

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

**Технология и организация строительства
земляного полотна и дорожной одежды**

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Технология и организация строительства
автомобильных дорог» для студентов
специальности 270205 – Автомобильные дороги и аэродромы

Белгород
2012

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова
Кафедра автомобильных и железных дорог

Утверждено
научно-методическим советом
университета

**Технология и организация строительства
земляного полотна и дорожной одежды**

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Технология и организация строительства
автомобильных дорог» для студентов
специальности 270205 – Автомобильные дороги и аэродромы

УДК 625.7/.8(075)
ББК 39.311 я 7
Т38

Составители: канд. техн. наук, проф. Г.С. Духовный
канд. техн. наук, доц. А.А. Логвиненко
Рецензент канд. техн. наук, проф. В.И. Шухов

Т38 **Технология** и организация строительства земляного полотна и дорожной одежды: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост.: Г.С. Духовный, А.А. Логвиненко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 41 с.

В методических указаниях подробно изложен порядок проведения лабораторных работ по дисциплине «Технология и организация строительства автомобильных дорог», в процессе выполнения которых студенты должны усвоить основные методы контроля качества при строительстве земляного полотна и дорожных одежд.

Методические указания предназначены для студентов специальности 270205 – Автомобильные дороги и аэродромы.

Данное издание публикуется в авторской редакции.

УДК 625.7/.8(075)
ББК 39.311 я 7

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2012

Введение

В данных методических указаниях рассматриваются лабораторные методы определения плотности и влажности земляного полотна, применяемые при строительстве автомобильных дорог, а также методы определения прочности, ровности и сцепления дорожных одежд, используемые как в процессе строительства автомобильной дороги, так и при сдаче ее в эксплуатацию после окончания строительства.

При выполнении лабораторных работ студенты должны ознакомиться с теоретическими основами каждой работы, изучить методику их выполнения, составить краткий конспект лабораторной работы, предусматривающий:

- название работы;
- теоретическую базу данной работы;
- методику и технологию ее выполнения;
- заготовить журналы для записей, получаемых в ходе выполнения работ, параметров;
- полученные значения изучаемых параметров и их анализ;
- выводы по работе.

Лабораторная работа №1

Определение плотности и влажности земляного полотна из связных грунтов

Цель работы: определение расчетных характеристик земляного полотна из связных грунтов.

Материалы и оборудование: плотномер-влагомер системы Н.П. Ковалева, испытываемый грунт.

При строительстве земляного полотна должны контролироваться плотность и влажность грунтов как основные характеристики, определяющие надежную работу земляного полотна по всей толщине конструкции дорожной одежды.

Наиболее распространенным методом контроля плотности и влажности связных грунтов, осуществляющимся непосредственно на месте строительства, является метод определения с помощью плотномера-влагомера системы инженера Н.П. Ковалева. Последняя модификация прибора позволяет вычислить не только фактические значения

влажности и плотности грунтов, но и значения предела текучести грунта W_T , величины оптимальной влажности и максимальной плотности сухого грунта.

Конструкция плотномера-влажмера системы Н.П. Ковалева

Плотномер Ковалева работает по принципу гидростатического взвешивания образца грунта и состоит из двух основных частей: измерительного устройства (поплавка) и пробоотборника. Комплектность и конструкция плотномера Ковалева показаны на рис. 1 и рис. 2.

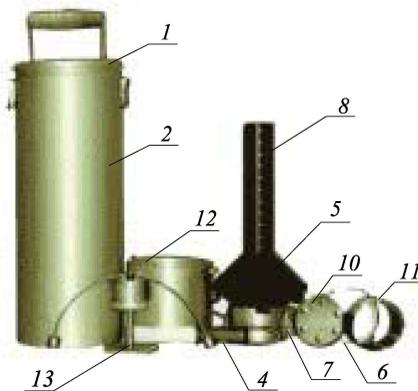


Рис. 1. Комплектность прибора Ковалева

Прибор состоит:

1. Цилиндр *1* с крышкой *2*, являющийся футляром в период транспортировки прибора и резервуаром с водой во время проведения испытаний.

2. Поплавковое устройство *5* имеет мерную трубу *8*, с нанесенными на ней четырьмя шкалами измерений.

По шкале с индексом «ВЛ» определяется плотность грунтов с естественной влажностью, а по шкалам с индексами «Ч», «П» и «Г» (чернозем, песок, глинистый грунт) – плотность сухих грунтов (скелета грунта).

3. В нижней части поплавка *5* расположена камера *9* со съемным дном *6* для помещения пробы грунта с режущим кольцом. Дно запирается на корпусе поплавка зажимами *7*. В состав поплавка входит

также подвесной сосуд *12* для суспензии грунта, крепящийся на поплавковом устройстве с помощью крючков *9*.

4. Пробоотборник, состоящий из режущего кольца *11* и крышки *10* с отверстиями для наблюдения за грунтом, заполняющим кольцо.

5. Грунтовый нож *4* для отбора проб грунта и их испытания.

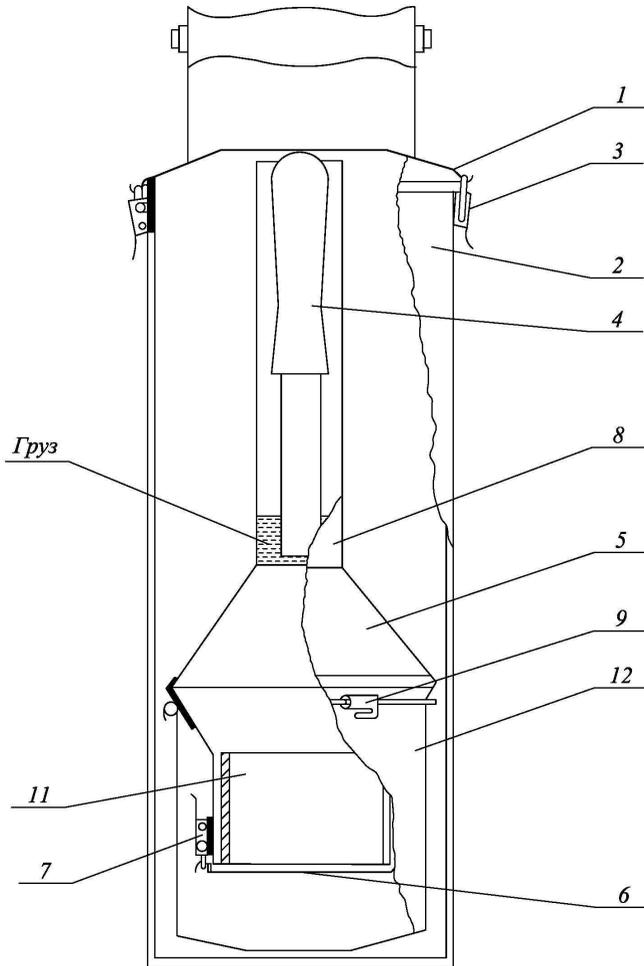


Рис. 2. Конструкция плотногомера-влажмера Ковалева

6. Балансирный конус Васильева для определения предела текучести грунта (рис. 3).

