальной фильтрации, либо метод медленной сушки на воздухе.

5. ПРИБОР ППЛ-1 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПКОСТИ ГРУНТОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

5.1. Прибор-устройство ППЛ–1 относится к числу портативных полевых приборов и предназначен для определения липкости глинистых грунтов (нарушенного и ненарушенного сложения) в условиях их естественного залегания. Прибор состоит (рис. 6) из полуразрезанного корпуса 1 в виде полой трубки, один из концов которой помещен в направляющую пяту 2 с зацепами 3. На второй конец навинчена гайка подвижной трубки 5 с направляющими шайбами 6, двумя заплечниками 7 и внутренней резьбой на верхнем конце для соединения с нажимным конусом 8, имеющим рукоять 9. Прочие детали: нажимной шток 10, удлинитель 11, штамп 12, рычаги-грузы 13, штамповое кольцо 14, крепежная шайба 15. дугообразная шкала 16, указатель-стрелка 17, стопорный винт 18 и сменные грузы 19.

Передача прижимающей нагрузки и отрывающего усилия производится с помощью рычагов-грузов, что обеспечивает простоту конструкции и позволяет получать стабильные результаты. Схемы передачи внешней нагрузки и отрывающего усилия иллюстрируются рис.7 и 8.

Внешняя прижимающая нагрузка передается через рукоять на нажимной конус, который нижней частью упирается в короткие плечи рычагов-грузов, соединенные шарнирно со штампом, и отклоняет их на некоторый угол. При этом усилие, создаваемое исследователем, образует момент сил, равный 2 ($P/2\ell$). Компен-

сирующий момент, равный $2QL$ (где Q – вес рычагов-грузов, L – длина большого плеча), противоположен по знаку, поэтому на каждую шарнирную ось действует усилие, равное $P/2+Q$, а на штамповую группу – $(P+2Q)$. Поскольку вес рычагов-грузов (Q) постоянен, для увеличения прижимающей штамп нагрузки необходимо лишь возрастание усилия P. На самом деле, при повороте рычагов-грузов длина малого плеча уменьшается, а большого – возрастает, следовательно, для сохранения равновесия системы необходимо, чтобы сумма моментов $\Sigma M=QL-(P/2)l=0$, а это возможно лишь при увеличении усилия P.

Таким образом, каждому отклонению рычагов-грузов соответствует определенная прижимающая нагрузка, количественное выражение которой получают по шкале нагрузок непосредственно в МПа.

Если затем на рукоять передать усилие в противоположном направлении (см. рис.8), то подвижная трубка, жестко связанная с нажимным конусом и рукоятью, упрется своими заплечиками в рычаги-грузы и заставит их отклониться на некоторый угол. При этом точками опоры будут служить заплечики, а шарнирные соединения рычагов-грузов выполняют роль крепления последних со штампом.

Возникающий при передаче отрывающего усилия крутящий момент $2QL'$ компенсируется момент $2l'(P_1+Л)$, где P_1 – вес штамповой группы, Л – усилие, вызванное прилипанием грунта к штампу. Поскольку вес штамповой группы постоянен, то различные углы отклонения рычагов-грузов обусловливаются лишь разными значениями компоненты Л, числовое значение которой определяют по шкале липкости непосредственно в $Н/м^2$.

Вышеописанное конструктивное решение прибора позволяет значительно упростить и ускорить процесс определений липкости при условии получения стабильных результатов и достаточной их точности.

Тарировка прибора ППЛ-1

5.2. Тарировка прибора производится с целью нанесения на дугообразной шкале 16 шкал липкости и нагрузок.

Для получения первой шкалы установить прибор на горизонтальном столе, имеющем отверстие не менее 15 мм. Потянуть за рукоять 9, увеличивая усилие до тех пор, пока не прекратится отклонение рычагов-грузов. Отметить на шкале ноль липкости. Затем ввинтить тарировочный штамп в тарировочную подвеску (эти детали предусмотрены в конструкции прибора) и уложить на нее гирю весом 0,1 кг. Вновь потянуть за рукоять прибора и отметить на шкале максимальное отклонение рычагов-грузов. Операцию повторять каждый раз, увеличивая вес гирь на 0,1 кг до 2,5-3 кг.

