

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ «РОССИЙСКИЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»
(ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ «АВТОДОР»)

П Р И К А З

12 октября 2016 г.

Москва

№ 227

О внесении изменений в приказ Государственной компании «Российские автомобильные дороги» от 07 апреля 2016 г. № 43 «Об утверждении и введении в действие стандарта Государственной компании «Российские автомобильные дороги» СТО АВТОДОР 10.9-2016 «Система автоматизированного дистанционного мониторинга накопления остаточных деформаций в элементах дорожных конструкций»

В целях реализации п. 3 и п. 7 Плана мероприятий («дорожная карта») по расширению применения инновационных технологий, материалов, в том числе битумов, и конструкций, утвержденного заместителем Председателя Правительства Российской Федерации А.В. Дворковичем 28 сентября 2015 г. № 6523п-П9, а также Программы инновационного развития Государственной компании «Российские автомобильные дороги» на период 2016-2020 гг., утвержденной наблюдательным советом Государственной компании 8 июня 2016 г. (протокол № 89), ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Внести в приказ Государственной компании «Российские автомобильные дороги» от 07 апреля 2016 г. № 43 «Об утверждении и введении в действие стандарта Государственной компании «Российские автомобильные дороги» СТО АВТОДОР 10.9-2016 «Система автоматизированного дистанционного мониторинга накопления остаточных деформаций в элементах дорожных конструкций» (далее – приказ Государственной компании № 43) следующие изменения:

1.1. Наименование стандарта Государственной компании «Российские автомобильные дороги» СТО АВТОДОР 10.9-2016 изложить в следующей редакции: Системы мониторинга накопления остаточных деформаций, тепло-влажностного режима, напряжений и давления в элементах дорожных конструкций.

1.2. Приложение № 1 к приказу Государственной компании № 43 изложить в редакции приложения к настоящему приказу.

2. Руководителям структурных подразделений Государственной компании «Российские автомобильные дороги», в том числе обособленных, обеспечить контроль за соблюдением требований СТО АВТОДОР 10.9-2016 «Системы мониторинга накопления остаточных деформаций, тепло-влажностного режима, напряжений и давления в элементах дорожных конструкций» в редакции настоящего приказа.

3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на первого заместителя председателя правления по технической политике И.А. Урманова.

Председатель правления



С.В. Кельбах





ПРИЛОЖЕНИЕ

к приказу Государственной компании
«Российские автомобильные дороги»

от «12» *октября* 2016 г. № *227*

**Стандарт
Государственной
компании «Автодор»**

**СТО АВТОДОР
10.9-2016**

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ

**СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА
НАКОПЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ,
ТЕПЛО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА,
НАПРЯЖЕНИЙ И ДАВЛЕНИЯ В ЭЛЕМЕНТАХ
ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Москва 2016

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН: Обществом с ограниченной ответственностью «Доринжсервис» (ООО «Доринжсервис»).

2. ВНЕСЕН: Департаментом проектирования, технической политики и инновационных технологий Государственной компании «Российские автомобильные дороги».

3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ: приказом Государственной компании «Российские автомобильные дороги» от «07» апреля 2016 г. № 43 в редакции приказа от «12» августа 2016 г. № 227 .

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Настоящий стандарт организации запрещается полностью и/или частично воспроизводить, тиражировать и/или распространять без согласования с Государственной компанией «Российские автомобильные дороги».