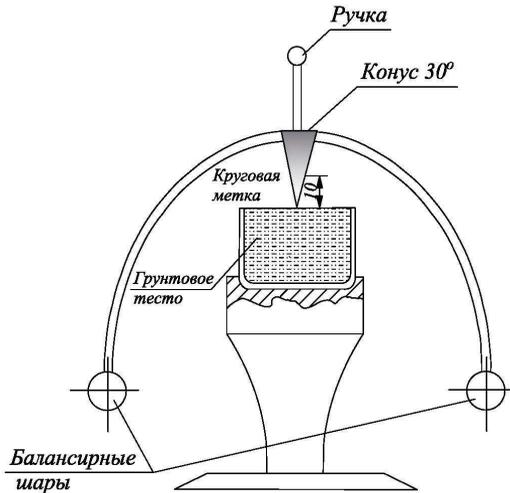


Рис. 3. Балансирный конус Васильева

Кроме перечисленного основного оборудования в различные комплектации прибора входят:

- прибор для определения стандартного уплотнения, включающего пята, стержень и гирю массой 500 г;
- пластмассовый сосуд с крышкой;
- сетчатый фильтр;
- совок для добавления воды.

Перед началом работы должна быть произведена тарировка поплавкового устройства. Для этого резервуар заполняется водой до уровня, отмеченного чертой. В поплавок помещается режущее кольцо, запирается съемным дном и на корпус поплавка навешивается подвесной сосуд. Поплавковое устройство опускается в воду. При этом уровень воды должен соответствовать нижней риску на любой из шкал трубки поплавка. Если риска оказалась выше уровня воды – в трубку поплавка добавляется груз (дробь, песок, отдельные камни и т.д.)

Ход работы

1. Определение фактической плотности земляного полотна при естественной влажности

1. Резервуар заполняют водой до уровня, отмеченного чертой.
2. На поверхности грунта выравнивается площадка и на нее режущим краем устанавливается кольцо. Давлением или ударами по крышке режущее кольцо погружается в грунт на 3...4 мм ниже его поверхности, что визуалью проявляется в появлении грунта в отверстиях крышки.
3. Кольцо с крышкой откапывают с помощью грунтового ножа, крышка снимается и излишний грунт обрезается ножом по торцам кольца.
4. Кольцо с грунтом устанавливают на съемное дно, которое закрепляется на поплавке при помощи зажимов.
5. При погружении поплавок в воду, налитую в ведро-футиляр, по шкале «ВЛ» снимают отсчет фактической плотности земляного полотна ($\rho_{\text{факт.}}$, в г/см³) при естественной влажности грунта.

2. Определение плотности сухого грунта (скелета грунта)

1. Кольцо вынимают из поплавкового устройства, грунт земляного полотна (после испытания его плотности при естественной влажности) с помощью грунтового ножа переносят из режущего цилиндра в сосуд, куда заливают воду до $\frac{2}{3}$ объема сосуда.
2. Грунт в воде сосуда размельчают ножом до ликвидации комков и получения суспензии.
3. Вышедшие при этом пузырьки воздуха в виде пены удаляют сетчатым фильтром (при наличии в зависимости от комплектации прибора).
4. Сосуд, где находится суспензия грунта, подвешивают к поплавку, который погружается в воду резервуара. При погружении поплавок вода полностью заполняет сосуд, вытеснив оттуда воздух.
5. По одной из шкал, соответствующей типу испытываемого грунта («П», «Ч» или «Г») определяют плотность сухого грунта ($\rho_{\text{ск. факт.}}$, г/см³).

3. Определение естественной влажности грунта

Естественную влажность грунта ($W_{\text{ест}}$, %) определяют по полученным значениям плотности сухого и влажного грунтов и рассчитывают по формуле

$$W_{\text{ест}} = \frac{\rho_{\text{факт.}} - \rho_{\text{ск.факт.}}}{\rho_{\text{ск.факт.}}}, \quad (1)$$

где $\rho_{\text{факт.}}$ – фактическая плотность при естественной влажности грунта, г/см³;
 $\rho_{\text{ск. факт.}}$ – фактическая плотность сухого грунта (скелета грунта), г/см³.

4. Определение степени уплотнения грунта

При определении качества уплотнения земляного полотна фактическая плотность сравнивается с плотностью этого же грунта, уплотненного по стандартной методике, и определяется по формуле

$$k_y = \frac{\rho_{\text{ск.факт.}}}{\rho_{\text{ск.мак}}}, \quad (2)$$

где k_y – коэффициент уплотнения земляного полотна (определяется согласно [1];

$\rho_{\text{ск. факт.}}$ – фактическая плотность сухого грунта (скелета грунта), г/см³;

$\rho_{\text{ск. макс}}$ – максимальная плотность сухого грунта (скелета грунта), г/см³.

Значения максимальной плотности сухого грунта ($\rho_{\text{ск. макс}}$) определяется в лабораторных условиях испытанием грунта по [2] в приборе СОЮЗДОРНИИ.

Количество требуемых определений плотности при строительстве земляного полотна зависит от ширины уплотняемых слоев, их толщины и высоты насыпи. При ширине слоя насыпи > 20 м, измерения в поперечнике проводят в 5-ти точках, при этом дополнительные места отбора проб находятся между осью земляного полотна и крайними точками у бровки.

Контроль плотности следует проводить на глубине равной 1/3 толщины уплотняемого слоя, но не менее 8 см.

При высоте насыпей до 3 м, пробы отбирают не реже, чем через 200 м, а при высоте > 3 м – не реже, чем через 50 м. Кроме того, обязательно определение плотности в насыпях над трубами, на подходах к мостам и конусам береговых опор.

Оформление отчета

Все данные по определению фактической плотности грунта, плотности скелета грунта и фактической влажности заносят в табл. 1.

Таблица 1

Журнал измерений

Наименование дороги	км	ПК	Сторона			Плотность грунта, г/см ³		Глубина отбора, м	Естественная влажность грунта, %
			левая	правая	ось	фактическая	скелета		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Лабораторная работа №2

**Определение максимальной плотности
и оптимальной влажности связных грунтов**

Цель работы: определение влажностных характеристик земляного полотна из связных грунтов.

Материалы и оборудование: плотномер-влажномер системы Н.П. Ковалева, грунт.

При наличии в комплектации плотномера-влажномера Ковалева прибора для определения стандартного уплотнения максимальная плотность ($\rho_{ск. max}$) и оптимальная влажность (W_{opt}) могут определяться как на месте залегания грунтов, так и с отбором пробы грунта.

Ход работы**I. На месте залегания грунтов**

1. На поверхности разравнивают площадку размером 30×30 см, на нее ставят режущий цилиндр и с помощью ударника погружают и наполняют грунтом без уплотнения.

2. Режущий цилиндр с неуплотненным грунтом откапывают ножом, снова ставят на площадку и принятым количеством ударов гирей грунту придают стандартное уплотнение.

Предварительное наполнение грунтом режущего цилиндра делают для того, чтобы он при стандартном уплотнении грунта не погружался ниже уровня площадки и не мешал работе ударника.