Для тарировки шкалы нагрузок необходимо снять рукоять 9 прибора и на площадку нажимного конуса уложить гирю весом 0,5 кг. Отметить на шкале максимальное отклонение рычагов-грузов. Увеличивать вес гирь на 0,5 кг до 20 кг, что дает возможность получить шкалу нагрузок с наибольшим значением (до 0,2 МПа).

6. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПКОСТИ ГРУНТОВ НА ПРИБОРЕ ППЛ-1

6.1. Для определения липкости грунта в условиях естественного залегания необходимо тщательно зачистить выбранную горизонтальную площадку грунта размером 15x15 см.

6.2. Перевести прибор из транспортного положения в рабочее, для чего необходимо: поворачивая винт-фиксатор, освободить рычаги-грузы, нажатием на рукоять развести их и опустить дугообразную шкалу в положение, указанное на рис. 6.

6.3. Установить прибор на зачищенную поверхность грунта и вдавить зацепы направляющей пяты в грунт.

6.4. Нажать на рукоять прибора, фиксируя по шкале нагрузок и стрелке-указателю необходимое отклонение рычагов-грузов. Величину прижимающей нагрузки и время ее действия выбирают согласно требованиям решаемой задачи.

6.5. Плавно уменьшить усилие на рукоять до тех пор, пока рычаги-грузы не примут первоначальное положение. При этом стрелка-указатель достигнет нулевого значения по шкале нагрузок.

6.6. Передать усилие на рукоять вверх и зафиксировать максимальное отклонение рычагов-грузов по шкале липкости. Это и есть искомая величина липкости испытуемого грунта при данной его влажности и выбранном значении прижимающей нагрузки.

6.7. С поверхности отрыва отобрать пробу для определения влажности по ГОСТ 5180-75.

6.8. Все опыты производить с трехкратной повторностью, за исходный результат принять среднее арифметическое из трех определений. Результаты опытов занести в журнал (прил. 2).

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИПКОСТИ ГРУНТОВ С ПОМОЩЬЮ НОМОГРАММЫ

При необходимости быстрого нахождения оценочных значений липкости рекомендуется использовать номограмму (рис. 13).

Параметры, характеризующие липкость грунтов, динамичны во времени. Причем один из них, а именно влажность максимального прилипания при возрастании внешней прижимающей нагрузки, уменьшается, приближаясь к влажности максимальной молекулярной влагоемкости, в то время как смещение максимумов липкости носит гиперболический характер, описываемый уравнением (1).

В номограмме все грунты, в той или иной степени обладающие липкостью, подразделены на пять категорий. Причем основными отличительными признаками при выделении этих категорий являются: дисперсность, характер сложения и минералогический состав. Как видно из номограммы, наименьшей липкостью обладают грунты первой категории, к которым отнесены легкие супеси нарушенного сложения и суглинки любой дисперсности ненарушенные, находящиеся в состоянии по-

