

Общество с ограниченной ответственностью
«Специальное конструкторское бюро Стройприбор»

Плотномер асфальтобетона

ПА-МГ4

**Руководство по эксплуатации
4276-031-2010 РЭ**



г. Челябинск

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

об утверждении типа средств измерений

ОС.С.31.005.А № 41218

Срок действия до 27 марта 2025 г.

НАИМЕНОВАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
Плотномеры асфальтобетона ПА-МГ4

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
ООО "Специальное конструкторское бюро Стройприбор"
(ООО "СКБ Стройприбор"), г. Челябинск

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № 45571-10

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ
МП 68-243-2010 с изменением №1, утвержденный 28.11.2011 г.

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ 1 год

Свидетельство об утверждении типа продлено приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 марта 2020 г. № 639

Описание типа средств измерений является обязательным приложением к настоящему свидетельству.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства



А.В.Кулешов

"30" 03..... 2020 г.

Серия СИ

№ 044058

СОДЕРЖАНИЕ

1	Описание и работа плотномера	5
1.1	Назначение и область применения	5
1.2	Технические характеристики	6
1.3	Состав изделия	7
1.4	Устройство и принцип работы	7
1.5	Маркировка и пломбирование	12
1.6	Упаковка	12
2	Использование по назначению	13
2.1	Эксплуатационные ограничения	13
2.2	Подготовка плотномера к работе	14
2.3	Использование плотномера	14
3	Техническое обслуживание.....	38
3.1	Меры безопасности	38
3.2	Порядок технического обслуживания плотномера	38
3.3	Возможные неисправности и способы их устранения	40
4	Методика поверки.....	42
5	Хранение.....	43
6	Транспортирование.....	43
7	Утилизация	43
	Приложение А.....	44
	Приложение Б	45
	Паспорт.....	48
	Методика поверки МП 68-243-2010.....	53

Руководство по эксплуатации (РЭ) включает в себя общие сведения необходимые для изучения и правильной эксплуатации плотномера асфальтобетона ПА-МГ4 (далее плотномер). РЭ содержит описание принципа действия, технические характеристики, методы контроля и другие сведения, необходимые для нормальной эксплуатации плотномера.

Эксплуатация плотномера должна проводиться лицами, ознакомленными с принципами работы, конструкцией плотномера, настоящим РЭ.

1 Описание и работа плотномера

1.1 Назначение и область применения

1.1.1 Плотномер предназначен для измерения плотности и температуры асфальтобетонных покрытий.

В плотномере предусмотрены следующие сервисные функции:

- запись градуировочных характеристик в память плотномера;
- вывод на дисплей значений коэффициента уплотнения, в зависимости от плотности измеренного материала;
- компенсацию показаний плотномера при изменении температуры измеряемого материала от минус 10 °С до 140 °С;
- объем архивируемой информации составляет 9999 результатов измерений;
- автоматическое отключение электропитания через 60 с после индикации показаний;
- возможность подключения к ПК через USB порт.

1.1.2 Область применения – оперативный неразрушающий контроль плотности и равномерности уплотнения асфальтобетонных покрытий на предприятиях автодорожного строительства, научно-исследовательских и дорожно-испытательных лабораториях.

1.1.3 Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от минус 10 °С до 40 °С;

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

- относительная влажность воздуха до 95 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

1.2 Технические характеристики

Таблица 1 – Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
1 Диапазон измерений плотности, кг/м ³	от 1900 до 2700
2 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности, % При индивидуальной градуировке пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности, %	± 2,5 ± 1,5
3 Диапазон измерений температуры, °С	от – 10 до +140
4 Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	± 2
5 Потребляемая мощность, Вт, не более	1,5
6 Напряжение сигнализации о замене элементов питания, В Напряжение питания от двух аккумуляторов типа D (LR20), В	2,0 от 2,2 до 3,0
7 Время непрерывной работы без подзарядки, ч, не менее	10
8 Габаритные размеры, мм, не более	300×250×140
9 Масса, кг, не более	4
10 Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
11 Средний срок службы, лет	10

Таблица 2 – Идентификационные данные программного обеспечения (ПО)

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	РА-МГ4
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V1.03
Цифровой идентификатор ПО	Ox7290C16

1.3 Состав изделия

1.3.1 Плотномер состоит из планарного емкостного датчика (приемо-передающего устройства) (3), расположенного в основании прибора, электронного блока (1) со встроенным бесконтактным ИК термометром и рукояти (2), выполненных в едином корпусе.

Рукоять плотномера является также и батарейным отсеком, в котором размещаются два аккумулятора. Для извлечения аккумуляторных батарей с правой стороны батарейного отсека имеется резьбовая крышка. Общий вид плотномера на рисунке 1.

1.3.2 В комплект поставки плотномера так же входит:

- зарядное устройство;
- кабель интерфейса USB;
- USB-флеш-накопитель с программным обеспечением.

Программа выполнена на базе операционной системы WINDOWS и предназначена для выполнения измерений и обработки результатов измерений.

1.3.3 Плотномер поставляется заказчику в потребительской таре.

1.4 Устройство и принцип работы

1.4.1 Принцип работы плотномера основан на высокочастотном методе измерений: корреляционной зависимости между амплитудой сигнала и плотностью асфальтобетона. При взаимодействии с измеряемым материалом емкостной преобразователь вырабатывает сигнал, который регистрируется электронным блоком и преобразуется в значение плотности.

В плотномере предусмотрена коррекция результатов измере-

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

ний в зависимости от температуры покрытия.



Рисунок 1- Общий вид плотномера

1 – электронный блок; 2 – крышка батарейного отсека;
3 - приемо-передающее устройство (датчик).

Плотномер имеет функцию переключения диапазона зондирования глубины асфальтобетонного покрытия (до 25 мм и до 150 мм).

Плотномер оснащен настраиваемыми функциями экономного энергопотребления и самоотключения. Настройка экономного энергопотребления и самоотключения, выбор режима измерений и настройка параметров измерений, осуществляется с помощью электронного блока.

1.4.2 На лицевой панели электронного блока (рис.2) размещен ЖК дисплей и клавиатура, состоящая из восьми кнопок: **ВКЛ** (ок-

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

рашена в красный цвет), **ПОДСВЕТКА ДИСПЛЕЯ** (☀), **РЕЖИМ**, **ВВОД**, ←, →, ↑ и ↓.

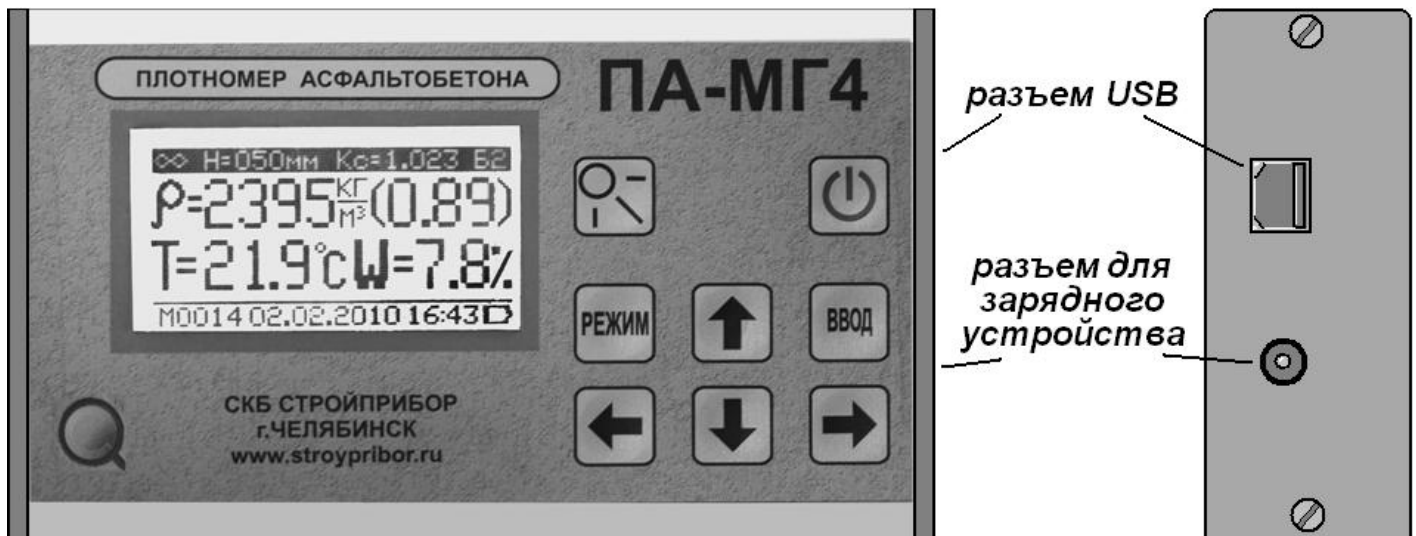


Рисунок 2 – Вид электронного блока

1.4.3 На правой боковой панели электронного блока расположено гнездо для подключения зарядного устройства и USB разъем для передачи данных в ПК. В нижней панели электронного блока располагается окно для инфракрасного датчика температуры.

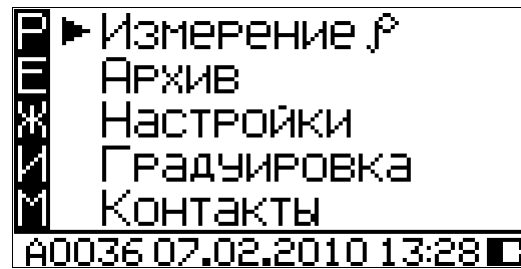
1.4.4 Включение плотномера и его отключение производится кратковременным нажатием кнопки **ВКЛ**.

1.4.5 Режимы работы плотномера

Плотномер может находиться в семи различных режимах:

1.4.5.1 Режим «**Измерение ρ**» (устанавливается при включении питания). Измерение плотности, температуры, коэффициента уплотнения и значения влаги на поверхности асфальтобетонного покрытия происходит при контакте датчика с поверхностью. Для записи результатов измерений в архив нажать кнопку **ВВОД**.

Выход плотномера из режима «**Измерение ρ**» в экран «Режим работы» происходит при нажатии кнопки **РЕЖИМ**. Дисплей плотномера примет вид:



1.4.5.2 Режим «Архив». В режиме «Архив» осуществляется просмотр результатов измерений, занесенных в Архив ранее.

Для перевода плотномера в режим «Архив» необходимо из экрана «Режим работы» кнопками ↓ (↑) переместить курсор на пункт «Архив» и нажать кнопку **ВВОД**.

Объем сохраняемой информации – 9999 результатов измерений.

1.4.5.3 Режим «Настройки». В режиме «Настройки» осуществляется установка времени измерений, настройка экономного энергопотребления и самоотключения (время отключения), установка (корректировка) даты и часов реального времени, режим архивирования, режим измерения и режим настройки параметров измерения.

Для перевода плотномера в режим «Настройки» необходимо из экрана «Режим работы» кнопками ↓ (↑) переместить курсор на пункт «Настройки» и нажать кнопку **ВВОД**.

1.4.5.4 Режим «Градуировка». В режиме градуировка проводится выбор и настройка градуировочной зависимости пользователя для измерения плотности асфальтобетона на глубину до 25 мм и на глубину до 150 мм.

Для перевода плотномера в режим «Градуировка» необходимо из экрана «Режим работы» кнопками ↓ (↑) переместить курсор на пункт «Градуировка» и нажать кнопку **ВВОД**.

1.4.5.5 Режим «Контакты». При выборе данного режима выводится контактная информация предприятия-изготовителя. Для просмотра этих данных необходимо из экрана «Режим работы» кнопками ↓ (↑) установить указатель курсора напротив пункта «Контакты» и нажать кнопку **ВВОД**. Дисплей плотномера примет вид, например:



Выход плотномера из режима «**Контакты**» в экран «**Режим работы**» происходит при нажатии кнопки **РЕЖИМ**.

1.4.5.6 Режим «Связь с ПК». При подключении плотномера к компьютеру через USB порт плотномер автоматически переходит в режим связи с ПК. Для выхода из данного режима достаточно отключить плотномер от компьютера.