3. Чтобы достигнуть требуемого стандартного уплотнения необходимо сделать гирей, падающей по стержню с высоты 30 см, следующее количество ударов:

- для песков и супесей..... 38;
- для суглинков..... 60;
- для глин..... 75.

4. После стандартного уплотнения режущий цилиндр вместе с грунтом откапывают ножом, переносят на крышку-подставку и описанным в лабораторной работе №1 путем измеряют плотность грунта, плотность сухого грунта и рассчитывают влажность.

5. Результаты записывают в первой строке ведомости по форме, приведенной в табл. 2.

6. После измерения плотности грунта, плотности сухого грунта и расчета влажности в естественных условиях залегания грунт взрыхляют на площадке 32×32 см. Затем берут грунт в объеме 8×8×8 см, к грунту добавляют порцию воды из расчета увеличения влажности на 2%.

Пример: при плотности рыхлого грунта 1,60 г/см³ и размера лунки 8×8×8 см объем порции воды составляет $8 \times 8 \times 8 \cdot 1,60 \cdot 0,02 = 16 \text{ см}^3$.

Порцию воды отмеряют с помощью совка (вода набирается по риске). Грунт с водой тщательно перемешивают, поверхность его уплотняют и выравнивают.

7. После этого вышеописанным способом грунту придают стандартное уплотнение, измеряют плотность, плотность сухого грунта и рассчитывают влажность и записывают во второй строке табл. 2.

8. Затем к грунту добавляют последовательно две, три, четыре и т. д. порции воды по 16 см³ и цикл измерения плотности, плотности сухого грунта и расчет влажности повторяют для каждого возрастающего увлажнения до тех пор, пока плотность сухого грунта не достигнет максимума. Как только плотность сухого грунта начнет уменьшаться, что видно из графика, приведенного на рис. 4, испытания прекращают.

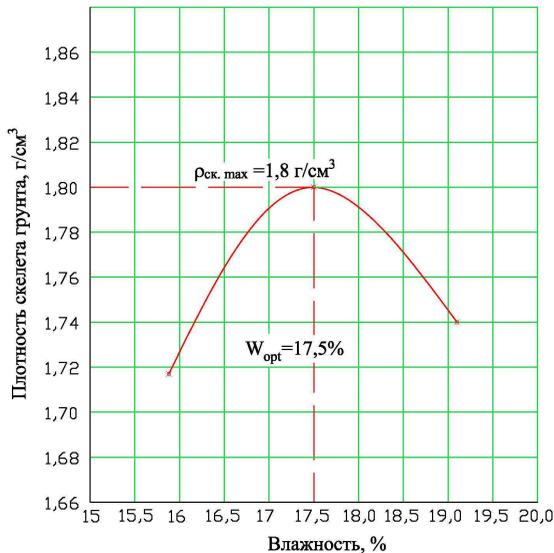


Рис. 4. Зависимость плотности скелета грунта от оптимальной влажности

9. За максимальную плотность сухого грунта и оптимальную влажность принимают записанные в ведомость показатели плотности сухого грунта предыдущего цикла испытаний.

II. С отбором пробы грунта

С места залегания грунта отбирается проба массой 3 кг.

1. Отобранной пробой наполняют сосуд со съёмным дном и на поверхность грунта ставят режущий цилиндр, также наполненный таким же грунтом. На режущий цилиндр сверху устанавливают ударник и производят стандартное уплотнение.

2. После этого из сосуда грунт переносят в крышку футляра, к нему добавляют 100 см^3 грунта из режущего цилиндра и порцию воды 16 см^3 для увеличения влажности грунта на 2%. Грунт с водой перемешивают ножом и им снова наполняют сосуд.

3. Производят стандартное уплотнение грунта и измерение плотности, плотности сухого грунта и рассчитывают влажность. Дальше испытания ведут аналогично испытаниям грунтов на месте их залегания.

Оформление отчета

Результаты измерений и расчетов заносят в табл. 2.

Таблица 2

Журнал измерений

Место отбора пробы	Наименование грунта	Процент увлажнения	Плотность грунта, г/см ³		Влажность, %
			влажного	сухого	
1	2	3	4	5	6

При отсутствии в комплектации плотномера-влажгомера Ковалева прибора для определения стандартного уплотнения максимальную плотность скелета грунта ($\rho_{ск. \max}$) и оптимальную влажность ($W_{\text{опт}}$) можно определить расчетным путем.

III. Определение оптимальной влажности и максимальной плотности расчетным путем

1. После определения влажности предела текучести (W_T), установленной с помощью балансирного конуса Васильева и подробно описанной при изучении дисциплины «Инженерная геология», рассчитывают оптимальную плотность грунта по формуле

$$W_{\text{опт}} = \sigma \cdot W_T, \quad (3)$$

где σ – коэффициент, зависящий от вида грунта и составляющий:

- для супесей – 0,7...0,75;
- для суглинков – 0,55...0,60;
- для глин – 0,45...0,55.

2. Значение максимальной плотности сухого (скелета) грунта вычисляют по формуле

$$\rho_{ск. \max} = \frac{\rho_{ч}(1 - V_B \cdot 0,01)}{1 + \frac{\rho_{ч}}{\rho_B} \cdot W_{\text{опт}} \cdot 0,01}, \quad (4)$$

где $\rho_{ч}$ – плотность частиц грунта, г/см³. Плотность частиц грунта принимается для:

- песков, супесей легких и пылеватых – 2,67 г/см³;
- супесей тяжелых, легких суглинков – 2,70 г/см³;

- суглинков тяжелых и глин – 2,72 г/см³.

$\rho_{\text{в}}$ – плотность воды, г/см³ ($\rho_{\text{в}} = 1 \text{ г/см}^3$);

V – минимальный объем воздуха, содержащийся в грунте, %. Минимальный объем воздуха принимается для:

- песков – 8%;
- супесей – 6%;
- суглинков – 5%;
- глин – 4%.

$W_{\text{опт}}$ – оптимальная влажность, %.

Лабораторная работа №3

Определение плотности земляного полотна из несвязных грунтов методом замещения объема (метод «лунки»)

Цель работы: определение расчетных характеристик земляного полотна из несвязных грунтов.

Материалы и оборудование: сухой песок фракции 0,5...2 мм в количестве 10 л, двойная воронка с диаметром основания около 25 см, мерные цилиндры вместимостью 0,1...1,0 л, воронка для засыпки песка.

Ход работы

1. Очистить и при необходимости подровнять поверхность слоя.
2. Осторожно, чтобы не смять рабочим инструментом края и боковые стенки будущей лунки, разрыхлить и тщательно выбрать материал слоя на глубину 10...15 см (объем до 10 тыс. см³).
3. Вынутый материал слоя взвесить с точностью до второго знака ($m_{\text{гр}}$).
4. Установить над лункой двойную воронку.
5. В лунку и двойную воронку через горловину осторожно засыпать сухой песок, объем которого измерить мерными цилиндрами с точностью до 5 см³ ($V_{\text{п}}$).
6. В мерные цилиндры песок насыпают через обычную воронку, не встряхивая их.
7. Определить объем лунки по объему израсходованного песка.
8. Рассчитать фактическую плотность материала слоя, исходя из массы материала и объема лунки по формуле

$$\rho_{\text{факт.}} = \frac{m_{\text{гр}}}{V_{\text{п}}}, \quad (5)$$

где $m_{гр}$ – масса грунта, вынутого из лунки, г;

$V_{п}$ – объем песка, израсходованного на засыпку лунки, $см^3$.