Содержание

| | |
|---|----|
| 1 Область применения..... | 4 |
| 2 Нормативные ссылки..... | 4 |
| 3 Термины, определения и сокращения..... | 5 |
| 4 Общие положения..... | 7 |
| 5 Требования к основным компонентам систем мониторинга..... | 11 |
| 6 Общие технические требования..... | 16 |
| 7 Монтаж и запуск систем мониторинга | 19 |
| 8 Передача информации на сервер хранения данных | 27 |
| 9 Техническое обслуживание систем мониторинга..... | 28 |
| Библиография..... | 29 |

Стандарт Государственной компании «Автодор»

Системы мониторинга накопления остаточных деформаций, тепло-влажностного режима, напряжений и давления в элементах дорожных конструкций

Monitoring systems of accumulation of residual deformations, thermal and humidity conditions, exertions and pressure in road constructions elements

1 Область применения

Настоящий стандарт предназначен для осуществления мониторинга напряжений и давления в элементах дорожных конструкций, величин накопления остаточных деформаций, межсезонных колебаний их тепло-влажностного режима в течение всего жизненного цикла автомобильной дороги.

Стандарт определяет требования:

- к компонентам систем комплексного мониторинга остаточных деформаций, растягивающих напряжений и давления, температуры и влажности в элементах дорожных конструкций;

- к монтажу, запуску и функционированию указанных выше систем на участках строительства, реконструкции и капитального ремонта (в случае выполнения работ по восстановлению работоспособности, либо замене грунтов земляного полотна) автомобильных дорог Государственной компанией «Автодор» в течение их жизненного цикла, а также при создании наблюдательных станций и испытательных полигонов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.610-2006 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов

ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.2.007.0-75 Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия

эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 23088-80 Изделия электронной техники. Требования к упаковке, транспортированию и методы испытаний

ГОСТ 25359-82 Изделия электронной техники. Общие требования по надежности и методы испытаний

ГОСТ 33133-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования

ГОСТ Р 51317.2.5-2000 Классификация электромагнитных помех в местах размещения технических средств

ГОСТ Р 51320-99 Радиопомехи промышленные. Методы испытаний технических средств - источников промышленных радиопомех

ГОСТ Р 53314-2009 Требования пожарной безопасности. Методы испытаний

ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010 Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы

СП 34.13330.2012 Свод правил. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*.

Примечание – при использовании настоящего стандарта следует проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться новым (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями и сокращениями:

3.1 дорожная конструкция: Инженерное сооружение, состоящее из дорожной одежды и верхней части земляного полотна в пределах рабочего слоя.

3.2 остаточная деформация: Деформация, которая после прекращения действий внешней силы сохраняется в деформируемом теле (дорожной конструкции) в виде пластической деформации в слоях из связных материалов и необратимых деформаций в слоях из несвязанных материалов.

3.3 наблюдательная станция: Комплекс систем автоматизированного дистанционного мониторинга накопления остаточных деформаций и тепло-влажностного режима в элементах дорожных конструкций, обеспечивающие измерение, хранение и передачу информации в автономном и онлайн режиме на удаленный персональный компьютер с последующей обработкой данных.

В состав комплекса входят:

- система мониторинга накопления остаточных деформаций и температур в элементах дорожных конструкций;
- система мониторинга влажности грунта земляного полотна.

3.4 система мониторинга накопления остаточных деформаций и температур в элементах дорожной конструкции (СМОДТ): Комплекс устройств (измерительный зонд, пункт передачи информации, сервер хранения данных, персональный компьютер), обеспечивающий измерения остаточных деформаций и температур во всех элементах дорожной конструкции, хранение и передачу полученных значений в автономном и онлайн режиме на удаленный персональный компьютер с последующей обработкой данных.

3.5 система мониторинга влажности грунта земляного полотна (СМВ): Комплекс устройств для измерения влажности грунта земляного полотна, в состав которых входят датчики влажности с защитными элементами, обеспечивающими их сохранность в условиях эксплуатации автомобильной дороги, и блока сбора информации системы мониторинга влажности, обеспечивающего с заданной периодичностью измерение, хранение и передачу показателей влажности рабочего слоя грунта земляного полотна на пункт передачи информации.

3.6 измерительный зонд (зонд): Устройство, позволяющее регистрировать в каждом конструктивном элементе дорожной одежды и грунте рабочего слоя земляного полотна значения их температур и величин накопления остаточных деформаций в результате комплексного воздействия реальных динамических нагрузок транспортного потока и погодноклиматических факторов в течение жизненного цикла дорожных конструкций.