1.4.5.7 Режим «Обновление СФ». Для входа в режим обновления сервисных функций плотномера необходимо установить кабель USB в компьютер и удерживая кнопку **ПОДСВЕТКА ДИСПЛЕЯ** (☀) вставить кабель в USB разъем плотномера. Для выхода из режима «Обновление СФ» кратковременно нажать кнопку «Вкл.» и отключить кабель.

1.4.5.8 Контроль заряда аккумуляторных батарей. В правом нижнем углу дисплея плотномера расположена пиктограмма отображающая заряд батарей:



Отображаемый заряд батареи предназначен для оценки реального заряда батареи. Показания заряда зависят также и от температуры.

При полностью разряженной батарее на дисплее плотномера появляется сообщение:



Дальнейшая работа с плотномером будет невозможна, время полной зарядки аккумуляторной батареи – 4 часа.

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Маркировка

На передней панели электронного блока нанесены:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение плотномера.

На задней панели электронного блока, на табличке нанесены:

- товарный знак предприятия изготовителя;
- условное обозначение плотномера;
- знак утверждения типа;
- заводской номер, месяц и год изготовления.

Управляющие элементы маркированы в соответствии с их назначением.

1.5.2 Пломбирование

Плотномер пломбируется при положительных результатах проверки/калибровки посредством нанесения клейма на пластичный материал. Место пломбирования – углубление для винта расположенное с правой стороны на крышке электронного блока. Сохранность пломб в процессе эксплуатации является обязательным условием принятия рекламаций в случае отказа плотномера.

1.6 Упаковка

1.6.1 Для обеспечения сохранности плотномера и комплекта принадлежностей при транспортировании применяется укладочный кейс со средствами амортизации из воздушно-пузырчатой пленки, категория упаковки КУ-1 по ГОСТ 23170. Эксплуатационная документация упакована в пакет, изготовленный из полиэтиленовой пленки. Маркировка упаковки производится в соответствии с ГОСТ 14192.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

Для обеспечения достоверности результатов измерений необходимо перед проведением измерений удалить влагу с поверхности датчика и поверхности асфальтобетона. При излишке влаги достоверность результатов измерений плотности снижается. При индикации плотномером влаги близкой к 90 % измеренное значение плотности будет существенно отличаться от действительного.

Запрещается проводить измерения в местах, где на поверхности покрытия имеются чрезмерные скопления влаги (лужи).

При работе с горячим асфальтом (температура поверхности выше 50 °С) не допускать сильного нагрева датчика. Устанавливать плотномер на горячий асфальт следует только на время проведения измерений.

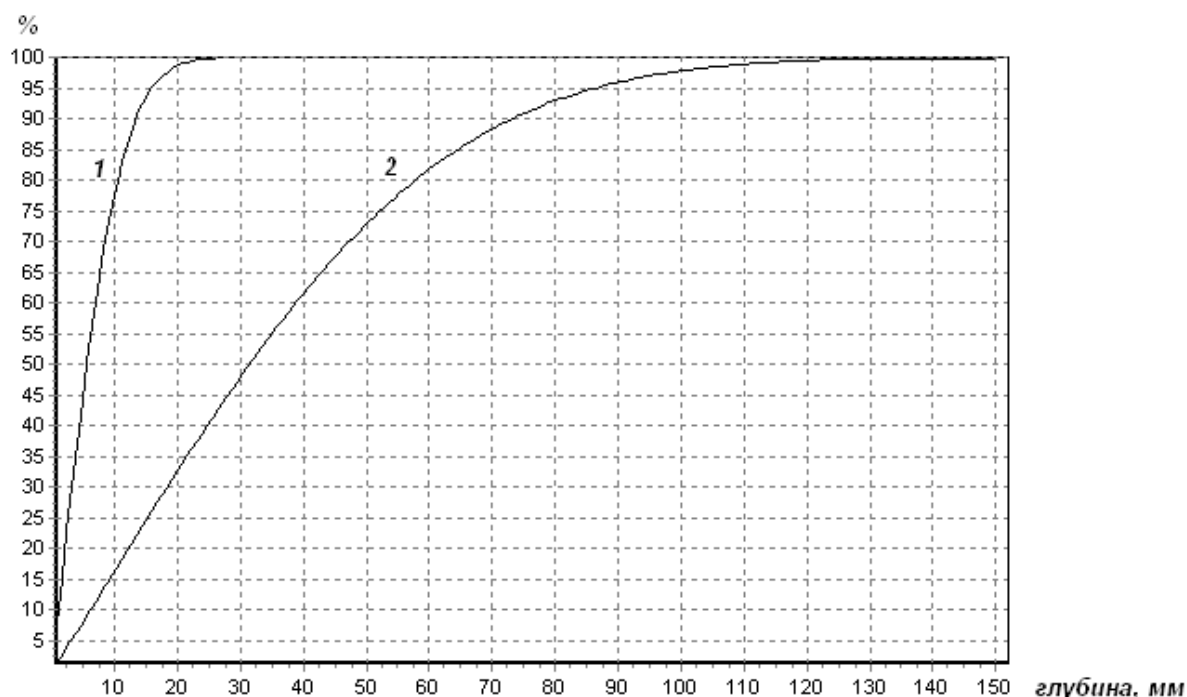


Рисунок 3 – Вклад толщины покрытия в измеряемую величину при различной глубине зондирования, при условии, что материал покрытия однороден
1 – глубина зондирования до 25 мм;
2 – глубина зондирования до 150 мм.

2.2 Подготовка плотномера к работе

2.2.1 Перед началом работы следует внимательно изучить руководство по эксплуатации.

2.2.2 После транспортировки плотномера в условиях отрицательных температур распаковка должна проводиться после выдержки при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ не менее 2 часов.

2.2.3 Перед первым использованием плотномера полностью зарядить аккумуляторные батареи.

Для заряда аккумуляторных батарей подключите кабель зарядного устройства к разъему плотномера, затем включите зарядное устройство в сеть переменного тока 220 В.

Время заряда полностью разряженных аккумуляторных батарей 4 часа.

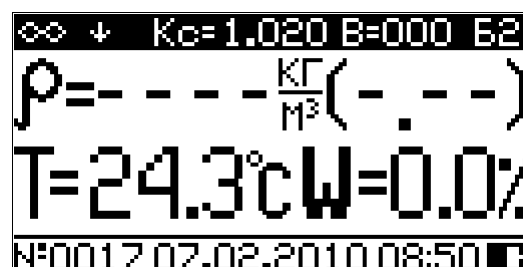
После заряда аккумуляторных батарей отключите зарядное устройство от сети, затем отсоедините кабель зарядного устройства от плотномера.

Плотномер предназначен для работы только с аккумуляторными батареями. Заряжать аккумуляторные батареи разрешается только зарядным устройством, входящим в комплект плотномера. Зарядка аккумуляторов другими способами может привести к повреждению плотномера.

2.3 Использование плотномера

2.3.1 Порядок работы в режиме «Измерение ρ »

2.3.1.1 Включить питание однократным нажатием кнопки ВКЛ, при этом на дисплее кратковременно высветится тип плотномера, затем дисплей плотномера примет вид, например:



Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

Условно дисплей плотномера разбит на три поля (рис.4):

- верхнее поле (инверсное) - параметры измерений;
- среднее поле (две строки) – поле результатов измерений;
- нижнее поле – строка статуса.

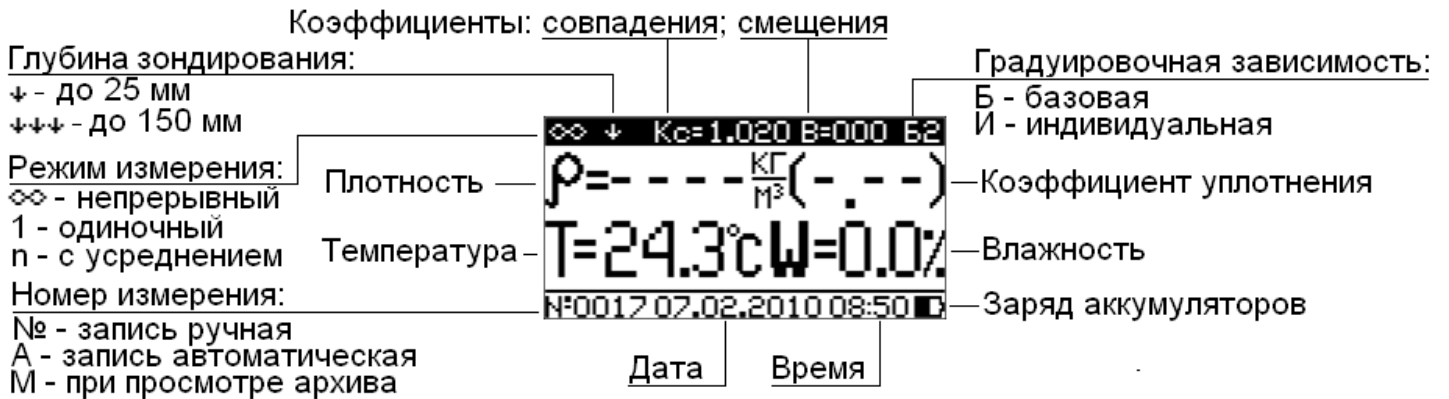


Рисунок 4 – Вид дисплея плотномера в процессе измерений

2.3.1.2 В верхнем поле дисплея в инверсном виде изображены параметры, используемые при проведении измерений:

- режим измерений («∞» - непрерывный, «1» - одиночный, «n» - измерение с усреднением);
- глубина зондирования («↓» - глубина зондирования до 25 мм, «↓↓↓» - глубина зондирования до 150 мм);
- коэффициент совпадения (Кс);
- коэффициент смещения (В);
- градуировочная зависимость («Б» - базовая; «И» - индивидуальная);
- номер градуировочной зависимости (от 1 до 9).

2.3.1.3 В поле результатов измерений выводятся:

- в верхней строке плотность асфальтобетона, в скобках – коэффициент уплотнения;
- в нижней строке температура и значение влаги с поверхности асфальта.

2.3.1.4 В строке статуса выводятся:

- номер измерения (№ - при ручной записи результатов измерения, А – при автоматической записи результатов измерений, М – при просмотре архива);

- дата и время измерений;
- пиктограмма заряда аккумуляторных батарей.

2.3.1.5 Перед проведением измерений необходимо установить следующие параметры измерений: глубину зондирования; максимально допустимую плотность асфальтобетона; тип градуировочной зависимости (базовая или индивидуальная), коэффициент совпадения; коэффициент смещения.

Выбор глубины зондирования:

Плотномер имеет функцию переключения глубины зондирования до 25 мм и до 150 мм.

При установке глубины зондирования до 25 мм плотномер проводит измерения поверхностных слоев асфальтобетона, при этом существенное влияние на результат измерений оказывает ровность покрытия, стабильность материала по плотности.

При установке глубины зондирования до 150 мм плотномер проводит измерения поверхностных и нижележащих слоев асфальтобетона.

При контроле плотности и равномерности уплотнения асфальтобетонных покрытий наиболее предпочтительно выбирать глубину зондирования до 150 мм, так как она совпадает с глубиной контроля арбитражными методами (высотой кернов или вырубок асфальтобетона).

При использовании базовой градуировки «Б1» необходимо выбрать глубину зондирования до 150 мм.

Выбор максимально допустимой плотности асфальтобетона (МДП)

Устанавливают значение МДП, приведенное в паспорте на асфальтобетонную смесь, либо полученное арбитражным методом в аккредитованной лаборатории.

Выбор типа градуировочной зависимости

Базовая градуировка «Б1» применяется для измерений плотности асфальтобетонов типов А и Б (по ГОСТ 9128). Относительная погреш-

ность измерений плотности на этой градуировке составляет $\pm 2,5$ %.

Индивидуальная градуировка применяется:

- для измерений плотности других, менее распространенных типов (типов В, Г, Д);
- для повышения точности измерений плотности конкретного асфальтобетона.

Относительная погрешность измерений плотности на этой градуировке составляет $\pm 1,5$ %.

Индивидуальную градуировку пользователь вносит в прибор самостоятельно в соответствии с п. 2.3.4 и Приложением А только при наличии результатов параллельных измерений плотности кернов или вырубок асфальтобетона в лаборатории (арбитражным методом) и плотномером.