Полученную плотность материала в теле слоя сравнить с предусмотренной проектом и составить заключение о степени уплотнения слоя. Если проектом предусмотрена плотность сухого материала в теле слоя, то вынутый из лунки материал перед взвешиванием необходимо высушить.

Оформление отчета

Полученные данные занести в табл. 3.

Таблица 3

Журнал измерений

Масса грунта, вынутого из лунки, $m_{гр}$, г	Объем, $см^3$			Фактическая плотность грунта, $\rho_{факт.}$, $г/см^3$
	песка, израсходованного на заполнение лунки и двойной воронки, $V_{п}$	двойной воронки	лунки	
1	2	3	4	5

Лабораторная работа №4

Обоснование режима доувлажнения или просушивания грунта при возведении земляного полотна

Цель работы: определение технологических параметров земляного полотна.

Грунт следует уплотнять при влажности близкой к оптимальной $W_{опт.}$. Однако на практике при строительстве земляного полотна влажность грунта в естественном залегании $W_{ест}$ отличается от оптимальной. При этом может возникнуть необходимость:

- в подсушивании переувлажненных грунтов и тогда необходимо определить время, в течение которого влажность грунта снизится до оптимальной;

- в доувлажнении грунта до оптимальной влажности и при этом необходимо рассчитать потребное количество воды, необходимой для доувлажнения грунта естественной влажности.

Ход работы

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Влажность предела текучести грунта W_T определяется в соответствии с лабораторными работами, выполненными в курсе «Механика грунтов».

Естественная и оптимальная влажности грунта, а также предел его текучести берутся из лабораторных работ № 1 и №2.

Температура воздуха при возведении земляного полотна, скорость ветра в районе строительства (принимается по данным КП №1 по дисциплине «Изыскания и проектирование автомобильных дорог», КП №1 по дисциплине «Технология и организация строительства автомобильных дорог»).

Определение времени необходимого для подсушки грунта

Решение этой задачи базируется на результатах исследований влагообмена в слое грунта, происходящего вследствие испарения.

Закономерность просыхания грунтов в интервале влажностей $(0,4...0,9) W_T$, наиболее характерном для грунтов естественного залегания, при одновременном воздействии ветра и температуры воздуха описывается следующим уравнением:

$$W = W_n - (\alpha_1 + \alpha_2) \cdot T, \quad (6)$$

где W , W_n – оптимальная влажность грунта по истечении времени T и начальный период соответственно, взятых в долях единиц от влажности предела текучести W_T ;

α_1 – коэффициент, учитывающий влияние вида грунта и температуры воздуха;

α_2 – коэффициент, учитывающий влияние вида грунта и скорости ветра;

T – время просыхания грунта, дни.

Значения коэффициентов α_1 и α_2 определяют из графиков, приведенных на рис. 5.

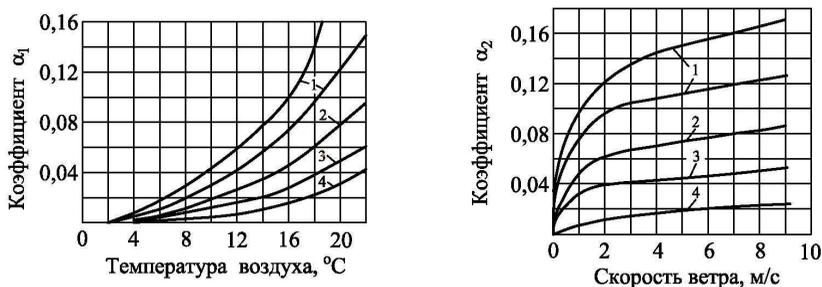


Рис. 5. Графики для определения:
 а – коэффициента α_1 ; б – коэффициента α_2
 1 – песок; 2 – супесь; 3 – суглинок; 4 – глина

Продолжительность T , дни, просыхания грунта с некоторой начальной влажностью W_n до оптимальной влажности $W_{\text{опт}}$ легко найти из выражения

$$T = \frac{W_n - W_{\text{опт}}}{\alpha_1 - \alpha_2}, \quad (7)$$

Периодическое перемешивание как специфическая операция при просушивании грунта сокращает время просыхания грунта.

В процессе разработки, транспортирования и технологической обработки грунта при его укладке и уплотнении влажность грунта также уменьшается, поскольку названные операции связаны с перемешиванием грунта. Однако интенсивность просыхания грунта при этом в среднем в два раза ниже, чем при специальном перемешивании.

Лабораторная работа №5

Определение крутизны откосов, продольных и поперечных уклонов земляного полотна

Цель работы: определение геометрических параметров земляного полотна.

Оборудование: складная универсальная рейка «Кондор-3М».

Складная универсальная рейка «Кондор-3М», приведенная на рис. 6, представляет собой усовершенствованный вариант трехметро-

вой рейки КП-216, которая состоит из трехсекционного раскладывающегося корпуса по нижней боковой поверхности, имеющей шкалу для измерения геометрических параметров дороги. Сверху, в центре рейки, закреплена измерительная головка с лимбом и уровнем для определения величины уклонов поверхности земляного полотна, основания и покрытия дороги.



Рис. 6. Дорожная рейка "Кондор-3М"

Крутизна откосов насыпей, выемок и кюветов определяется с помощью балансира-эклиметра, помещенного между боковыми стенками рейки.

Ход работы

1. На месте работ рейка вынимается из чехла, раскрывается и жестко фиксируется на местах сочленения. При этом винты прижимного устройства переставляются в отверстия, расположенные у стыков смежных секций, где затягиваются до упора.

2. При изменении продольных и поперечных уклонов поверхности земляного полотна рейка укладывается либо по оси дороги, либо перпендикулярно ей в сторону уклона на поверхности земляного полотна или обочины. Затем вращением винта измерительной головки с помощью уровня приводят ее в горизонтальное положение, фиксируемое по центральному нахождению пузырька в ампуле уровня и по шкале лимба головки определяют размер уклона.

3. При определении крутизны откосов насыпи, выемки, кювета – рейку устанавливают непосредственно на откос перпендикулярно обрезу бровки откоса и, по шкале балансира-эклиметра находят крутизну откоса в пределах от 1:1 до 1:3. При размерах крутизны откоса рейка может использоваться и в собранном для транспортировки состоянии.

Оформление отчета

Полученные данные занести в табл. 4.

Таблица 4

Журнал измерений

№ п/п	Наименование дороги	Место измерений ПК+0	Уклон, %		Крутизна откосов		
			продольный	поперечный	насыпи	выемки	кювета
1	2	3	4	5	6	7	8

Лабораторная работа №6

Определение прочности нежестких дорожных одежд нагружением колеса расчетного автомобиля

Цель работы: определение фактического модуля дорожной одежды для сравнения его с требуемым модулем.