3.7 пункт передачи информации (ППИ): Комплекс электронных устройств, располагающийся в полосе отвода автомобильной дороги и обеспечивающий энергообеспечение, резервное хранение и передачу информации о величинах накопления остаточных деформаций и изменениях температур в элементах дорожной конструкции и влажности грунта земляного полотна на сервер хранения данных посредством связи стандарта GSM.

3.8 сервер хранения данных (СХД): Компьютер с постоянным доступом к сети интернет, обладающий высокой надежностью и достаточным

количеством ресурсов, чтобы обеспечивать постоянный прием информации, а также оснащенный бесперебойным электропитанием и системой отказоустойчивых дисков для хранения информации.

3.9 общий коммутационный блок: Устройство, обеспечивающее резервное хранение и передачу данных, полученных с блоков сбора информации, по стандарту типа RS-485 (или аналог) на модем.

3.10 модем: Устройство, обеспечивающее передачу информации от блока управления на СХД посредством связи стандарта GSM.

3.11 источник бесперебойного питания: Автоматическое электронное устройство с аккумуляторной батареей, подзаряжаемой от возобновляемых источников энергии (солнечная панель и т.п.) и/или сетью электропитания (при наличии), предназначенное для периодического кратковременного снабжения электрической энергией электронных элементов СМОДТ.

3.12 испытательный полигон: Участок автомобильной дороги, оборудованный комплексом систем сбора информации о напряжениях, давлении, накоплении остаточных деформаций и тепло-влажностном режиме элементов дорожной конструкции.

В состав комплекса входят:

- наблюдательная станция;
- система мониторинга растягивающих напряжений и давления в элементах дорожной конструкции.

3.13 система мониторинга растягивающих напряжений и давления в элементах дорожной конструкции (СМНД): Комплекс устройств (датчики растягивающих напряжений и давления, блок сбора информации системы мониторинга растягивающих напряжений и давления, персональный компьютер), обеспечивающий измерение растягивающих напряжений и давления в элементах дорожной конструкции.

3.14 эксплуатационная документация: Документация на элементы СМОДТ и (или) СМВ и (или) СМНД, предоставляемая изготовителем (поставщиком), а также техническое задание на проведение мониторинга с применением данных систем.

4 Общие положения

4.1.1 Наблюдательные станции создаются на участках автомобильных дорог с целью мониторинга накопления остаточных деформаций и сезонных колебаний тепло-влажностного режима в элементах дорожных конструкций, для прогнозирования транспортно-эксплуатационных показателей

автомобильных дорог при реализации системы управления их состоянием на основе оценки остаточного ресурса.

4.1.2 Количество наблюдательных станций должно быть не менее двух для участка с однородной дорожной конструкцией (по одной в каждом направлении), но не реже, чем через 20 километров линейной протяженности автомобильной дороги отдельно в прямом и обратном направлении.

4.1.3 Количество наблюдательных станций, устраиваемых на участках внедрения инновационных материалов, конструкций или технологий, должно определяться индивидуально в каждом конкретном случае, в соответствии с целями, задачами и объемом мониторинга исходя из принципа обеспечения достаточности проводимых исследований и требований настоящего стандарта.

4.1.4 Каждая наблюдательная станция должна содержать не менее трех зондов, устанавливаемых в соответствии с требованиями раздела 7 настоящего стандарта, что позволит, в том числе, обеспечить необходимое дублирование информации на случай выхода из строя неремонтопригодных элементов зондов.

4.1.5 Наблюдательная станция должна располагаться на участке автомобильной дороги без переломов продольного профиля и без кривых в плане, с высотой насыпи не менее одного метра, на котором не должно быть:

- переходно-скоростных полос, съездов, разворотных площадок, пересечений, примыканий в одном уровне;
- искусственных сооружений непосредственно в месте закладки измерительных элементов станции;
- скальных грунтов в земляном полотне.