Индивидуальная градуировка применяется только для конкретного асфальтобетона, по результатам измерений плотности которого она построена.

При использовании индивидуальной градуировки следует обращать внимание на то, чтобы глубина зондирования, установленная на приборе, совпадала с глубиной зондирования, для которой построена данная индивидуальная градуировка.

Установление коэффициентов совпадения и смещения

При измерениях плотности асфальтобетонов типов А и Б (по ГОСТ 9128) на базовой градуировке «Б1» коэффициенты совпадения и смещения вводить не нужно.

Данные коэффициенты необходимо вводить в целях корректировки базовой или индивидуальной градуировки, при наличии результатов параллельных измерений плотности кернов или вырубок асфальтобетона в лаборатории (арбитражным методом) и плотномером.

Рекомендации по корректировке плотномера с использованием базовой или индивидуальной градуировочной зависимости приведены в Приложении 2.

Параметры измерений можно изменить, нажав кнопку (\rightarrow). Дисплей плотномера примет вид, например:

```
Параметры измерения
▶ Глубина: 020 мм
МДП: 2700 кг/м³
Кс=1.020   В=000
Б2: АСФБТ2
№: 0019 07.02.2010 09:14
```

Кнопками ↓ (↑) переместить курсор на требуемый параметр измерения и нажать **ВВОД**. Кнопками ↓ (↑) и ← (→) установить значения параметра и нажать **ВВОД** для подтверждения. Для выхода из режима «Параметры измерения» нажать кнопку **РЕЖИМ** или (→).

Описание вводимых параметров:

Глубина – глубина зондирования (от 0 до 150 мм) асфальтобетонного покрытия при измерении плотности или коэффициента уплотнения. При вводе глубины зондирования до 25 мм измерение плотности производится только поверхностных слоев асфальтобетона.

МДП – максимально допустимая плотность асфальтобетона (кг/м³). Вводится максимальная плотность асфальтобетона данного типа. Если МДП указана производителем асфальтобетонной смеси в документации на смесь, то в плотномер вводится указанное значение. МДП можно также установить по результатам лабораторных измерений или по максимальной плотности уложенной и укатанной асфальтобетонной смеси.

Кс – коэффициент совпадения, применяется для коррекции результатов измерения. Коэффициент Кс изменяет крутизну градуировочной зависимости. Коэффициент совпадения вычисляется по формуле:

$$K_c = \frac{\rho_d}{\rho_u}$$

где ρ_d – действительное значение плотности асфальтобетона (определенное стандартизованным методом);

ρ_u – плотность асфальтобетона по показаниям плотномера.

В – коэффициент смещения, применяется для коррекции результатов измерения. Коэффициент В смещает градуировочную ха-

рактеристику. При применении поправочных коэффициентов совпадения и смещения, действительное значение плотности асфальтобетона вычисляется по формуле:

$$\rho_o = K_c \cdot \rho_u + B$$

Более подробная информация по быстрой калибровке плотнoмера в полевых условиях приведена в Приложении 1.

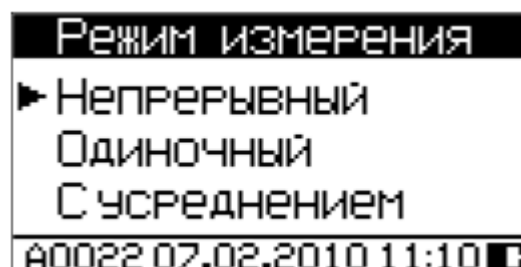
Градуировочная характеристика В плотномере имеется 2 базовых и 9 индивидуальных градуировочных зависимостей. Базовые градуировочные зависимости получены на основе измерений различных типов асфальтобетонных смесей и вносятся в плотномер на предприятии изготовителя. Индивидуальные градуировочные зависимости получают на основе базовых с применением коэффициентов совпадения. Подробно об установлении градуировочных зависимостей см. п. 2.3.4.

2.3.1.6 *Проведение измерений*

Установить плотномер на ровную сухую без видимых загрязнений поверхность асфальта. На поверхности асфальта не должно быть выступов и вмятин. Плотномер на поверхности асфальта должен стоять устойчиво без покачиваний и плотно прилегать к контролируемой поверхности.

При измерении плотности асфальтобетона при глубине зондирования до 25 мм следует обращать особое внимание на качество прилегания датчика плотнoмера к поверхности, т.к. пустоты, возникающие при контакте датчика с неровной поверхностью, будут восприняты плотномером как уменьшение плотности.

Нажать кнопку (←) дисплей примет вид, например:



Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

При помощи кнопок \uparrow (\downarrow) установить курсор на требуемый режим измерения и нажать кнопку (\leftarrow) или кнопку **РЕЖИМ**.

2.3.1.6.1 *Непрерывный режим измерений* применяется для оперативного измерения плотности в целях контроля качества. В непрерывном режиме измерений дисплей примет вид, например:

∞ $\downarrow\downarrow\downarrow$ Kc=1.023 B=000 B2
 $\rho = 2083 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} (0.77)$
T=24.2°C W=0.0%
N°0017 07.02.2010 11:56

Результаты измерений могут быть сохранены в архиве, для чего необходимо нажать кнопку **ВВОД**.

2.3.1.6.2 *Одиночный режим измерений* применяется для повышения точности измерений.

В одиночном режиме измерения дисплей имеет вид, например:

1 $\downarrow\downarrow\downarrow$ Kc=1.023 B=000 B2
 $\rho = \text{---} \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} (\text{---})$
T=---.---°C W=---.---%
A0022 07.02.2010 11:29

Нажать кнопку \downarrow , плотномер подаст звуковой сигнал, и дисплей примет вид, например:

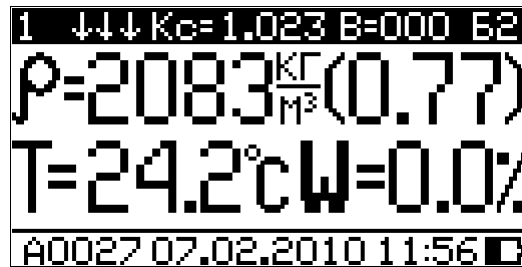
1 $\downarrow\downarrow\downarrow$ Kc=1.023 B=000 B2
 $\rho = 1533 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} (0.57)$
[Progress bar] 1
A0024 07.02.2010 11:37

В нижней строке дисплея появится движущая слева направо полоска, а справа от полоски, в прямоугольнике, – время в секундах до окончания измерения.

Во время индикации полоски, оператору необходимо отойти от плотномера на расстояние 1 метр. Настройка длительности измере-

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

ний проводится в режиме «Настройки» (см. п. 2.3.2.2). После окончания измерений подается звуковой сигнал, и дисплей плотногомера примет вид, например:



В верхнем левом углу дисплея выводится пиктограмма одиночного измерения (1). Подробно о настройках режимов архивирования описано в п. 2.3.2.4.

2.3.1.6.3 *Режим измерения с усреднением* предназначен для измерения среднего значения плотности асфальтобетона по пяти точкам на одном участке измерения. Для проведения измерений с усреднением выберите ровный участок покрытия. Рекомендуемая схема расположения плотногомера при проведении измерений приведена на рисунке 5.

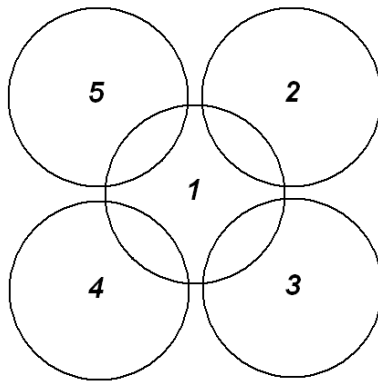
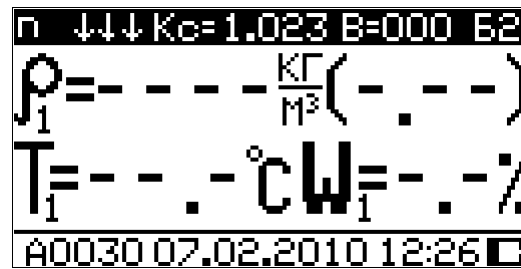


Рисунок 5 – Схема расположения плотногомера при проведении измерений с усреднением.

При выборе данного режима измерений дисплей плотногомера примет вид, например:

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4



В левом верхнем углу дисплея отображается пиктограмма режима измерения с усреднением (n). Единичным результатам измерений присваивается индекс от 1 до 5. Проведение измерений аналогично проведению одиночных измерений (п. 2.3.1.5.2).

При проведении первого измерения дисплей плотномера примет вид:



В случае необходимости повторения измерений в данной точке необходимо подождать 15 секунд пока с дисплея плотномера не исчезнут результаты измерений. Для проведения следующих измерений необходимо за время менее 15 секунд переместить плотномер в следующую точку и нажать кнопку ↓, дисплей плотномера примет вид, например:



Индекс измеряемых величин увеличится на единицу.

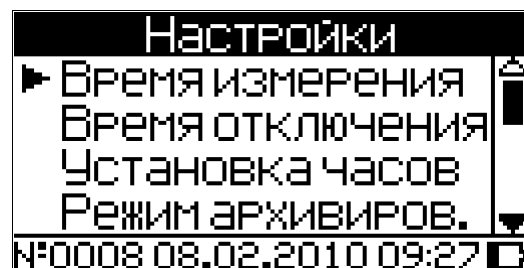
Аналогичным образом проводятся все пять единичных измерений. После проведения пяти измерений происходит усреднение измеряемых величин, и дисплей плотномера примет вид, например:



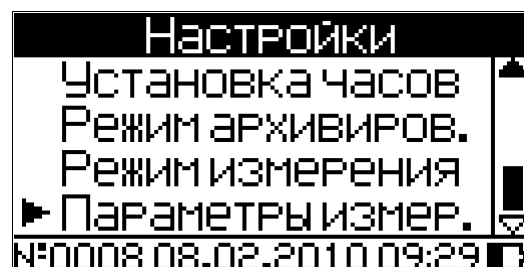
Если включен автоматический режим архивирования, то результаты измерений автоматически сохраняется после окончания измерений. Для сохранения результатов в ручном режиме архивирования нажать кнопку **ВВОД**.

2.3.2 Порядок работы в режиме «Настройки»

2.3.2.1 Перевести плотномер в режим «Настройки» в соответствии с п. 1.4.5.3. Дисплей плотномера примет вид:



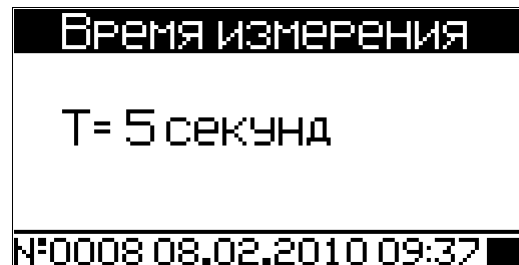
Меню настроек плотномера состоит из трех страниц. Выбор режима настроек производится при перемещении курсора с помощью кнопок ↑ (↓). Переход на следующую страницу происходит при перемещении курсора за пределы экрана (вверх или вниз):



Справа на дисплее плотномера изображен указатель, при по-

мощи которого можно определить на какой странице в данный момент находится пользователь. Для подтверждения выбора режима настроек нажмите **ВВОД**.

2.3.2.2 *Время измерений.* В процессе измерений нахождение пользователя рядом с плотномером может привести к дополнительной погрешности измерений. В пункте настроек «Время измерения» устанавливается время в диапазоне от 1 до 9 секунд, в течение которого оператор должен отойти от плотномера на расстояние не менее одного метра (режим одиночного измерения и режим измерений с усреднением). При выборе данного пункта настроек дисплей плотномера примет вид, например:

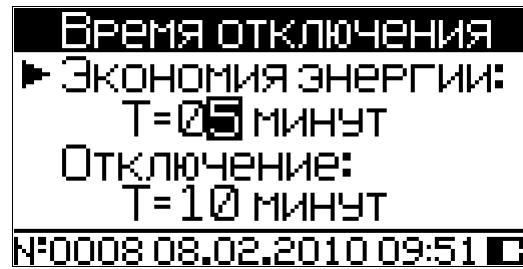


Для изменения длительности времени измерений нажать кнопку **ВВОД**, кнопками \uparrow (\downarrow) установить требуемое время измерений и нажать **ВВОД** для подтверждения. Для отмены введенного значения нажать кнопку **РЕЖИМ**.