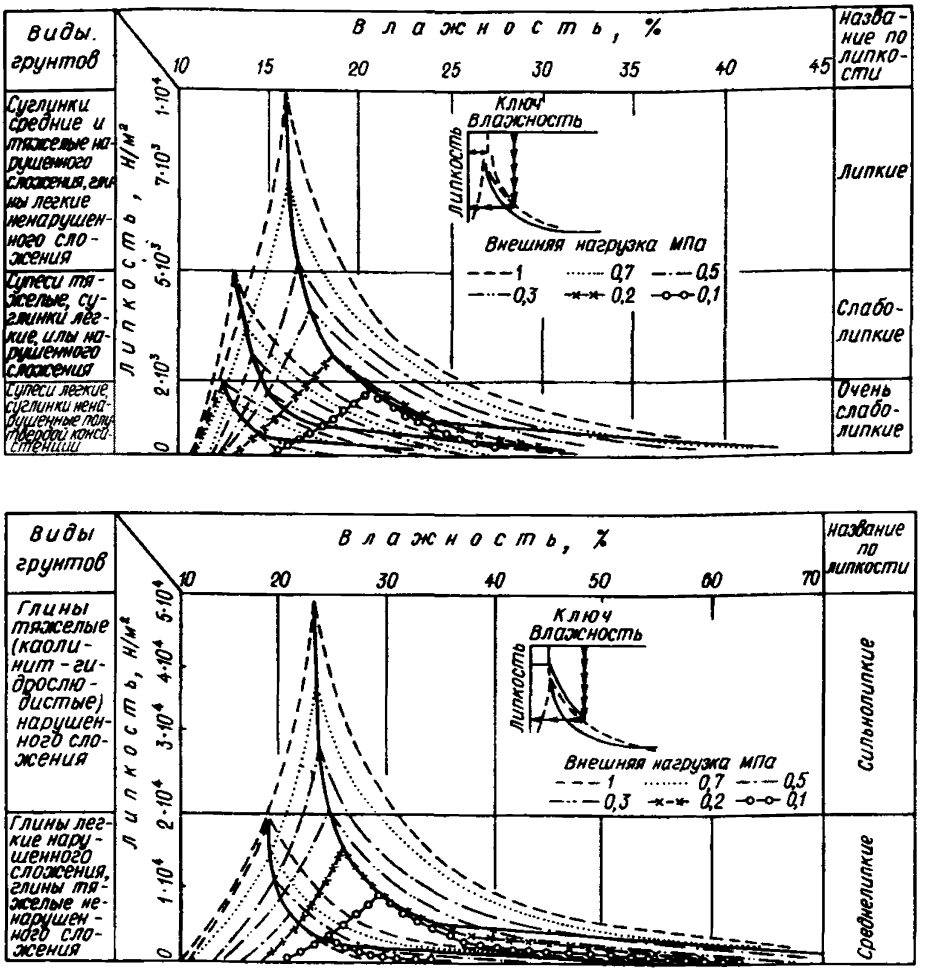


Рис. 13. Номограмма для оценочного определения значений жидкости грунта

а – супеси, суглинки; б – глины

лутвердой консистенции. Значения липкости этих грунтов не превышают $2 \cdot 10^3$ Н/м^2. Интервал влажности, на котором проявляется это свойство, колеблется от 11–12% до 25–30%, консистенция – от полутвердой до текучей, но в подавляющем большинстве случаев, как впрочем и для всех других категорий грунтов, максимальное значение липкости характерно для грунтов

ластичной консистенции.

Ко второй категории грунтов отнесены супеси тяжелые, суглинки легкие нарушенного сложения, а также илы скрытопластичной консистенции. Наибольшие значения липкости у этих грунтов могут достигать $5 \cdot 10^3$ Н/м^2; интервал весовой влажности колеблется от 1–13% до 30–35%; консистенция, как и в предыдущем случае, – от полутвердой до текучей.

Третья категория грунтов включает суглинки средние и тяжелые и глины легкие ненарушенного сложения. Липкость этой категории грунтов может колебаться от 0 до $1 \cdot 10^4$ Н/м^2 и проявляться на интервале влажности от 13–15% до 45–50%.

В четвертую категорию сгруппированы глины легкие нарушенного сложения, а также глины тяжелые ненарушенные. Липкость этих грунтов в зависимости от изменения влажности от 15–18% до 50–55% может варьировать от 0 до $2 \cdot 10^4$ Н/м^2.

Заключает номограмму пятая категория грунтов, представленная тяжелыми глинами каолинитового и гидрослюдистого состава нарушенного сложения, максимальная липкость которых может достигать $5 \cdot 10^4$ Н/м^2 на интервале влажности от 18–20% до 70–75%. В номограмму не вошла еще одна категория грунтов – глины, как правило, тяжелые, мономинеральные монтмориллонитового состава. Распространяются они локально. Липкость их значительна (до $3–5 \cdot 10^5$ Н/м^2) и весьма чувствительна к изменениям влажности, поэтому ее величину рекомендуется определять только экспериментальным путем.

Номограмма построена по принципу изменения липкости грунтов в зависимости от их влажности при различных значениях предварительной прижимающей нагрузки, ступени которой соответствуют 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,7; 1 МПа.

Промежуточные значения нагрузки и соответствующую им липкость находят методом экстраполяции. В номограмме время действия прижимающей нагрузки выбрано практически мгновенным 1–3 с, поскольку это наиболее распространенный случай взаимодействия рабочих органов землеройно-транспортных машин и меха-