Оборудование: рычажной прогибомер, индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм и расчетный автомобиль для создания расчетной нагрузки.

Ход работы

1. Подготовка рычажного прогибомера к работе

Рычажной прогибомер (рис. 7) состоит из опорной станины 1 швеллерного профиля и составного рычага 2, который свободно вращается вокруг опорных винтов 3.

В переднем плече рычага установлен измерительный щуп 4 с зажимным винтом 5, а заднее плечо заканчивается заглушкой и горизонтальной площадкой 6 для стержня индикатора 7.

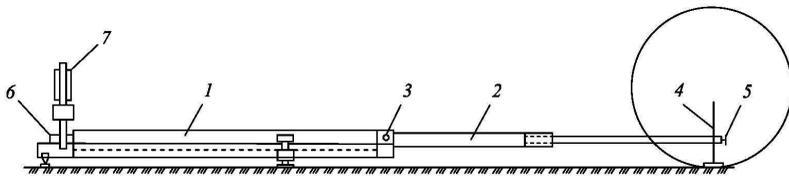


Рис. 7. Рычажной прогибомер

Транспортируется прогибомер в собранном виде.

Подготовку его к испытаниям и проведение испытаний необходимо осуществлять в следующем порядке:

1. Опорную станину установить вблизи от места проведения испытаний.
2. Собрать измерительный рычаг прогибомера.
3. Вставить в отверстие измерительный шуп и закрепить зажимным винтом.
4. Собранный измерительный рычаг закрепить на опорной станине.
5. Прогибомер поднять на опорную станину и установить его так, чтобы измерительный шуп расположился между задними спаренными колесами расчетного автомобиля по оси колеса.
6. Установить откидную опорную стойку и закрепить на ней индикатор с таким расчетом, чтобы стержень индикатора имел запас хода 3...4 мм.
7. Несколько раз поднять и опустить стержень индикатора.
8. Проверить правильность установки прогибомера и индикатора легкими постукиваниями карандаша по опорной пластине. Стрелка индикатора должна слегка подрагивать, но после прекращения постукиваний оставаться на том же делении.
9. Проверить правильность работы прогибомера путем проведения нескольких измерений упругого прогиба в одной и той же точке покрытия при одинаковой нагрузке.

Расхождение значений прогибов не должно превышать 5%.

2. Определение упругого прогиба нежестких дорожных одежд рычажным прогибомером
 1. Установить расчетный автомобиль на проезжей части дороги.

2. Установить прогибомер таким образом, чтобы измерительный шуп находился между задними спаренными колесами автомобиля по оси приложения нагрузки на колесо.

3. Снять отсчет по индикатору и записать его в журнал, например, 57.

4. Расчетный автомобиль осторожно съезжает с точки испытания и перемещается на следующую точку измерения на расстояние 8...10 м.

5. Через одну-две минуты осторожно постучать карандашом по станине прогибомера. Если отсчеты по индикатору изменяются не более чем на 0,01 мм, т. е. на одно деление, снять и записать второй отсчет по индикатору, например, 41.

6. Умножив разность между первым и вторым отсчетами (57 - 41 = 16) на 0,01 мм, получим 0,16 мм. Поскольку прогибомер имеет соотношение плеч 2:1, полученное значение следует умножить на 2. Таким образом, величина упругого прогиба составляет $0,16 \cdot 2 = 0,32$ мм.

7. Измерения повторить в двух последующих точках, если значения прогиба, полученные в трех точках, отличаются не более чем на 10%, следует определить величину упругого прогиба участка дороги как среднее арифметическое из трех значений.

3. Определение прочности нежесткой дорожной одежды

1. Полученную величину упругого прогиба подставляем в формулу

$$E_{\phi} = \frac{P \cdot D}{l_y (1 - \mu^2)}, \quad (8)$$

где E_{ϕ} – фактический модуль упругости, МПа;

P – удельное давление, создаваемое колесом расчетного автомобиля, МПа;

D – диаметр площадки, передающей давление (диаметр жесткого штампа или приведенный диаметр следа колеса расчетного автомобиля), см;

l_y – величина упругого прогиба, см;

μ – коэффициент Пуассона ($\mu = 0,3$).

Значения P и D следует принимать:

- для МАЗ-500А (автомобиль гр. А) $P = 0,6$ МПа, $D = 33$ см;

- для ЗИЛ-130 (автомобиль гр. Б) $P = 0,6$ МПа, $D = 28$ см.

Лабораторная работа №7

**Оценка прочности дорожных одежд
при действии динамической нагрузки**

Цель работы: определение фактического модуля дорожной одежды для сравнения его с требуемым модулем.

Оборудование: установка динамического нагружения ДИНА-3, устройство управления процессом, рабочее программное обеспечение, расчетный автомобиль для создания расчетной нагрузки.

Установка динамического нагружения ДИНА-3 подключается к передвижной дорожной лаборатории. На легковой прицеп устанавливается механизированное устройство для подъема груза массой 160 кг на определенную высоту с последующим сбросом его на штамп, опускаемый на поверхность дорожного полотна (рис. 8).



Рис. 8. Установка динамического нагружения ДИНА-3

Установкой динамического нагружения определяют динамический (кратковременный) упругий прогиб, измеренный на поверхности покрытия дорожной одежды, при передаче нагрузки через жесткий штамп. Данный метод позволяет создать режим нагружения, наиболее близко соответствующий реальному времени взаимодействия колеса автомобиля с покрытием ($\sim 0,02-0,03$ с).

Принципиальная схема установки динамического нагружения и принцип ее действия приведены на рис. 9.

Груз 3, состоящий из комплекта гирь, сбрасываемых по направляющей штанге 4 на амортизирующее устройство – пружину 2, создает кратковременное усилие (удар), которое через штамп 1 действует на испытываемую дорожную одежду. Диаметр штампа равен 37 см. В момент максимального (наибольшего) сжатия пружины динамическое усилие груза Q на штамп соответствует весу задней полуоси расчетного автомобиля, т.е. 50 кН. Удельное давление P_y штампа на покрытие в данный момент времени соответствует 0,6 МПа. Длительность передачи динамического усилия от груза на покрытие зависит от жесткости пружины и соответствует автомобилю, движущемуся со скоростью 50 км/ч по следу длиной 37 см.

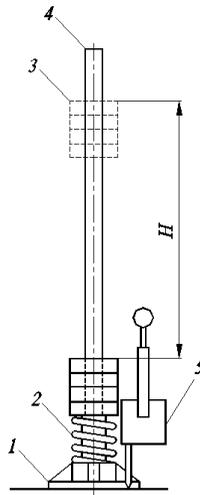


Рис. 9. Принципиальная схема установки динамического нагружения:
 1 – жесткий штамп, 2 – пружина, 3 – груз, 4 – направляющая штанга,
 5 – устройство измерения упругих прогибов

Ход работы

1. Установку динамического нагружения устанавливают на испытываемую поверхность.
2. Поднимают груз на заданную высоту и сбрасывают его, предварительно включив устройство измерения упругих прогибов с диапазоном измерения 2 мм и точностью 0,02 мм.
3. Фиксируют упругий прогиб.