2.3.2.3 *Время отключения.* Для экономного расходования заряда аккумуляторной батареи в плотномере имеется режим пониженного энергопотребления (отключается излучатель датчика, на дисплее плотномера появляется меню «Режим работы») и режим самоотключения. Режим пониженного энергопотребления и режим самоотключения наступают по истечении определенного времени.

Режим пониженного энергопотребления автоматически включается по истечении времени указанном в пункте «Экономия энергии», а отключение плотномера по истечении времени указанном в пункте «Отключение» при условии, что в течение данного времени измерения не проводились и кнопки плотномера не нажимались.

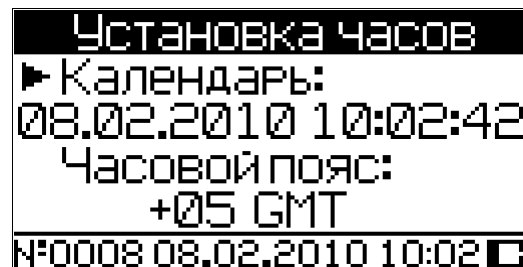
При выборе пункта настроек «Время отключения» дисплей плотномера примет вид, например:



При помощи кнопок \uparrow (\downarrow) установить курсор на требуемый пункт меню и нажать **ВВОД**. Для изменения длительности временного интервала нажать кнопку **ВВОД**, кнопками \uparrow (\downarrow) установить требуемое время и нажать **ВВОД** для подтверждения. Для отмены введенного значения нажать кнопку **РЕЖИМ**. Временные интервалы можно изменять в следующих диапазонах:

- отключение от 2 до 59 минут;
- экономия энергии от 1 до 58 минут (время «экономия энергии» всегда меньше времени «отключение», минимальная разница между временем «отключение» и временем «экономия энергии» одна минута).

2.3.2.4 Установка часов. В данном режиме настроек устанавливается дата, текущее время и часовой пояс. При выборе пункта настроек «Установка часов» дисплей плотномера примет вид, например:

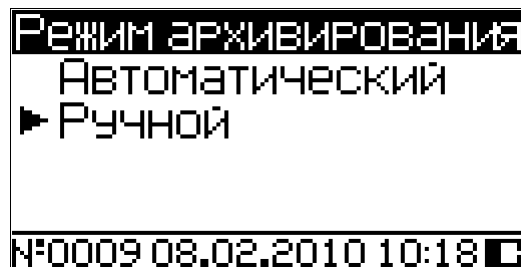


При необходимости изменения даты нажать **ВВОД**. Далее, по миганию активного параметра, при помощи кнопок \downarrow (\uparrow) установить число, месяц, год, часы, минуты и секунды для перехода между изменяемыми параметрами использовать кнопку **ВВОД**.

Аналогичным образом производится изменение и часового пояса.

Установленные дата и время сохраняются в программном устройстве плотномера не менее трех лет, после чего батарея CR-2032 должна быть заменена в условиях предприятия изготовителя.

2.3.2.5 Режим архивирования. В одиночном режиме измерения и в режиме измерения с усреднением запись результатов измерений в архив можно проводить в ручном режиме, после нажатия кнопки **ВВОД**, или в автоматическом режиме (после окончания измерения кнопка **ВВОД** не нажимается). При выборе пункта настроек «Режим архивирования» дисплей плотномера примет вид, например:



При помощи кнопок \downarrow (\uparrow) переместить курсор на требуемый режим записи результатов измерения в архив. Для подтверждения выбора нажать **ВВОД**. Для выхода из данного пункта настроек нажать **РЕЖИМ**.

2.3.2.6 Режим измерений. В данном пункте настроек производятся действия аналогичные п. 2.3.1.5.

2.3.2.7 Параметры измерения. В данном пункте настроек производятся действия аналогичные п. 2.3.1.6.

2.3.3 Порядок работы в режиме «Архив»

2.3.3.1 Перевести плотномер в режим «Архив» в соответствии с п. 1.4.5.2.

На дисплее высвечивается последний, сохраненный результат измерений, например:



Для просмотра содержимого Архива необходимо нажать кнопки \downarrow (\uparrow).

2.3.3.2 Нажатием кратковременно кнопки **ВВОД** на дисплей

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

плотномера можно вывести информацию о параметрах измерений, например:

```
∞ ↓ Kc=1.020 B=000 B2
ГЛУБИНА: 025 мм
МДП: 2700 КГ/М³
Kc=1.020 B=000
B2: АСФБТ2
M0007 07.02.2010 21:57
```

2.3.3.3 Если в ячейке архива сохранен результат измерений с усреднением, то на дисплее плотномера выводится среднее значение плотности и коэффициента уплотнения, например:

```
п ↓ Kc=1.023 B=000 B2
ρCP=2 106 КГ/М³ (0.78)
TCP - - °C WCP - - %
M0006 07.02.2010 21:57
```

После нажатия кнопки **ВВОД** на дисплее плотномера выводятся параметры измерений. При повторном нажатии кнопки **ВВОД** на дисплей плотномера выводятся все промежуточные значения измеренной плотности, например:

```
1. ρ=1594 КГ/М³ (0.59)
2. ρ=1702 КГ/М³ (0.63)
3. ρ=1779 КГ/М³ (0.66)
4. ρ=3669 КГ/М³ (1.36)
5. ρ=1788 КГ/М³ (0.66)
M0006 07.02.2010 21:57
```

При следующем кратковременном нажатии кнопки «**ВВОД**» на дисплее выводятся все промежуточные значения температуры и влажности, например:

```
1. T=24.5°C W=19.5%
2. T=24.5°C W=18.6%
3. T=24.5°C W=00.0%
4. T=24.5°C W=00.0%
5. T=24.5°C W=00.0%
M0006 07.02.2010 21:57
```

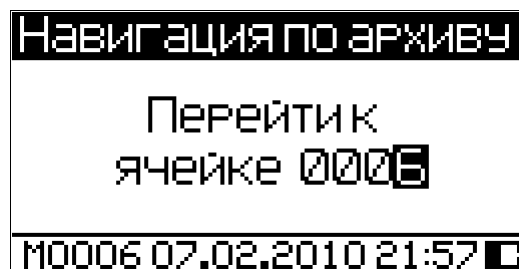
Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

При дальнейших кратковременных нажатиях кнопки «ВВОД» на дисплее повторно выводятся: среднее значение плотности; параметры измерений; промежуточные значения плотности и коэффициента уплотнения; промежуточные значения температуры и влажности и т.д.

2.3.3.4 Если в архиве нет записей, то дисплей плотномера приобретает вид:

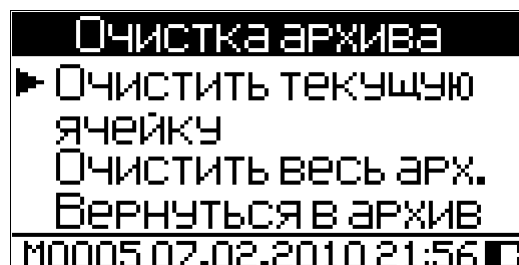


2.3.3.5 При необходимости быстрой навигации по архиву необходимо нажать кнопку (→):



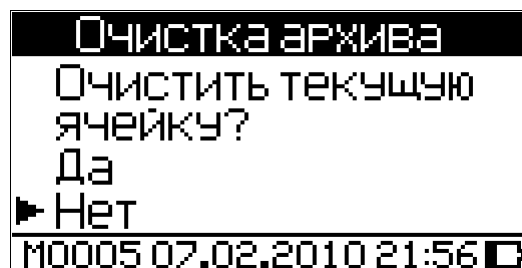
Далее используя кнопки ↓ (↑) и ← (→) ввести номер ячейки и нажать «ВВОД». Содержимое ячейки архива с введенным номером отобразится на дисплее плотномера.

2.3.3.6 Для очистки архива необходимо нажать кнопку (←). Дисплей плотномера примет вид:



При помощи кнопок ↓ (↑) переместить курсор на требуемую строку и нажать **ВВОД**.

При удалении ячейки архива или при очистке всего архива на дисплей плотномера выводится сообщение:



При помощи кнопок ↓ (↑) подтвердить или отменить действие по очистке архива и нажать **ВВОД**.

2.3.3.7 Для возврата к экрану «**Режим работы**» нажать кнопку **РЕЖИМ**.

2.3.4 *Порядок работы в режиме «Градуировка»*

Настройка градуировочной зависимости проводится с целью обеспечения точности и повторяемости результатов измерений. Она проводится отдельно для каждого асфальтового покрытия на различную глубину зондирования (25 мм и 150 мм).

В данном режиме производится запись в программное устройство плотномера характеристик индивидуальных градуировочных зависимостей, установленных пользователем по результатам параллельных измерений плотности кернов или образцов асфальтобетона в лаборатории и плотномером.

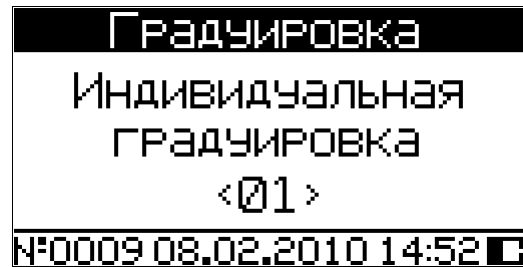
В плотномере предусмотрена возможность записи 9 индивидуальных градуировочных зависимостей (1 ... 9). При поставке плотномера в каждую из 9 ячеек введена базовая зависимость, в связи с чем занесение индивидуальных градуировочных зависимостей заключается в корректировке базовой путем ввода значений $\rho_{\text{ф}}$, $K_{\text{Ср}}$ и $S_{\text{Тр}}$ (см. приложение 2).

Примечание - Среднее квадратическое отклонение установленной градуировочной зависимости $S_{\text{Тр}}$ может не вводиться, если пользователь в дальнейшем, после передачи результатов измерений из Архива в ПК, не намерен проводить вычисление среднего квадратического отклонения плотности асфальтобетона в партии $S_{\text{м}}$.

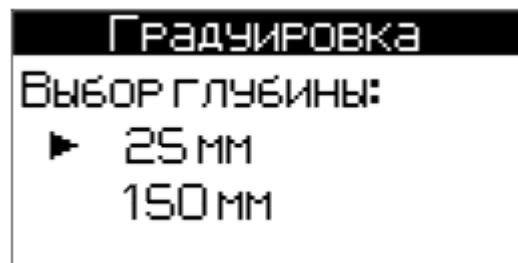
2.3.4.1 Установить курсор при помощи кнопок ↓ (↑) на пункт

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

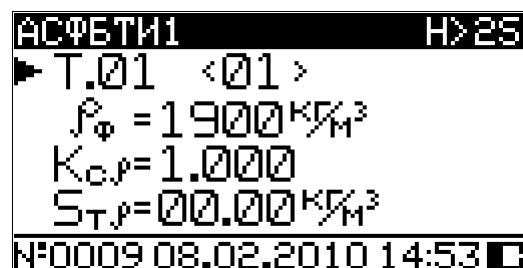
«Градуировка» и нажать **ВВОД**. Дисплей плотномера примет следующий вид:



Кнопками \downarrow (\uparrow) установить требуемый номер индивидуальной градуировочной зависимости (от 1 до 9), например $\langle 01 \rangle$, и нажать кнопку **ВВОД**. Дисплей плотномера примет следующий вид:



Так как плотность асфальтобетона измеряется в двух диапазонах зондирования глубины, то необходимо выбрать какой диапазон необходимо откорректировать. Установить курсор кнопками \downarrow (\uparrow) на требуемую глубину зондирования и нажать **ВВОД**. Дисплей плотномера примет вид, например:



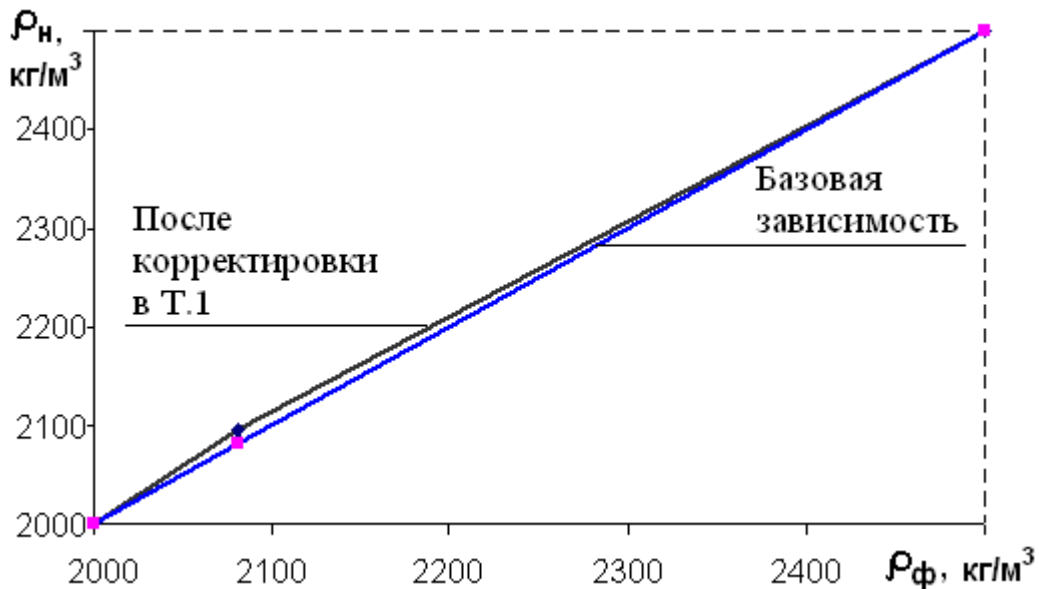
В верхней части дисплея инверсно отображается название асфальтобетона, в данном случае АСФБТИ1, а также глубина зондирования $H > 25$.