низмов с грунтами (см. табл.1), скорость отрыва выбрана постоянной, температуры испытаний 20°С, материал штампа – сталь. Определение величины липкости с помощью номограммы состоит в следующем: исследуемый грунт по данным гранулометрического и минералогического анализов классифицируется по дисперсности и определяется принадлежность его к той или иной категории по номограмме. Далее, вблизи верхней границы интервала липкости данной категории проводится прямая, параллельная оси абсцисс до пересечения с кривой максимальной липкости (сплошная линия), по которой поиск ведется вверх или вниз в зависимости от выбранного значения предварительной прижимающей нагрузки до пересечения с кривой липкости, соответствующей данной нагрузке, и далее, по последней (нисходящая или восходящая ветви) до пересечения с перпендикуляром, опущенным из координаты влажности испытуемого грунта. Отсюда вновь проводится прямая, параллельная оси абсцисс, до пересечения со шкалой липкости, которая и указывает искомую величину с точностью, определяемой масштабом номограммы. Вышеописанная номограмма обеспечивает с достаточной достоверностью определение липкости подавляющего большинства глинистых грунтов непосредственно в $Н/м^2$. Кроме того, номограмма имеет то преимущество, что позволяет находить наряду с величиной липкости, соответствующей строго определенной (естественной или искусственной) влажности, как максимальную липкость, так и влажность максимального прилипания. Эти параметры находят путем соединения точки пересечения кривой липкости, отвечающей тому или иному значению прижимающей нагрузки, с кривой максимальной липкости (сплошная линия) – в одном случае со шкалой липкости, в другом – со шкалой влажности.

8. КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУНТОВ ПО ЛИПКОСТИ

Нахождение абсолютного значения липкости грунта не является конечным, поскольку полученный результат следует рассматривать как основу для определения его

классификационной принадлежности к тому или иному виду грунта по липкости (см. табл. 2). Все разновидности грунтов, обладающие липкостью, рекомендуется подразделять в зависимости от дисперсности, состава и состояния на шесть категорий. В каждую из них сведены грунты, имеющие близкие значения влажности максимального прилипания при наименьших (0,1 МПа) и наибольших (1,0 МПа) величинах внешнего давления. Выбор таких значений внешнего давления основан на широком распространении их в практике земляных работ. Выделенным в классификации категориям грунтов присущи свои значения влажности максимального прилипания для граничных значений внешнего давления. Так, если для первой категории и минимального давления она составляет 12–13%, то для шестой – уже 35–45%, имея промежуточные значения для 2, 3, 4 и 5 категорий соответственно 14–15%, 16–17%, 19–20% и 22–15%. В то время как для наибольших значений прижимающей нагрузки она варьирует от 17–19% для первой категории до 50–65% для шестой, имея промежуточные значения для 2, 3, 4 и 5 категорий соответственно 19–22 %, 22–25%, 25–30% и 30–35%. Для каждого из вышеприведенных значений влажности максимального прилипания для граничных величин внешней нагрузки в классификации приводятся наибольшие и наименьшие (лимитирующие) значения липкости. Установление таких минимальных количественных пределов липкости для каждой из выделенных категорий грунтов было вызвано тем, что, с одной стороны, это такие величины, после достижения которых кривая зависимости липкости от влажности становится прямолинейной, а абсолютные значения ее практически мало изменяются с увеличением влажности, с другой – значения липкости, величина которой не превышает принятого минимума, составляет менее 5% сопротивления грунтов резанию при их разработке. В то же время установлено, что это значение может достигать 30% и более, что значительно превышает принятые лимитирующие величины липкости.

9. ВЫБОР ПОПРАВОЧНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ К НОРМАМ ВРЕМЕНИ НА РАЗРАБОТКУ ГРУНТОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ЛИПКОСТЬЮ

Сопротивление грунтов резанию определяется в значительной мере липкостью грунтов, которая зависит от дисперсности и содержания монтмориллонита среди глинистых частиц. Это положение обусловливает необходимость дифференцированного подхода к установлению нормативных показателей, регламентирующих разработку различных грунтов, в той или иной степени обладающих липкостью. Исходя из вышеизложенного, для выделенных категорий грунтов норма времени на их разработку должна быть увеличена сообразно вкладу липкости каждого из них. Норма времени должна быть увеличена введением поправочных коэффициентов, полученных расчетом, исходя из соотношения между сопротивлением грунта резанию и величиной его липкости. В табл. 3 приведены максимальные величины поправочных коэффициентов, соответствующие наибольшему проявлению липкости тех или иных грунтов. Однако на практике гораздо чаще естественная влажность разрабатываемых грунтов не совпадает с влажностью максимального прилипания. Поправочные коэффициенты в таких случаях рекомендуется находить способом, приведенным в следующем примере. Разрабатывается средний суглинок при естественной влажности 20%. Влажность максимального прилипания и наибольшая липкость при внешнем давлении 0,3 МПа соответственно равны 16% и $3{,}9 \cdot 10^3$ Н/м^2. Отсюда, зная, что для грунтов третьей категории по липкости, к которой относятся средние суглинки, наибольший поправочный коэффициент составляет 0,1, с помощью простой пропорции находят искомое значение поправочного коэффициента, составляющее 0,07.