4.1.6 Рекомендуется объединять участки создания наблюдательных станций с местами расположения метеостанций и пунктов учета интенсивности движения.

4.2 СМНД создается для исследования распределения напряжений и давления в элементах дорожных конструкций с возможностью регистрации величин их откликов на воздействие тарированных нагрузок для уточнения или корректировки различных расчетных схем.

4.3 Испытательные полигоны создаются на участках автомобильных дорог для осуществления комплексного мониторинга состояния дорожных конструкций и отдельных слоев дорожных одежд в течение их жизненного цикла, путем устройства всех составных элементов наблюдательных станций и СМНД.

4.4 Закладка элементов испытательных полигонов или наблюдательных станций производится при строительстве или реконструкции автомобильной дороги, а также при капитальном ремонте, в случае

выполнения работ по восстановлению работоспособности, либо замене грунтов земляного полотна. Схема закладки элементов систем испытательного полигона представлена на рисунке 1.

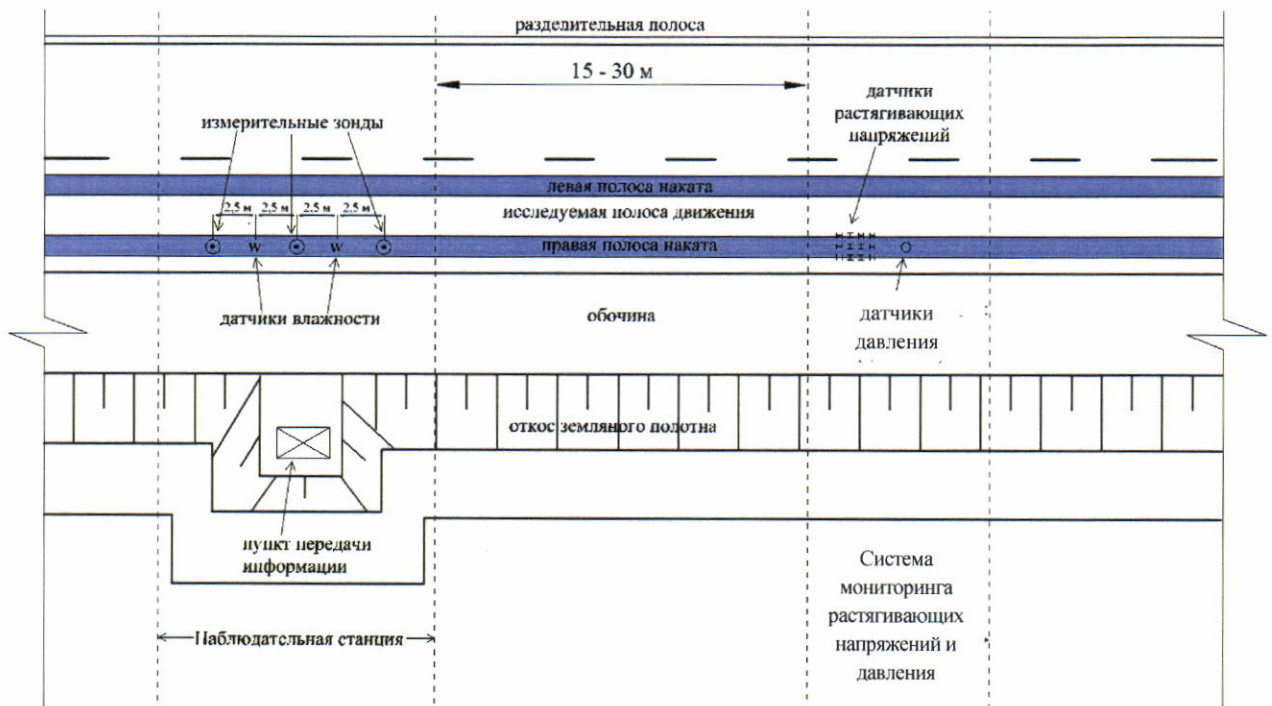


Рисунок 1 – Схема закладки элементов систем испытательного полигона

4.5 Мониторинг накопления остаточных деформаций, тепло-влажностного режима, напряжений и давления в элементах дорожных конструкций целесообразно проводить:

- на участках строительства и реконструкции автомобильных дорог, реализуемых по долгосрочным инвестиционным соглашениям, концессионным и иным контрактам жизненного цикла автомобильных дорог с целью оптимизации решений по управлению их транспортно-эксплуатационным состоянием;

- на экспериментальных участках при опытно-производственной проверке различных дорожных конструкций, инновационных технологий и материалов;

- для мониторинга нестандартных, индивидуальных проектных конструктивных решений по сооружению элементов дорожных конструкций (п. 7.4 СП 34.13330.2012);

- при строительстве дорожной конструкции в зоне сложных геологических условий;

- на участках автомобильных дорог с экстремальными погодноклиматическими условиями (высокая температура, большое количество циклов «замораживания-оттаивания» и т.п.).

4.6 Начало мониторинга остаточных деформаций, температуры, влажности, напряжений и давления в элементах дорожных конструкций осуществляют с момента открытия движения транспорта на участках автомобильных дорог после их ввода в эксплуатацию.

4.7 Последовательность передачи и сбора информации об остаточных деформациях, температуре и влажности элементов дорожной конструкции на персональный компьютер должна осуществляться по схеме, представленной на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема работы наблюдательной станции

4.8 Последовательность передачи и сбора информации о растягивающих напряжениях и давлении в элементах дорожной конструкции на персональный компьютер осуществляется по схеме, представленной на рисунке 3.



Рисунок 3 – Схема работы СМНД

4.9 Мониторинг накопления остаточных деформаций и температуры элементов дорожной конструкции может выполняться в течение всего срока службы дорожной конструкции.

4.10 Срок мониторинга влажности грунта земляного полотна определяется продолжительностью жизненного цикла датчиков влажности и должен составлять не менее 2 лет.

5 Требования к основным компонентам систем мониторинга

5.1 Требования к основным компонентам СМОДТ

5.1.1 Конструкция зонда должна обеспечивать измерение остаточных деформаций и температуры конструктивных слоев дорожной одежды и грунта земляного полотна.

5.1.2 Основные элементы зонда представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Основные элементы зонда

5.1.3 Пробка на поверхности покрытия должна обеспечивать размещение зонда в одном уровне с поверхностью слоя покрытия и изготавливаться из немагнитной и коррозионностойкой стали.

5.1.4 Металлическая трубка является несущим элементом конструкции зонда, изготавливается из немагнитной и коррозионностойкой стали, обеспечивает защиту внутренних элементов зонда от механических повреждений и является направляющей для перемещения межслойных магнитныхборок и индуктивного модуля.

5.1.5 Межслойная магнитная сборка, обеспечивающая неподвижное закрепление магнитного поля относительно границ слоев дорожной конструкции, изготавливается из немагнитной и коррозионностойкой стали или латуни. Магнитное поле создается кольцевыми магнитами, находящимися внутри сборки и изготовленными из коррозионностойкого сплава.

5.1.6 Индуктивный модуль предназначен для обеспечения передачи бесконтактным способом электроэнергии в зонд и информации из зонда к ППИ. Корпус индуктивного модуля должен быть герметичным и изготавливаться из полипропилена.

5.1.7 Нижняя неподвижная межслойная магнитная сборка, предназначенная для формирования точки отсчета остаточных деформаций элементов дорожной конструкции, должна закладываться на глубину рабочего слоя грунта земляного полотна (п. 3.74 СП 34.13330.2012).

5.1.8 Наконечник металлической трубки должен обеспечивать малое сопротивление при погружении зонда в грунт земляного полотна в процессе эксплуатации автомобильной дороги. Изготавливается из немагнитной и коррозионностойкой стали или латуни.