Установить курсор кнопками \downarrow (\uparrow) на поле ρ_{ϕ} и нажать **ВВОД**. По миганию поля ρ_{ϕ} ввести его значение, например 2090 кг/м^3 и зафиксировать кнопкой **ВВОД**. Производя аналогичные действия установить коэффициент совпадения $K_{\text{ср}}$ и $S_{\text{тр}}$.

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

Примечание - Значения плотности в точках градуировочной зависимости должны располагаться в порядке возрастания.

Корректировка базовой зависимости в точке 1 завершена. Новая градуировочная зависимость имеет вид:



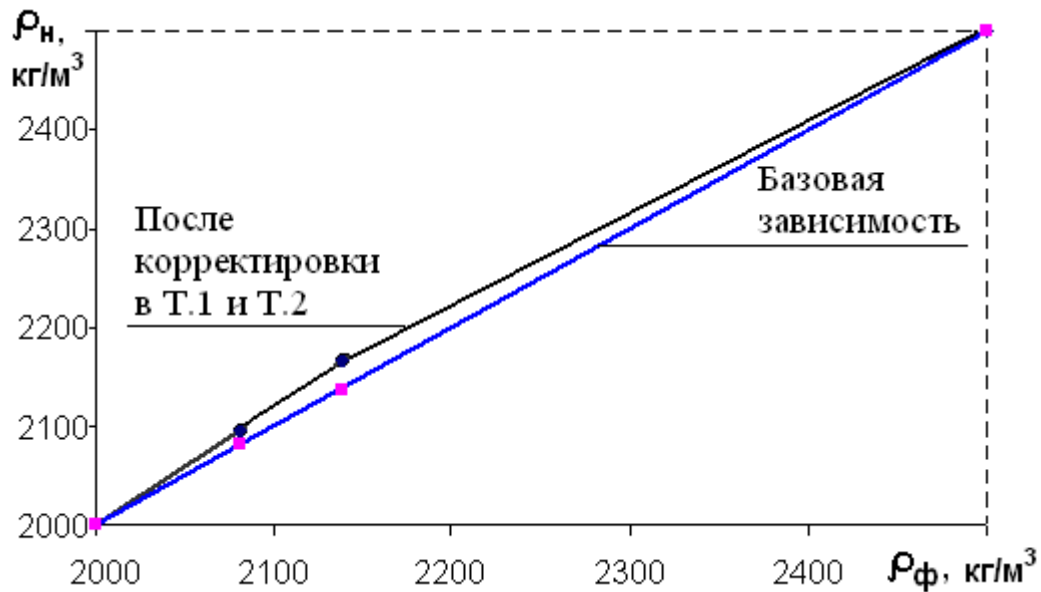
где $\rho_{\text{н}}$ — средняя плотность асфальтобетона по показаниям плотномера, кг/м^3 ;

$\rho_{\text{ф}}$ — средняя плотность асфальтобетона по результатам измерений плотности образцов или кернов стандартизованным методом, кг/м^3 .

2.3.4.2 Для выполнения корректировки в точке 2 необходимо кнопками \downarrow (\uparrow) установить курсор на поле (Т.01), кнопкой **ВВОД** возбудить его мигание и кнопками \downarrow (\uparrow) установить новое значение (Т.02) и зафиксировать кнопкой **ВВОД**. Аналогично выполнить ввод значений $\rho_{\text{ф}}$ и $K_{\text{ср}}$ для точки 2.

Откорректированная в точках 1 и 2 зависимость примет вид:

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4



2.3.4.3 Плотномер позволяет провести корректировку базовой зависимости при количестве точек корректировки от 1 до 9 в диапазоне 1500...3500 кг/м³.

Возврат в меню «**Настройки**» происходит при нажатии кнопки «**Режим**».

Для удобства пользователя с плотномером поставляется программа ввода градуировочной зависимости с ПК.

Программа позволяет:

- автоматически вычислять и вводить в плотномер коэффициенты совпадения;
- вводить название асфальтобетонной смеси (до 14 символов);
- вывести график полученной зависимости.

Подробное описание работы с программой градуировки находится в файле справки.

2.3.5 Порядок работы в режиме «Связь с ПК»

2.3.5.1 Системные требования к ПК

Для работы программы необходима система, удовлетворяющая следующим требованиям:

- операционная система Windows 2000, ME, XP, 7, 8, 8.1 Microsoft Corp;
- один свободный USB-порт.

2.3.5.2 Для передачи данных используется стандартный USB-порт. Для подключения необходим свободный USB-порт. Подсоединить кабель, поставляемый в комплекте с плотномером, к компьютеру, второй конец подсоединить к включенному плотномеру. При подключении плотномера к компьютеру через USB порт плотномер автоматически переходит в режим связи с ПК.

2.3.5.3 Назначение, установка и возможности программы

2.3.5.3.1 Назначение программы

Программа для передачи данных предназначена для работы совместно с плотномером асфальтобетона ПА-МГ4 ООО «СКБ Стройприбор». Программа позволяет передавать данные, записанные в архив плотномера, на компьютер.

2.3.5.3.2 Установка программы

Для установки программы необходимо выполнить следующие действия:

- подсоединить носитель информации с программным обеспечением (USB-флеш-накопитель), поставляемый с прибором, к ПК;
- открыть папку «Programs» на прилагаемом носителе;
- найти и открыть папку с названием плотномера (ПА-МГ4);
- начать установку, запустив файл Install.exe.

После загрузки нажать кнопку «Извлечь». По завершению установки программа будет доступна в меню «Пуск» – «Программы» – «Стройприбор» – «ПА-МГ4».

2.3.5.3.3 Возможности программы:

- просмотр данных и занесение служебной информации в поле «Примечание» для каждого измерения;
- распечатка отчетов;
- экспорт отчетов в Excel;
- экспорт данных в Surfer.

2.3.5.3.4 Настройка USB-соединения

Для настройки USB-соединения необходимо подключить плотномер к компьютеру через USB-порт. Установить драйвер USB, который поставляется вместе с программой связи.

Автоматическая установка драйвера:

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

После того как ОС Windows обнаружила новое устройство, в мастере установки драйверов (см. рис 5), необходимо указать папку с USB драйвером (X:/Programs/ USB driver/) и нажать кнопку «Далее» (см. рис 6).

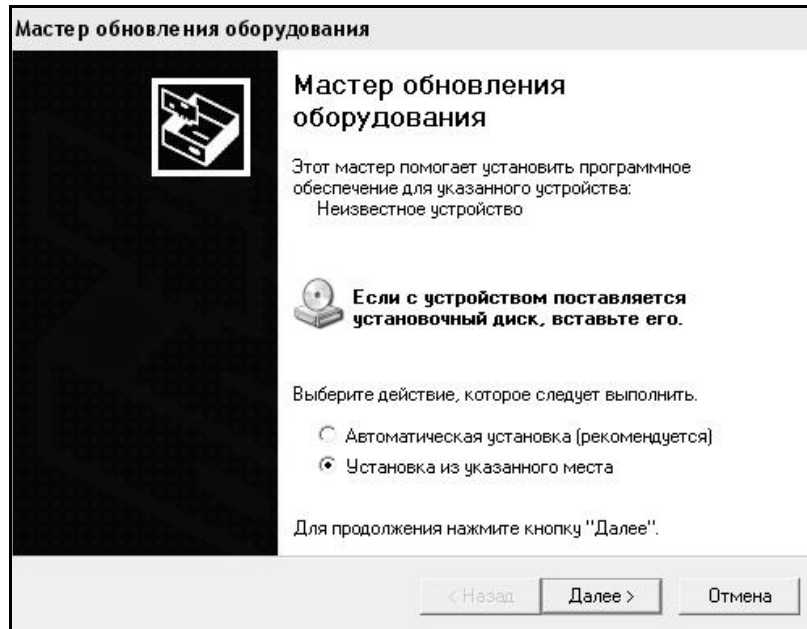


Рисунок 6 - Окно мастера обновления оборудования

Ручная установка USB драйвера:

- подсоединить USB-флеш-накопитель с программным обеспечением к ПК;
- открыть папку «Programs» на накопителе;
- найти и открыть папку «USB driver»;
- нажать правой клавишей мыши на файле FTDIBUS.INF в выпадающем меню выбрать пункт «Установить» (см. рис 7);
- нажать правой клавишей мыши на файле FTDIPOINT.INF в выпадающем меню выбирать пункт «Установить»;
- перезагрузить ОС Windows.

2.3.5.4 Прием данных с плотномера

- 2.3.5.4.1 Включить компьютер и запустить программу «Пуск» – «Программы» – «Стройприбор» – «ПА-МГ4».

2.3.5.4.2 Подключить плотномер к ПК согласно п. 2.3.5.2.

- 2.3.5.4.3 В меню «Данные» выбрать пункт «Считать архив». На экране отобразится процесс передачи данных с плотномера на ком-

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

ПЬЮТЕР.