4. Определяют общий динамический (фактический) модуль упругости дорожной одежды по формуле 7.

5. Все полученные данные сводятся в журнал определения прочности дорожной одежды (по форме, приведенной в табл. 6).

Таблица 6

**Журнал определения прочности дорожной одежды
(установкой динамического нагружения)**

Дата проведения испытаний _____

Место проведения испытаний _____

Тип и состояние покрытия _____

Температура воздуха (°C) _____

Конструкция дорожной одежды _____

Грунт земляного полотна _____

№ п/п	Расчетные характеристики	Обозначение	Размерность	Результаты измерений	Результаты расчета
1	Высота падения груза	H	см		
2	Масса падающего груза	P	кг		
3	Диаметр жесткого штампа	D	см		
4	Величина сжатия пружины	δ	см		
5	Динамическое усилие	G	кг		
6	Время действия усилия	T	с		
7	Удельное давление на поверхность покрытия	P_y	МПа		
8	Упругий прогиб покрытия	l_y	мм		
9	Фактический динамический модуль упругости	E_{ϕ}	МПа		
10	Требуемый динамический модуль упругости	$E_{тр}$	МПа		
11	Коэффициент прочности	$k_{пр}$			

На основании данных журнала (табл. 6) необходимо оценить фактическое эксплуатационное состояние дорожной одежды по величине коэффициента прочности и дать рекомендации о целесообразности проведения тех или иных мероприятий, направленных на повышение прочности дорожной одежды.

Лабораторная работа №9

Оценка ровности проезжей части с помощью толчкомера

Цель работы: определение ровности дорожной одежды при сдаче в эксплуатацию автомобильной дороги.

Оборудование: автомобиль с установленным толчкомером или прицепная установка ПКРС-2У.

Принцип определения ровности толчкомером заключается в измерении суммы вертикальных сжатий рессор автомобиля вследствие вынужденных колебаний кузова и моста, вызываемых неровностями проезжей части.

Определение ровности может производиться либо с помощью толчкомера ТХК-2 (при этом базовым автомобилем является УАЗ-451), либо с помощью прицепной установки (ПКРС-2У), приведенной на рис. 10, при скорости движения 50 км/ч.

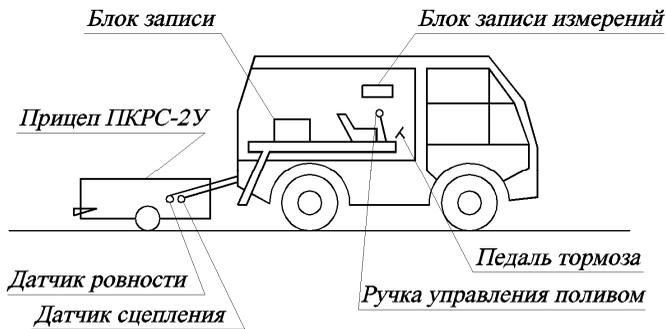


Рис. 10. Схема установки ПКРС-2У

Толчкомер является прибором, суммирующим вертикальные колебания. Он устанавливается над задним мостом по оси автомобиля.

Ход работы

1. Соединительную тягу, шарнирно прикрепленную к зубчатой рейке, пропускают через пол и крепят к заднему мосту.

Вертикальная зубчатая рейка находится в постоянном зацеплении с шестерней храповой муфты счетного механизма. Работая по принципу одностороннего действия, храповая муфта передает обороты

шестерни счетчику только при движении зубчатой рейки вверх, т.е. только в момент сжатия рессор. При освобождении рессор рейка свободно перемещается вниз.

При колебаниях кузова на рессорах зубчатая рейка толчкомера перемещается вверх и вниз на величину изменений расстояния между дифференциалом и кузовом. При этом счетчик вращается только в одну сторону и регистрирует сумму сжатий рессор автомобиля вследствие вынужденных колебаний кузова и моста, вызываемых неровностями проезжей части.

Параметры зубчатой рейки, шестерни храповой муфты и счетчика подобраны так, что сумма сжатий рессор регистрируется счетчиком в сантиметрах.

При движении автомобиля с расчетной скоростью отсчеты толчкомера регистрируются через каждый километр прямолинейного пути (печатающим устройством – на бумажной ленте, либо при отсутствии его – визуально).

Толчкомером определяют не истинную, а условную ровность покрытия, так как сумма сжатий рессоры зависит не только от состояния покрытия, но и от свойств подвески автомобиля, поэтому каждый раз, когда устанавливается толчкомер, его необходимо тарировать и учитывать в расчетах тарировочный коэффициент.

2. Для оценки ровности покрытия на участке длиной менее 1 км показатель толчкомера, полученный на данном участке, приводят к показателю на 1 км по формуле

$$S_{\text{км}} = \frac{S_{\phi}}{l_{\phi}}, \quad (10)$$

где S_{ϕ} – показатель толчкомера на участке, отличном по протяженности от одного километра, см/км;

l_{ϕ} – протяженность обследованного участка, км.

3. При использовании автомобилей, отличающихся от базового, или при скорости движения отличной от 50 км/ч, вносятся коррективы по таблицам и номограммам.

4. Результаты лабораторной работы сводят в табл. 8.

Ведомость измерения ровности покрытия

1. Дорога _____
2. Участок, км _____

3. Тип покрытия _____
4. Дата измерения _____
5. Марка автомобиля _____
6. Нагрузка в кузове, кН _____
7. Толчкомер (ТХК-2) _____
8. Тарировочный коэффициент толчкомера по паспорту _____
9. Особые отметки _____

погода, состояние покрытия и др.

Таблица 8

Журнал измерений

№ кило- метро- вых столбов	Направление движения							
	Прямое				Обратное			
	Отсчет по толчкомеру	Скорость движения автомобиля		Разность отсчетов, см/км	Отсчет по толчкомеру	Скорость движения автомобиля		Разность отсчетов, см/км
		время, с	км/ч			время, с	км/ч	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2712				3359			
22	2783	74	48	71	3274	72	50	85
23	2997	72	50	214	3051	74	48	223
...								

Лабораторная работа № 10

Определение коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием методом «песчаного пятна»

Цель работы: определение сцепных свойств дорожного покрытия косвенными методами.

Материалы и оборудование: сухой песок с крупностью зерен менее 0,25 мм, в количестве 40...50 см³ для мелкозернистых покрытий и 100...150 см³ для крупнозернистых покрытий, мерный цилиндр объемом 200...500 см³, металлический шпатель или металлическая линейка, волосяная щетка, металлическая рулетка (длиной до 1 м), кусок мела.