5.1.9 Электронные элементы зонда должны обеспечивать точность измерения:

- остаточных деформаций, не ниже 0,1 мм;
- температуры материалов слоев дорожных конструкций, не ниже 1°С.

5.1.10 Минимальный диапазон рабочих температур элементов зонда (температура покрытия), °С – минус 40...плюс 80.

5.1.11 СМОДТ должна быть предназначена для работы в циклическом режиме. Цикличность, периоды и продолжительность замеров устанавливается техническим заданием заказчика СМОДТ с учетом срока службы системы и требований к проводимым исследованиям, но не реже интервалов указанных в п. 8.3.

5.1.12 СМОДТ должна обеспечивать свое функционирование в течение жизненного цикла объекта.

5.1.13 Критерием отказа СМОДТ следует считать отсутствие поступления на СХД очередного массива результатов измерения в течение 2 часов.

5.1.14 Критерием предельного состояния являются непрерывные отказы СМОДТ в течение времени, устанавливаемого эксплуатационной документацией (но не более 7 дней) или повторяющиеся отказы, приводящие к снижению объема измеряемых данных от каждого зонда, поступающих на СХД на 30 % и более в течение периода времени, установленного в эксплуатационной документации (но не более 1 месяца).

5.1.15 Время восстановления работоспособности ремонтпригодных элементов СМОДТ (в случае выхода из строя) должно составлять не более 10 суток.

5.2 Требования к основным компонентам СМВ

5.2.1 СМВ грунта земляного полотна состоит из датчиков измерения влажности и блока сбора информации СМВ, обеспечивающего регистрацию показателей влажности рабочего слоя грунта земляного полотна с заданной периодичностью.

5.2.2 Компоненты СМВ должны быть изготовлены с учетом условий эксплуатации в грунте земляного полотна и особенностей водно-теплового режима данного климатического района.

5.2.3 Конструкция блока измерения влажности должна обеспечивать точность измерений:

- ± 1 % - для показаний объемной влажности;
- ± 2 % - для результатов перевода объемной влажности в массовую (весовую) влажность.

Для обеспечения требуемой точности измерений необходимо тарировать датчики измерения влажности для каждого типа грунта.

5.2.4 Максимальный диапазон измерения влажности датчиком должен быть больше расчетной влажности грунта, используемого на участке создания наблюдательной станции.

5.2.5 Минимальный срок службы СМВ определяется гарантийным сроком службы датчиков влажности, установленным заводом-изготовителем, но не менее 2 лет.

5.2.6 Критерием отказа СМВ следует считать отсутствие поступления на СХД трех последовательных измерений.

5.2.7 Критерием предельного состояния являются непрерывные отказы СМВ в соответствии с п. 5.1.14.

5.2.8 Время восстановления работоспособности ремонтпригодных элементов СМВ (в случае выхода из строя) должно составлять не более 10 суток.

5.3 Требования к основным компонентам СМНД

5.3.1 Датчики растягивающих напряжений и давления должны сохранять работоспособность при воздействии внешних факторов (уплотняющая техника, увлажнение, пыль и т.д.) в процессе строительства элементов дорожной конструкции.

5.3.2 Диапазон рабочих температур датчиков должен обеспечивать нормальное их функционирование при принятых условиях эксплуатации.

Минимальный диапазон рабочих температур:

- для датчиков растягивающих напряжений: $-30^{\circ}\text{C} \dots + 60^{\circ}\text{C}$;
- для датчиков давления: $-18^{\circ}\text{C} \dots + 30^{\circ}\text{C}$.

Максимальная температура, которую должен выдерживать датчик растягивающих напряжений без нарушения работоспособности (закладываемый в асфальтобетонные слои) – не менее $+180^{\circ}\text{C}$.