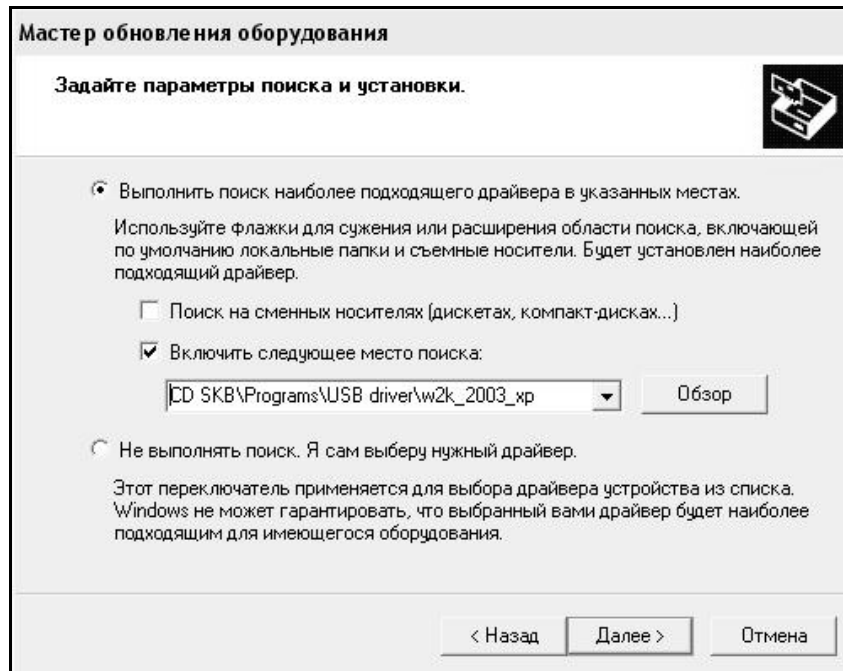


Рисунок 7 - Окно выбора драйвера для установки

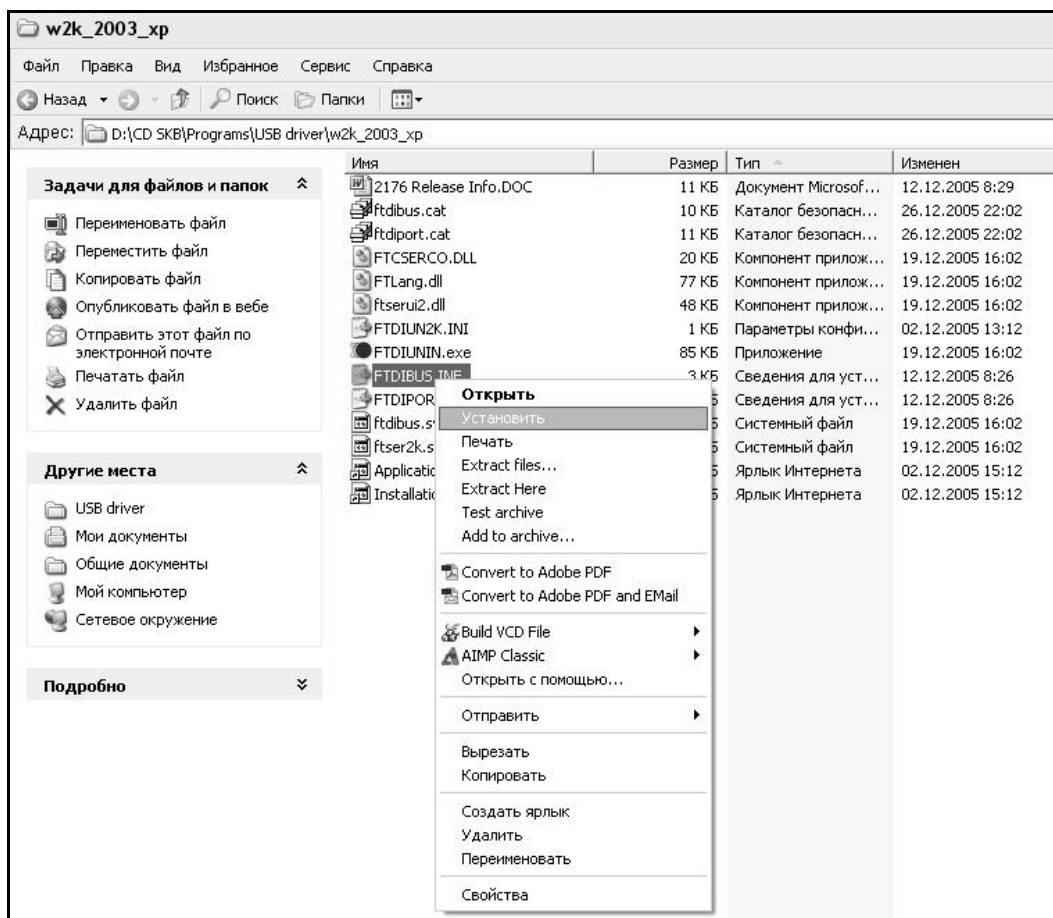


Рисунок 8 - Окно ручной установки драйвера

После передачи на экране данные будут отображены в табличном виде. Теперь можно:

- удалить ненужные данные;
- добавить примечание;
- экспортировать в Excel;
- экспортировать в Surfer;
- распечатать отчет.

2.3.5.4.4 Подробное описание работы с программой находится в файле справки «Пуск» – «Программы» – «Стройприбор» – «Справка» – «Помощь – «ПА-МГ4».

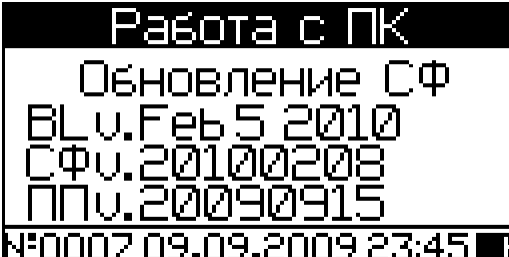
2.3.5.4.5 Если во время передачи данных произошел сбой, на экране ПК появляется сообщение: «Плотномер не обнаружен». Проверить правильность подключения плотномера согласно инструкции и убедиться, что плотномер находится в режиме связи с ПК. В этом случае необходимо проверить подключение плотномера, целостность кабеля и работоспособность USB-порта компьютера, к которому подключен плотномер, и повторить попытку приема данных.

2.3.5.5 Для выхода из режима отключить плотномер от компьютера.

2.3.6 Порядок работы в режиме «Обновление СФ»

Предприятием-изготовителем постоянно проводятся работы по улучшению сервисных функций и дополнительных возможностей плотномера. По заказу пользователей предприятие изготовитель может изменить сервисные функции плотномера.

Для того, чтобы обновить сервисные функции плотномера необходимо подключить его к ПК и войти в режим «Обновление СФ» в соответствии с п. 1.4.5.7. Дисплей плотномера примет вид, например:

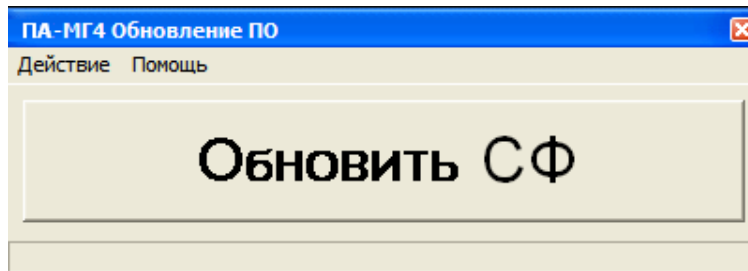


```
Работа с ПК
Обновление СФ
ВL v. Feb 5 2010
СФ v. 20100208
ПП v. 20090915
№0007 09.09.2009 23:45
```

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

В верхней строке дисплея (после надписи «Обновление СФ») указана версия загрузчика. Во второй строке – версия сервисных функций (СФ) плотномера. В третьей - версия печатной платы.

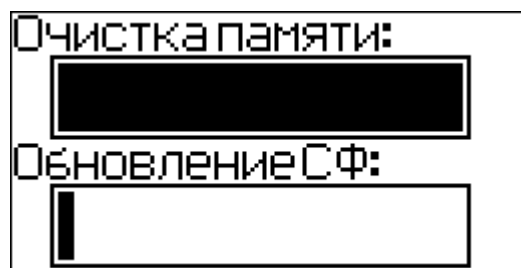
Запуск процесса загрузки обновленных СФ производится с помощью поставляемой предприятием изготовителем программы обновления. Необходимо скопировать в компьютер программу обновления и запустить ее. На экране компьютера появится окно:



Нажать кнопку «Обновить СФ», дисплей плотномера примет вид:



После очистки памяти производится загрузка обновленных СФ:



После окончания загрузки новых сервисных функций плотномер перейдет в режим связи с ПК.

Подробное описание работы с программой обновления СФ находится в файле справки.

Примечание - Обновление СФ плотномера следует проводить, если СФ, поставляемые с программой установки, имеют более позднюю версию. В момент обновления СФ не следует отключать кабель USB или выключать компьютер.

3 Техническое обслуживание

3.1 Меры безопасности

Плотномер изготовлен так, чтобы обеспечить максимальное удобство и безопасность в работе. В плотномере отсутствуют источники радиации. Для измерений используется слабое высокочастотное электромагнитное излучение.

Во избежание травм и выхода плотномера из строя пользователь должен соблюдать следующие меры безопасности:

3.1.1 К работе с плотномером допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электронными плотномерами для измерения плотности асфальтобетонных покрытий.

3.1.2 Отключать питание плотномера после окончания работы и при перевозке. Запрещается направлять датчик плотномера в режиме измерения на человека.

3.1.3 Во избежание поражения электрическим током запрещается проводить измерения при подключенном зарядном устройстве.

3.1.4 Запрещается подносить датчик плотномера в режиме измерения к металлическим предметам.

3.1.5 При калибровке или при передаче данных в ПК плотномер следует устанавливать датчиком вниз, на ровную шероховатую поверхность исключающую скольжение или падения плотномера.

3.1.6 Соблюдать правила переноски плотномера. Не ронять плотномер – это может привести к травмам. При переноске плотномера необходимо использовать футляр.

3.2 Порядок технического обслуживания плотномера

3.2.1 Техническое обслуживание плотномера включает:

- обслуживание после окончания работы с плотномером;
- профилактический осмотр;
- планово-профилактический и текущий ремонт, юстировку.

3.2.2 Плотномер необходимо содержать в чистоте. После окон-

чания работы с плотномером поверхность датчика очистить от влаги и загрязнений мягкой ветошью. Удалить растворителем, например керосином, с поверхности датчика остатки битума. Транспортировка плотномера допускается только в специальном футляре.

3.2.3 Периодичность профилактических осмотров устанавливается в зависимости от интенсивности эксплуатации плотномера, но не реже одного раза в год.

При профилактическом осмотре проверяется четкость работы клавиатуры, состояние поверхности датчика, состояние соединительных элементов, кабелей и лакокрасочного покрытия, а также проверка состояния аккумуляторов.

3.2.4 Планово-профилактический ремонт проводится после истечения гарантийного срока не реже одного раза в год. Ремонт включает в себя внешний осмотр, замену органов управления и соединительных элементов (при необходимости).

3.2.5 При текущем ремонте устраняют неисправности, обнаруженные при эксплуатации плотномера. После ремонта проводится поверка/калибровка плотномера.

Планово-профилактический ремонт, текущий ремонт и калибровка плотномера проводятся предприятием-изготовителем.

3.2.6 При необходимости замены аккумуляторных батарей:

- открутить крышку батарейного отсека;
- извлечь неисправный аккумулятор;
- протереть спиртом контакты батарейного отсека;
- установить новый аккумулятор в отсек, ориентируя отрицательный вывод наружу.

3.3 Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправность	Причина возникновения	Способ устранения
1) Электронный блок плотмера не включается.	а) Разряжены аккумуляторы. б) Наличие окисла на контактах подключения аккумуляторов.	а) Зарядить аккумуляторы или заменить их соблюдая полярность. б) Протереть ветошью смоченной в спирте контакты батарейного отсека.
2) Выводится сообщение «Дата и время могут быть неверными! Замените литиевую батарею!»	а) В результате мощной электромагнитной помехи или в результате удара по электронному блоку произошёл сбой часов плотмера. б) Литиевая батарея установленная в корпусе электронного блока разряжена.	а) Установите дату и время и продолжайте работу. б) Отправьте плотномер в сервисный центр для замены литиевой батареи.
3) На всех градуировочных зависимостях Б1 ... Б8, и И1 ... И9 значения плотности по показаниям плотмера существенно отличаются от действительных.	а) Поверхность датчика плотмера загрязнена (вода, остатки битума и т.д.). б) В результате износа поверхности датчика или по иным причинам произошло смещение нуля.	а) Поверхность датчика очистить от влаги и загрязнений мягкой ветошью. Удалить растворителем, например керосином, с поверхности датчика остатки битума. б) В режиме «Измерения» нажать и удерживать кнопку ↑ в течении 3...4 секунд. Плотномер перейдет в режим «Автоподстройка».