Таблица 3

Классификация грунтов по липкости

Виды грунтов	Влажность максимальной липкости		Величина липкости, Н/м^2		Наибольший поправочный коэффициент к норме времени	Название грунта по липкости
	$P \leq 0,1$ МПа	$0,1$ МПа $< P \leq 1$ МПа	лимитирующая $\times 10^2$	максимальная $\times 10^2$		
Супеси легкие, суглинки в полутвердой консистенции ненарушенного сложения	17–19%	12–13%	5	20	0,02	Очень слаболипкие
Супеси тяжелые, суглинки легкие, илы ненарушенного сложения	19–22%	14–15%	10	50	0,05	Слаболипкие
Суглинки средние и тяжелые, глины легкие ненарушенного сложения	22–25%	16–17%	20	100	0,1	Липкие
Глины легкие нарушенного сложения, глины тяжелые ненарушенного сложения	25–30%	19–20%	40	200	0,15	Средней липкости
Глины тяжелые (каолинитгидрослюдистые) нарушенного сложения	30–35%	22–25%	60	500	0,2	Сильнолипкие
Глины тяжелые монтмориллонитовые нарушенного сложения	50–65%	35–45%	80	> 500	0,3	Очень сильнолипкие

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Журнал для определения липкости грунтов на приборе УИЛ-2

Лаборатория

Экспедиция

Лабораторное определение липкости грунтов

Дата _____

Объект _____

Описание грунта при вскрытии монолита _____

№ опытов по порядку	Название грунта (присвоенный номер)	Естественная влажность, %	Гигроскопическая влажность, %	Влажность максимальной молекулярной влагоемкости, %	Расчетная влажность максимальной липкости	Величина предварительной прижимающей нагрузки, МПа	Время действия прижимающей нагрузки, с	Показание миллиамперметра, мА	Липкость, Н/м^2					Влажность начального прилипания, %	Влажность максимального прилипания, %
									в 1-м опыте	во 2-м опыте	в 3-м опыте	максимальная	при естественной влажности		

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Журнал для определения липкости грунтов на приборе ППЛ-1

Экспедиция _____

Партия _____

Полевое определение липкости грунтов

Дата _____

Объект _____

Описание грунта _____

№ опытов по порядку	Название грунты (присвоенный номер)	Величина предварительной прижимающей нагрузки, МПа	Липкость, Н/м2					Влажность естественная, %	Примечание
			Время действия прижимающей нагрузки, с	1-й опыт	2-й опыт	3-й опыт	Среднее значение		

Содержание

Стр.

Предисловие 3
1. Общие положения 4
2. Прибор УИЛ-2 для определения липкости грунтов в стационарных условиях 5
3. Особенности определения липкости грунтов по новой методике на приборе УИЛ-2 10
4. Методика определения липкости грунтов на приборе УИЛ-2 17
5. Прибор ППЛ-1 для определения липкости грунтов в полевых условиях 19
6. Методика определения липкости грунтов на приборе ППЛ-1 21
7. Определение липкости грунтов с помощью номограммы 22
8. Классификация грунтов по липкости 25
9. Выбор поправочных коэффициентов к нормам времени на разработку грунтов, обладающих липкостью 27
Приложение 1. Журнал для определения липкости грунтов на приборе УИЛ-2 29
Приложение 2. Журнал для определения липкости грунтов на приборе ППЛ-1 30

ПНИИИС Госстроя СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЛИПКОСТИ ГРУНТОВ
В СТАЦИОНАРНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ
И ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Л. Г. Бальян
Редактор В.В. Колбина
Младший редактор А.Н. Ненашева
Технический редактор И.В. Берина
Корректор В.И. Галюзова

Н/К

Подписано в печать 17/VIII - 83г Т-24216
Набор машинописный Печать офсетная Бумага офсетная № 2
Усл.печ.л. 1,68 Усл.кр.отт. 1,89 Уч.изд.л. 1,25
Тираж 2000 экз. Изд. № XII-9703 Зак.№6377 Цена 5 коп.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а
Ф-ка «Картолитография», ул. Зорге, 15

gost.e-ecolog.ru