Ход работы

1. Очистить от пыли и грязи волосяной щеткой место испытаний покрытия.
2. Сухой песок, просеянный через сито с отверстием 0,25 мм, засыпать в мерный цилиндр, регистрируя его объем.
3. Отсыпать часть песка на очищенное покрытие, фиксируя оставшийся объем в цилиндре.
4. С помощью шпателя или ребром металлической линейки распределить песок по покрытию так, чтобы весь он оказался во впадинах.
5. Образовавшемуся песчаному пятну следует придавать форму квадрата, прямоугольника или круга для упрощения подсчета его площади.
6. Песчаное пятно оконтурить мелом, измерить длину сторон или диаметр круга и подсчитать площадь пятна.
7. Среднюю величину глубины впадин, мм, определить по формуле

$$h_{\text{cp}} = \frac{10 \cdot V}{F}, \quad (11)$$

где V – объем песка, см³;

F – площадь песчаного пятна, см².

8. Если песчаное пятно имеет форму круга, то h_{cp} следует определять по формуле

$$h_{\text{cp}} = 12,74 \frac{V}{d^2}, \quad (12)$$

где d – диаметр пятна, см.

9. Испытания повторить не менее трех раз.
10. По величине средней глубины впадин h_{cp} определить значение коэффициента сцепления колеса с покрытием по табл. 9.

Таблица 9

Зависимость коэффициента сцепления ϕ от величины h_{cp}

h_{cp}	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5
ϕ	0,3	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,47	0,5

11. Полученные значения h_{cp} сравнить с нормативными, приведенными в приложениях.

По результатам лабораторной работы заполнить журнал измерений по прилагаемой форме табл. 10.

Журнал измерений

Дислокация места испытания		Объем песка, см ³			Площадь пятна F , см ²	Среднее значение глубины впадин $h_{ср}$, мм	Значение ϕ	Среднее значение ϕ
километр	ПК+	в цилинд-ре	оставшегося	отсыпанного				
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Лабораторная работа №11

Определение коэффициента сцепления дорожных покрытий с помощью прибора ППК-МАДИ

Цель работы: определение сцепных свойств дорожного покрытия непосредственными измерениями.

Оборудование и материалы: прибор ППК-МАДИ, вода.

Принцип работы прибора основан на имитации процесса скольжения заблокированного колеса автомобиля по дорожному покрытию при нормированных условиях их взаимодействия: при нагрузке на колесо $(2942 \pm 49)\text{Н}$, скорости движения $(60 \pm 3)\text{ км/ч}$ на мокром дорожном покрытии (подача воды должна обеспечивать расчетную толщину пленки 1 мм) с использованием шины с гладким рисунком протектора, внутренним давлением воздуха $(0,17 \pm 0,01)\text{ МПа}$ и положительных температурах окружающей среды.

Ход работы

1. При определении коэффициента сцепления на автомобильной дороге необходимо выбрать не менее трех участков измерений на 1 км дороги по каждой полосе движения.

2. Выборочный контроль коэффициента сцепления дорожных покрытий необходимо проводить на левой полосе наката колес транспортных средств.

3. На поверхности дорожного покрытия перед проведением измерений не должно быть слоев песка и грязи (при наличии - удалить).

4. Увлажнить поверхность дорожного покрытия (под имитаторами и на расстояние приблизительно 0,2 м в направлении их движения) водой объемом не менее 200 см³. Толщина водной пленки должна быть около 1 мм.

Прибор (рис. 11) установить на дорожном покрытии в месте проведения измерения так, чтобы продольная ось имитаторов *1* располагалась параллельно левой полосе наката. Имитаторы должны располагаться над поверхностью покрытия на таком расстоянии (около 3-7 мм), чтобы при касании ими дорожного покрытия измерительная шайба *9* совпала со второй рисксой.

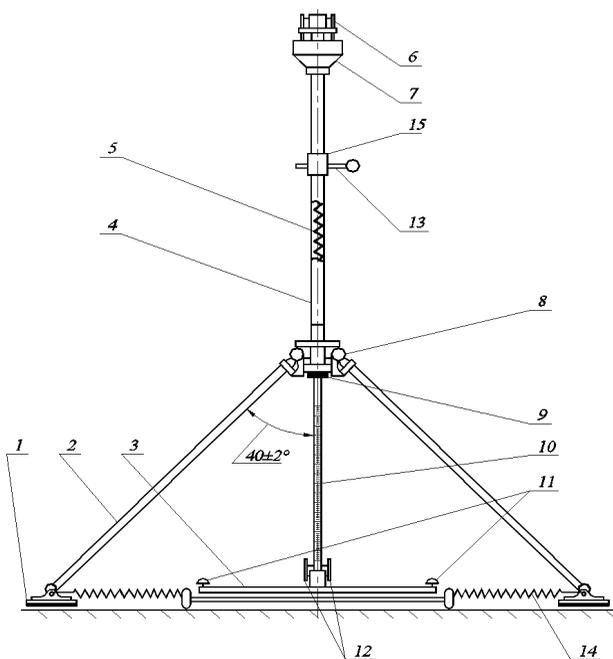


Рис. 11. Прибор портативный ППК-МАДИ для измерения коэффициента сцепления дорожных покрытий:

1 – имитатор; 2 – тяга; 3 – основание; 4 – направляющая штанга; 5 – центральная пружина; 6 – механизм сброса груза; 7 – груз; 8 – муфта скольжения; 9 – измерительная шайба; 10 – шкала; 11 – регулировочные винты; 12 – зажим; 13 – палец механизма натяжения пружины; 14 – горизонтальные пружины; 15 – втулка натяжителя

5. Поднять измерительную шайбу в крайнее верхнее положение. Вынуть палец механизма натяжения пружины 13. При нажатии на рычаги механизма сброса 6, груз 7 из крайнего верхнего положения должен падать вниз по направляющей штанге 4 и муфте скольжения 8 вместе с измерительной шайбой под воздействием ударного импульса груза вниз. При этом имитаторы прижимают к увлажненному дорожному покрытию и скользят в противоположные стороны. Момент останковки имитаторов фиксировать измерительной шайбой. После срабатывания механизма поднять груз в верхнее положение, вставить палец механизма натяжения во втулку натяжителя 15.

6. Значение коэффициента сцепления дорожного покрытия определить по верхней стороне измерительной шайбы на шкале прибора.

7. Сделать пять измерений с интервалом 5...10 с. В журнал измерений занести последние три замера (табл. 11). При этом необходимо следить за тем, чтобы не происходило переувлажнения поверхности исследуемого участка, и поддерживать толщину водной пленки около 1 мм.

8. Определить среднее значение измеренной величины.

9. При измерении коэффициента сцепления дорожного покрытия на участке с уклоном более 30% необходимо ввести поправку. Для этого необходимо вычислить величину уклона по формуле

$$i = \sqrt{i_{\text{прод}}^2 + i_{\text{попер}}^2}, \quad (13)$$

где $i_{\text{прод}}$, $i_{\text{попер}}$ – соответственно величины продольного и поперечного уклонов.

Величина поправки, соответствующая данному уклону (табл. 12), вычитается из средней величины коэффициента сцепления на уклоне.

Таблица 11

Журнал измерений

Место измерений (км, пикет, направление, полоса)	Тип покрытия	Состояние покрытия	Результаты измерений
1	2	3	4

**Величина поправки к значению коэффициента сцепления
в зависимости от уклона**

Величина уклона, %	30...40	50...70	80...100
Величина поправки	0,01	0,02	0,03

Лабораторная работа №12

**Определение коэффициента уплотнения, показателей
водонасыщения и набухания асфальтобетонных покрытий**

Цель работы: определение качества построенного асфальтобетонного покрытия.