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

	<p>в) Изменение глобальных коэффициентов K_c и B в базовой зависимости Б9.</p>	<p>Перед проведением автоподстройки с рабочей поверхности датчика плотномера удалить влагу и остатки асфальтобетона. При проведении автоподстройки плотномер держать за кистевой ремень. Для включения функции автоподстройки временно нажать кнопку ВВОД. Во время автоподстройки необходимо удерживать плотномер в воздухе на расстоянии не менее одного метра от окружающих предметов. Поверхность датчика во время автоподстройки должна быть расположена в противоположную сторону от оператора.</p> <p>Для возврата к заводским настройкам необходимо войти в режим «Автоподстройка» (нажать и удерживать кнопку \uparrow в течение 3...4 секунд). Нажать кнопку \downarrow и подтвердить свои действия, нажав кнопку \uparrow.</p> <p>в) Проверить соответствие коэффициентов K_c и B в базовой зависимости Б9 со значениями занесенными в паспорте плотномера. При наличии</p>
--	--	--

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

		<p>расхождения войти в режим «Настройки» (см. п. 2.3.1.5) выбрать базовую зависимость Б9 и ввести значения Кс и В в соответствии со значениями указанными в паспорте плотномера. При наличии текстолитового эталонного образца (поставляется по специальному заказу) установить плотномер на образец и провести измерение его плотности по базовой зависимости Б9. Определить коэффициент В как разность между показаниями плотномера и действительной плотностью образца. Ввести полученное значение коэффициента В в базовую зависимость Б9.</p>
4) Выводится сообщение « Ошибка CRC »	а) Во время обновления ПО произошел разрыв связи с компьютером.	а) Повторить установку ПО (см. п. 2.3.6)
5) Выводится сообщение « Ошибка ___ »	а) Неисправности в электронном блоке плотномера.	а) Отправьте плотномер в сервисный центр для проведения ремонта.

4 Методика поверки

4.1 Плотномеры до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации – периодической поверке. Интервал между поверками – один год.

4.2 Поверка приборов производится органами метрологической

службы в соответствии с документом «ГСИ. Плотномеры асфальтобетона ПА-МГ4. Методика поверки МП 68-243-2010».

5 Хранение

5.1 Упакованные плотномеры должны храниться в закрытых сухих вентилируемых помещениях в не распакованном виде. Условия хранения в части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе условий 2 (С) по ГОСТ 15150

5.2 В воздухе помещения для хранения плотномера не должно присутствовать агрессивных примесей (паров кислот, щелочей).

5.3 Срок хранения плотномера в потребительской таре без переконсервации – не более одного года.

6 Транспортирование

6.1 Допускается транспортирование плотномера в транспортной таре всеми видами транспорта, в том числе в отапливаемых герметизированных отсеках самолетов без ограничения расстояния. Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 5 ОЖ4 по ГОСТ 15150.

6.2 При транспортировании плотномера должна быть предусмотрена защита от попадания пыли и атмосферных осадков.

7 Утилизация

Плотномер не содержит в своем составе опасных или ядовитых веществ, способных нанести вред здоровью человека или окружающей среде и не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды по окончании срока службы. В этой связи утилизация плотномера может производиться по правилам утилизации общепромышленных отходов.

Рекомендации по быстрой калибровке плотномера в полевых условиях с использованием базовой или индивидуальной градуировочной зависимости

Состав асфальтобетонной смеси может быть непостоянен. Изменение зернового состава минеральной части смеси, размера минеральных зерен или марки битума могут привести к неверным показаниям плотномера. Для обеспечения точности измерения перед использованием плотномера его необходимо откалибровать.

Существует несколько режимов калибровки плотномера, которые можно использовать в тех или иных обстоятельствах.

Режим калибровки	Описание
1	2
Нормальный	<p>Способ калибровки, предусматривающий ввод в память плотномера вычисленный коэффициент смещения B, являющимся разностью между результатом лабораторных измерений плотности керна ρ_{ϕ} и усредненным результатом измерений сделанных плотномером ρ_{ϕ}.</p> $B = \rho_{\phi} - \rho_u$
Ввод крутизны калибровочной характеристики	<p>Способ калибровки, предусматривающий ввод в память плотномера вычисленный коэффициент совпадения K_c, являющийся отношением результата лабораторных измерений плотности керна ρ_{ϕ} и усредненным результатом измерений сделанных плотномером ρ_{ϕ}.</p> $K_c = \frac{\rho_{\phi}}{\rho_u}$ <p>Способ удобен для смеси, по которой была ранее установлена градуировочная зависимость.</p>

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

По одной точке	<p>Измеряется плотность уложенной и раскатанной с максимальной плотностью асфальтобетонной смеси. Данное значение плотности заносится в память плотномера как МДП. Дальнейший контроль качества уплотнения производится по коэффициенту уплотнения.</p> <p>Метод рекомендуется использовать там, где невозможно взять керн.</p>
По двум точкам	<p>Способ калибровки, предусматривающий ввод в память плотномера вычисленный коэффициент совпадения K_c и вычисленный коэффициент смещения B. Измеряется плотномером плотность предварительно укатанной ρ_{u1} и плотность максимально укатанной ρ_{u2} асфальтобетонной смеси. Измеряется в лабораторных условиях плотность кернов взятых при предварительном $\rho_{\phi 1}$ и максимальном $\rho_{\phi 2}$ уплотнении. Рассчитываются коэффициент совпадения и коэффициент смещения по формулам:</p> $K_c = \frac{\rho_{\phi 2} - \rho_{\phi 1}}{\rho_{u 2} - \rho_{u 1}}$ $B = \rho_{\phi 2} - K_c \cdot \rho_{u 2}$

Приложение Б

Методика установления градуировочных зависимостей

В плотномер ПА-МГ4 предусмотрена возможность записи в программное устройство до 9 индивидуальных градуировочных зависимостей, установленных пользователем по результатам испытаний образцов асфальтобетона.

1 Подготовка образцов к испытаниям. Для каждого типа асфальтобетона изготавливаются не менее трех образцов. Образцы

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

изготавливают путем уплотнения асфальтобетонных смесей, отобранных на смесительных установках или на участке производства работ. Уплотнение предварительно нагретой до температуры 90°С - 140°С асфальтобетонной смеси производят прессованием на гидравлических прессах в формах. Плотность полученных образцов должна находиться в пределах от 2000 кг/м³ до 2700 кг/м³:

- образец с наибольшей плотностью 2400 кг/м³ – 2700 кг/м³;
- образец с наименьшей плотностью 2000 кг/м³ – 2200 кг/м³;
- образцы с промежуточной плотностью 2200 кг/м³ – 2400 кг/м³.

2 Для каждого типа асфальтобетона (в зависимости от вида крупного заполнителя) устанавливаются индивидуальные градуировочные зависимости.

Примечание – В плотномере ПА-МГ4 в каждую из 9 ячеек, предназначенных для записи индивидуальных зависимостей, занесена примерная (базовая) градуировочная зависимость, в связи с чем запись установленной индивидуальной зависимости заключается в корректировке базовой зависимости в каждой из точек диапазона по результатам параллельных испытаний образцов асфальтобетона плотномером и лабораторными измерениями.

3. Порядок установления градуировочной зависимости

3.1 Определение плотности образцов проводят в следующей последовательности:

3.1.1 Образцы взвешивают на весах с погрешностью не более ±50 г.

3.1.2 Штангенциркулем измеряют диаметр образца в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и находят среднее значение диаметра.

3.1.3 Измеряют высоту образца в нескольких точках (не менее четырех).

3.1.4 Определяют толщину образца \bar{h} как среднее значение:

$$\bar{h} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i \quad (1)$$

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

где n – число измерений;

3.1.5 Плотность каждой меры вычисляют по формуле:

$$\rho_{\phi} = \frac{4 \cdot m}{\pi \cdot d^2 \cdot h} \quad (2)$$

3.2 Измерение плотности образца плотномером проводят в следующей последовательности:

3.2.1 Включают плотномер.

3.2.2 Переводят плотномер в режим измерения с усреднением.

3.2.3 Устанавливают плотномер на поверхность образца и нажимают кнопку ↓.

3.2.4 Поворачивают плотномер вокруг оси примерно на 70° и повторно проводят измерение плотности.

3.2.5 После проведения пяти измерений фиксируют среднее значение плотности ρ_i .

Результаты измерений заносятся в Таблицу 1.

Таблица 1

ρ_{ϕ}	ρ_i	K_c
2060	2034	1,013
2345	2400	0,977
2696	2630	1,025

3.3 Вычисляют коэффициент совпадения градуировочной зависимости по формуле:

$$K_c = \frac{\rho_{\phi}}{\rho_u} \quad (3)$$

Результат записывают в Таблицу 1.

3.4 Заносят значения ρ_{ϕ} , K_c , характеризующих установленную градуировочную зависимость <01>, в программное устройство плотномера.

Паспорт Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

1 Общие сведения об изделии

1.1 Плотномер предназначен для измерения плотности и температуры асфальтобетонных покрытий.

1.2 Область применения: оперативный неразрушающий контроль плотности и равномерности уплотнения асфальтобетонных покрытий на предприятиях автодорожного строительства, в научно-исследовательских и дорожно-испытательных лабораториях.

1.3 Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от минус 10 °С до 40 °С;
- относительная влажность воздуха до 95 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

2 Технические характеристики

Таблица 1 – Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
1	2
1 Диапазон измерений плотности, кг/м ³	от 1900 до 2700
2 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности, % При индивидуальной градуировке пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности, %	± 2,5 ± 1,5
3 Диапазон измерений температуры, °С	от – 10 до +140
4 Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	± 2
5 Потребляемая мощность, Вт, не более	1,5

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

Продолжение таблицы 1

1	2
6 Напряжение сигнализации о замене элементов питания, В Напряжение питания от двух аккумуляторов типа D (LR20), В	2,0 от 2,2 до 3,0
7 Время непрерывной работы без подзарядки, ч, не менее	10
8 Габаритные размеры, мм, не более	300×250×140
9 Масса, кг, не более	4
10 Средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000
11 Средний срок службы, лет	10

Таблица 2 – Идентификационные данные программного обеспечения (ПО)

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	РА-МГ4
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V1.03
Цифровой идентификатор ПО	Ox7290C16

3 Комплект поставки

Наименование и условное обозначение	Количество
Плотномер ПА-МГ4	1
Зарядное устройство	1
Кабель интерфейса USB	1
USB-флеш-накопитель с программным обеспечением	1
Руководство по эксплуатации	1
Упаковочный футляр	1
Кистевой ремень	1
Методика поверки МП 68-243-2010	1

4 Гарантийные обязательства

4.1 Изготовитель гарантирует соответствие плотномера требованиям нормативной технической документации при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации и хранения, установленных в настоящем руководстве по эксплуатации.

4.2 Срок гарантии устанавливается 18 месяцев с даты продажи плотномера, указанной в паспорте на плотномер.

4.3 В течение гарантийного срока безвозмездно устраняются выявленные дефекты.

Гарантийные обязательства не распространяются на плотномеры с нарушенным клеймом изготовителя, имеющие грубые механические повреждения, а также на элементы питания.

Адреса разработчика-изготовителя ООО "СКБ Стройприбор":

Фактический: г. Челябинск ул. Калинина, 11 «Г»,

Почтовый: 454084 г. Челябинск, а/я 8538

т/ф в Челябинске: (351) 277-8-555; в Москве: (495) 134-3-555;

e-mail: info@stroypribor.ru

www.stroypribor.com

5 Свидетельство о приемке

5.1 Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4 № _____ соответствует требованиям ТУ 4276-031-12585810-2010 и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска « _____ » _____ 20__ __ г.

М.П. _____

(подпись лиц, ответственных за приемку)

ПОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА

_____ (поверитель, подпись и Ф.И.О.)
знак поверки

Дата поверки « _____ » _____ 20__ __ г.

Плотномер асфальтобетона ПА-МГ4

6 Сведения о периодической поверке

Запись о проведенной поверке	Дата и знак поверки	Подпись поверителя	Расшифровка подписи

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ»
(ФГУП «УНИИМ»)**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора ФГУП «УНИИМ»

В.В. Казанцев

В.В. Казанцев 2010 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**ПЛОТНОМЕРЫ АСФАЛЬТОБЕТОНА
ПА-МГ4**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 68-243-2010

г. Екатеринбург
2010 г

Государственная система обеспечения единства измерений ПЛОТНОМЕРЫ АСФАЛЬТОБЕТОНА ПА-МГ4 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ	МП 68 -243–2010
---	------------------------

Дата введения январь 2011 г

1 Область применения

Настоящая методика распространяется на плотномеры асфальтобетона ПА-МГ4 (далее плотномеры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Плотномеры предназначены для измерения плотности и температуры асфальтобетонных покрытий.

Рекомендуемый интервал между поверками – один год.

2 Нормативные ссылки

В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие нормативные документы (далее НД):

ГОСТ 8.395-80 ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования.

ГОСТ 112-78 Термометры метеорологические стеклянные. Технические условия.

ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.

ГОСТ 24104-2001 Весы лабораторные общего назначения и образцовые. Общие технические условия.

3 Операции поверки

3.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операций	Номер пункта МП	Обязательность проведения операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Проверка напряжения сигнализации о замене элементов питания	7.3	Да	Нет
Определение относительной погрешности измерений плотности	7.4	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений температуры	7.5	Да	Да

3.2 Если при проведении той или иной операции получен отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают, а плотномер бракуют.

4 Средства поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

4.2 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

4.3 Все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке.

5 Требования безопасности

5.1 Плотномеры не содержат компонентов опасных для жизни и здоровья пользователя.

5.2 При проведении поверки необходимо соблюдать общие правила техники безопасности.

Таблица 2

Но- мер пунк- та МП	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, обозначение НД, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.1	Психрометр аспирационный типа МВ-4М с пределами измерений от 27 % до 85 % по ТУ 25-1607-054. Термометр с пределами измерений от 0 °С до 50 °С по ГОСТ 112.
7.3	Источник питания постоянного тока типа Б5-47 с пределами выходного напряжения 0,1–9,9 В по ТУ ЕЭ 3.233.220.
7.4	ГСО 9726-2010 Стандартные образцы плотности асфальтобетона (комплект) с границами допускаемых значений относительных погрешностей аттестованных значений СО ($P = 0,95$) в диапазоне от 1900 кг/м ³ до 2700 кг/м ³ – 1,0 %. Весы лабораторные электронные высокого класса точности с дискретностью отсчета 0,1 г с приспособлением для гидростатического взвешивания по методике измерений М № 243.11.01.001/2010 «ГСИ. Асфальтобетон. Методика измерений плотности методом гидростатического взвешивания» или по ГОСТ 24104.
7.5	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, диапазон измерений от минус 50 °С до 300 °С с погрешностью $\pm 0,05$ °С.

6 Условия поверки и подготовка к ней

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены условия по ГОСТ 8.395:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 .

6.2 Перед проведением поверки выполняют подготовительные работы в соответствии с требованиями раздела 2 руководства по эксплуатации (4276-031-2010 РЭ).

6.3 В случае применения аттестованной методики измерений перед проведением поверки подготавливают образцы асфальтобетона (вырубки прямоугольной формы, высверленные цилиндрические керны либо образцы, полученные уплотнением асфальтобетонной смеси в стальных формах) и определяют значение их плотности в соответствии с методикой. Образцы асфальтобетона не должны содержать трещин.

6.4 Стандартные образцы проверяют на наличие механических повреждений (сколов, трещин, обломов кромок). Перед началом измерений СО выдерживают в течение трех часов в условиях, указанных в п.6.1.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре плотномеров устанавливают:

- соответствие комплектности требованиям эксплуатационной документации на плотномер;
- четкость маркировки и наличие всех предусмотренных надписей на наружных панелях;
- отсутствие видимых внешних повреждений, отрицательно влияющих на работоспособность;
- исправность кнопок управления;
- обеспечение сохранности лакокрасочных покрытий;
- надежность крепления органов управления и коммутации;

При установлении дефектов, препятствующих нормальному использованию, плотномеры бракуют и дальнейшую поверку не проводят.

7.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность плотномера:

- правильность прохождения теста при включении плотномера, изображение цифр на дисплее должно быть четким;
- плотномер включают, настраивают согласно руководству

по эксплуатации и проводят пробные наблюдения, при этом проверяют качество работы органов управления.

Если индицируется сообщение о необходимости заряда батареи или информация на дисплее плотномера отсутствует, проводят необходимые операции в соответствии с РЭ.

При проверке работоспособности проверяют возможность установки начальной или контрольной отметки в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

Плотномер бракуют, если невозможно установить нулевое (начальное) или калибровочное значение, указанное в эксплуатационной документации на поверяемый плотномер.

Проверяют идентификационные данные программного обеспечения (ПО): нажать и, удерживая клавишу РЕЖИМ включить плотномер клавишей ВКЛ, при этом на дисплее отображаются наименование ПО, номер версии и контрольная сумма.

7.3 Проверка напряжения сигнализации о замене элементов питания

Проверку напряжения сигнализации о замене элементов питания проводят следующим образом:

Из прибора извлекают источник электропитания. Затем прибор подключают к источнику питания постоянного тока типа MPS 3003S. Включают источник питания и устанавливают напряжение 3,0 В, затем плавно его уменьшают до появления на дисплее прибора соответствующего сигнала, сообщающего о необходимости замены или заряда источника электропитания. Фиксируют значение напряжения, при котором появляется сигнал.

Прибор считают выдержавшим проверку, если напряжение, при котором появляется сигнал о необходимости замены или заряда источника электропитания соответствует требованиям РЭ.

7.4 Определение относительной погрешности измерений плотности

Определение относительной погрешности измерений плотно-

сти проводят с применением ГСО 9726-2010 либо образцов асфальтобетона со значениями плотности, установленными по аттестованной методике измерений М № 243.11.01.001/2010 «ГСИ. Асфальтобетон. Методика измерений плотности методом гидростатического взвешивания», в диапазоне измерений плотности от 1900 кг/м³ до 2700 кг/м³, не менее чем в трех точках диапазона (в начале, середине и в конце диапазона).

Измерения проводят в соответствии с «Руководством по эксплуатации».

Проводят не менее пяти измерений на градуировочной зависимости «Б1» и глубине зондирования 150 мм. За результат измерений принимают среднеарифметическое значение (ρ_{cp} , кг/м³), рассчитанное по формуле

$$\rho_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i}{n}, \quad (1)$$

где ρ_i - i -результат измерений на приборе, кг/м³;

n – число измерений ($n=5$).

Относительную погрешность измерений плотности рассчитывают по формуле

$$\delta = \frac{|\rho_{cp} - \rho_{амт}|}{\rho_{cp}} \cdot 100 \% \quad (2)$$

$\rho_{амт}$ - значение плотности, указанное в паспорте на ГСО либо полученное по аттестованной методике измерений, кг/м³.

Относительная погрешность измерений плотности не должна превышать значений, указанных в эксплуатационной документации.

Плотномер считают выдержавшим поверку, если во всех проверяемых точках выполняется условие

$$\delta < \delta_{п}, \quad (3)$$

где $\delta_{\text{п}}$ - предел допускаемой относительной погрешности измерений плотности, указанный в эксплуатационной документации на плотномер.

7.5 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводят сличением результатов измерений, полученных на приборе и на лабораторном термометре типа ЛТ-300. Измерения температуры проводят с помощью вспомогательного устройства (пассивного термостата) ПА-001-5t (см. приложение Б) с заданной температурой, поддержание которой обеспечивается за счёт изоляции объекта от окружающей среды слоем битума.

Измерения проводят в точках: минус $(9\pm 2)^\circ\text{C}$; $(80\pm 5)^\circ\text{C}$; $(140\pm 5)^\circ\text{C}$.

Пассивный термостат охлаждают до температуры минус $(9\pm 2)^\circ\text{C}$.

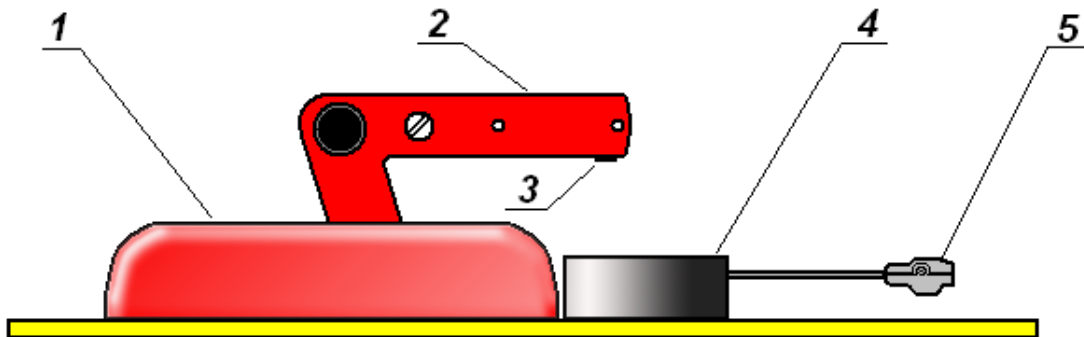
Измерения проводят следующим образом: на поверхность теплоизоляционного материала (пенополистирол, вспененный полиэтилен или др.) устанавливают плотномер и вспомогательное устройство (пассивный термостат) ПА-001-5t с заданной температурой. В отверстие пассивного термостата устанавливают датчик термометра. Плотномер устанавливают таким образом, чтобы оптическая ось датчика температуры плотномера проходила, через покрытую битумом поверхность пассивного термостата (рис. 1).

После стабилизации показаний термометра, проводят измерения температуры плотномером не менее трех раз.

За результат измерений принимают среднеарифметическое значение (T_{cp} , $^\circ\text{C}$), рассчитанное по формуле

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^m T_i}{n}, \quad (4)$$

где T_i - i -результат измерений на приборе, °С;
 n – число измерений ($n=3$).



1 – датчик плотномера; 2 - электронный блок; 3 – инфракрасный датчик температуры; 4 – ПА-001-5t (поверхность покрытая битумом сверху); 5 – термометр.

Рисунок 1 – Схема расположения плотномера при поверке

Образец асфальтобетона нагревают до температуры (140 ± 5) °С и проводят одновременно измерения на плотномере и на термометре.

По мере охлаждения образца асфальтобетона проводят измерения в точке (80 ± 5) °С. Измерения проводят не менее трех раз в каждой точке.

Абсолютную погрешность измерений температуры (Δ , °С) рассчитывают по формуле

$$\Delta = \left| T_{cp} - T_{mn} \right|, \quad (5)$$

где T_{mn} – значение температуры по показаниям термометра, °С.
 Плотномер считают выдержавшим поверку, если во всех проверяемых точках выполняется условие:

$$\Delta < \Delta n , \quad (6)$$

где Δn - предел допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры, указанный в эксплуатационной документации, °С.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки плотномера должны быть оформлены протоколом по форме, приведенной в Приложении А.

8.2 На плотномер, прошедшей поверку с положительным результатом, выдают свидетельство о поверке установленной формы.

8.3 На плотномер, не прошедший поверку, выдают извещение о непригодности к применению или делают соответствующую запись в эксплуатационной документации.

Заведующий лабораторией
ФГУП «УНИИМ»



В.И. Коряков

Приложение А
(обязательное)
ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

Протокол поверки № _____ от
_____200__

- | | |
|--|--|
| 1 Плотномер | _____ |
| 2 Заводской номер | _____ |
| 3 Дата выпуска | _____ |
| 4 Принадлежит | _____ |
| 5 Вид поверки (первичная, периодическая) | _____ |
| 6 НД по поверке | «ГСИ. Плотномеры асфальтобетона ПА-МГ4. Методика поверки» МП 68-243-2010 |
| 7 Средства поверки: | Весы лабораторные электронные высокого класса точности с дискретностью отсчета 0,1 г по ГОСТ 24104 с приспособлением для гидростатического взвешивания.
Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, диапазон измерений от минус 50 °С до 300 °С с погрешностью ±0,05 °С. |
| 8 Условия поверки: | температура окружающего воздуха, °С _____
относительная влажность, % _____ |
| 9 Результаты поверки: | _____ |
| 10 Результаты внешнего осмотра | _____ |

11 Результаты опробования _____

12 Напряжение сигнали-
зации о замене элементов
питания (при первичной
поверке) _____

Метрологические характеристики:

Метрологическая характеристика	Значение характеристики	
	по РЭ	действительное по МП

Заключение по результатам поверки _____

Поверитель _____

Выдано свидетельство о поверке ФГУП «УНИИМ»

№ _____ от " _____ " _____ г.

Выдано извещение о непригодности № _____ от " _____ " _____ г.

ПРОТОКОЛ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Определение погрешности измерений плотности

Наименование материала	Значение плотности по ГОСТ 12801, кг/м ³	Значение плотности ρ_i , кг/м ³	Среднее значение плотности ρ_i , кг/м ³	$\delta, \%$

Приложение Б

Конструкторский чертеж пассивного термостата ПА-001-5т