Оборудование и материалы: стандартное оборудование для испытания асфальтобетонных смесей и лабораторных образцов, керны и прямоугольные образцы, отобранные из асфальтобетонного покрытия.

Ход работы

1. Пробу отбирают на всю толщину покрытия (верхний и нижний слой вместе) и разделяют слои в лаборатории.

2. Подготовленную пробу подогревают, измельчают и перемешивают, после чего готовят из смеси цилиндрические образцы по стандартной методике.

3. Коэффициент уплотнения асфальтобетонного покрытия вычисляют как отношение средней плотности образцов из покрытия (кернов или вырубков) к средней плотности образцов, переформованных из тех же кернов или вырубков:

$$k_{\text{упл}} = \frac{\rho_m^a}{\rho_m^{\text{ao}}}, \quad (14)$$

где ρ_m^a , ρ_m^{ao} – средняя плотность образцов из покрытия и переформованных образцов, соответственно, г/см³.

4. Определение водонасыщения и набухания после водонасыщения производится на цилиндрических образцах, приготовленных из асфальтобетонной смеси, полученной после разогрева, размельчения и перемешивания пробы, отобранной из асфальтобетонного покрытия по стандартным методикам.

Полученные результаты сравниваются с требованиями ГОСТ 9128-2009 [4] и делается заключение о качестве асфальтобетонного покрытия.

*Приложения**Приложение 1*

Категория дороги	Суммарное минимальное расчетное число приложений расчетной нагрузки на наиболее нагруженную полосу	Требуемый модуль упругости одежды, МПа		
		капитальной	облегченной	переходной
1	2	3	4	5
I	750000	230	-	-
II	500000	220	210	-
III	375000	200	200	-
IV	110000	-	150	100
V	40000	-	100	50

Нормативные значения ровности

Наименование конструкционного элемента	Условия оценки на	
	хорошо	отлично
1	2	3
<p>Основания и покрытия из крупнообломочных, песчаных и глинистых грунтов и отходов промышленности, укрепленных неорганическими и органическими вяжущими материалами:</p> <p>для дорог I, II и III категорий</p> <p>для дорог IV и V категорий</p> <p>для дорог I-с, II-с и III-с категорий и внутренних дорог промышленных предприятий</p>	<p>Не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 14 (10) мм, остальные - до 7 (5) мм</p> <p>Не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 20 мм, остальные - до 10 мм</p> <p>Не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 30 мм, остальные - до 15 мм</p>	<p>Не более 2% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 14 (10) мм, остальные - до 7 (5) мм</p> <p>Не более 2% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 20 мм, остальные - до 10 мм</p> <p>Не более 2% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 30 мм, остальные - до 15 мм</p>
<p>Щебеночные, гравийные и шлаковые основания и покрытия. Основания и покрытия из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных неорганическими вяжущими материалами:</p> <p>для дорог I, II и III категорий</p> <p>для дорог IV, V категорий и внутренних дорог промышленных предприятий</p> <p>для дорог I-с, II-с, III-с категорий</p>	<p>Не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 20 (10) мм, остальные - до 10 (5) мм</p> <p>Не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 30 мм, остальные - до 15 мм</p> <p>Не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 40 мм, остальные - до 20 мм</p>	<p>Не более 2% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 20 (10) мм, остальные - до 10 (5) мм</p> <p>Не более 2% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 30 мм, остальные - до 15 мм</p> <p>Не более 2% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 40 мм, остальные - до 20 мм</p>

1	2	3
<p>Основания и покрытия из дегтебетонных смесей, черного щебня и щебеночных смесей по способу пропитки органическими вяжущими и способом смешения на дороге:</p> <p>для дорог I, II и III категорий</p> <p>для дорог IV, V категорий и внутренних дорог промышленных предприятий</p> <p>для дорог I-с, II-с, III-с категорий</p>	<p>Не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 14 (10) мм, остальные - до 7 (5) мм</p> <p>Не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 20 мм, остальные - до 10 мм</p> <p>Не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 30 мм, остальные - до 15 мм</p>	<p>Не более 2% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 14 (10) мм, остальные - до 7 (5) мм</p> <p>Не более 2% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 20 мм, остальные - до 10 мм</p> <p>Не более 2% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 30 мм, остальные - до 15 мм</p>
<p>Асфальтобетонные и монолитные цементобетонные основания и покрытия</p>	<p>Не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 10 (6) мм, остальные - до 5 (3) мм</p>	<p>Не более 2% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 10 (6) мм, остальные - до 5 (3) мм</p>

Примечание: оценку «удовлетворительно» устанавливают, если количество просветов, превышающих значение для оценки «хорошо», составляет не более 50%.

Библиографический список

1. СниП 2.05.02-85*. Автомобильные дороги/Госстрой СССР. – М: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.
2. ГОСТ 22733-2002. Методы лабораторного определения максимальной плотности. – М.: МНТКС, 2002. – 12 с.
3. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. М.: Росавтодор, 2001. – 127 с.
4. ГОСТ 9128-2009. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2010. – 18 с.

Содержание

Введение.....	4
Лабораторная работа №1. Определение плотности и влажности земляного полотна из связных грунтов.....	4
Лабораторная работа №2. Определение максимальной плотности и оптимальной влажности связных грунтов.....	10
Лабораторная работа №3. Определение плотности земляного полотна из несвязных грунтов методом замещения объема (метод «лунок»).....	14
Лабораторная работа №4. Обоснование режима доувлажнения или просушивания грунта при возведении земляного полотна.....	15
Лабораторная работа №5. Определение крутизны откосов, продольных и поперечных уклонов земляного полотна.....	17
Лабораторная работа №6. Определение прочности нежестких дорожных одежд нагружением колеса расчетного автомобиля....	19
Лабораторная работа №7. Оценка прочности дорожных одежд при действии динамической нагрузки.....	23
Лабораторная работа №8. Оценка ровности дорожных покрытий трехметровой рейкой с клином.....	26
Лабораторная работа №9. Оценка ровности проезжей части с помощью толчкомера.....	27
Лабораторная работа №10. Определение коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием методом «песчаного пятна».....	29
Лабораторная работа №11. Определение коэффициента сцепления дорожных покрытий с помощью прибора ППК-МАДИ.....	31
Лабораторная работа №12. Определение коэффициента уплотнения, показателей водонасыщения и набухания асфальтобетонных покрытий.....	34
Приложения.....	36
Библиографический список.....	39

Учебное издание

**Технология и организация строительства
земляного полотна и дорожной одежды**

Методические указания к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Технология и организация строительства
автомобильных дорог» для студентов
специальности 270205 – Автомобильные дороги и аэродромы

Составители: **Духовный** Георгий Самуилович
Логвиненко Анжелика Александровна

Подписано в печать 14.09.12. Формат 60×84/16. Усл.печ.л. 2,3. Уч.-изд.л. 2,5.

Тираж 60 экз.

Заказ

Цена

Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете
им. В.Г. Шухова

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46