5.3.3 Минимальный диапазон измерений датчика:

- для датчиков растягивающих напряжений: $\pm 1\ 500\ \mu\text{e}$;
- для датчиков давления: 0-0,7 МПа.

5.3.4 Минимальный срок службы датчика:

- для датчиков растягивающих напряжений: 10^5 циклов нагружения;
- для датчиков давления: 10^9 циклов нагружения.

5.3.5 Длина подводящих проводов датчиков растягивающих напряжений и давления должна обеспечивать свободную связь датчика в его проектном положении в дорожной конструкции с блоком сбора информации.

5.3.6 Датчики растягивающих напряжений и давления должны быть откалиброваны в соответствии с рекомендациями производителя.

5.3.7 Регистрирующая аппаратура должна обеспечивать регистрацию сигнала с датчиков растягивающих напряжений и давления при скорости приложения временной нагрузки к дорожной конструкции в соответствии с условиями проведения испытаний.

5.3.8 Блок сбора информации СМНД должен располагаться во влагопылезащищенном антивандальном корпусе за пределами проезжей части, не препятствовать поверхностному стоку воды с проезжей части, работе машин и механизмов по содержанию земляного полотна и обеспечивать свободный доступ для его обслуживания и работы во время мониторинга.

5.3.9 Критерием отказа СМНД следует считать отсутствие поступления сигнала от одного из датчиков давления, датчиков растягивающих напряжений на блок сбора информации СМНД.

5.3.10 Критерием предельного состояния является отсутствие хотя бы по одному действующему датчику растягивающих напряжений (уложенных вдоль и поперек оси дороги) и датчику давления.

5.3.11 Дата восстановления работоспособности ремонтпригодных элементов СМНД (в случае выхода из строя) должна быть не позднее наступления даты следующего периодического замера давления и растягивающих напряжений.

5.4 Требования к элементам ППИ

5.4.1 ППИ должен состоять из блоков сбора информации, общего коммутационного блока, модема и источника бесперебойного питания.

5.4.2 Компоненты ППИ:

- должны быть предназначены для эксплуатации на открытом воздухе;
- изготавливаться в климатическом исполнении, соответствующем климатическому району места эксплуатации по ГОСТ 15150;
- должны сохранять работоспособность при воздействии совокупности климатических факторов, характерных для данного макроклиматического района, и транспортного потока.

5.4.3 Минимальный диапазон рабочих температур элементов ППИ (температура воздуха), °С – минус 40...плюс 45.

5.4.4 Все элементы ППИ, должны быть помещены в специальные распределительные щиты (с уровнем защиты не ниже IP 65 по ГОСТ 14254), предотвращающие воздействие на них погодных-климатических факторов и обеспечивающие бесперебойную работу электрических компонентов системы в течение длительного срока эксплуатации.

5.4.5 Молниезащита – заземление по постоянному току.

5.4.6 ППИ должен обеспечивать передачу информации с необходимого количества зондов, но не менее чем с трех.

5.4.7 Блоки сбора информации должны обеспечивать периодический опрос подключенных к нему зондов и блоков измерения влажности, а также передачу полученных результатов измерений в общий коммутационный блок.

5.4.8 Общий коммутационный блок должен обеспечивать резервное хранение результатов измерений во встроенной энергонезависимой памяти и передачу их при необходимости на модем по стандарту типа RS-485 (или аналог) и на персональный компьютер через порт USB.

5.4.9 Блоки сбора информации должны быть обеспечены питанием постоянного электрического тока напряжением 12 В от источника бесперебойного питания. Блоки сбора информации обеспечивают питание напряжением 12 В зондов и блоков измерения влажности в период их работы.

5.4.10 Источник бесперебойного питания должен обеспечивать периодическое кратковременное снабжение электрической энергией блоков

сбора информации, общего коммутационного блока и модема номинальным напряжением 12 В и силой тока до 1 А.

5.4.11 Модем должен обеспечивать передачу информации посредством сотовой связи стандарта GSM от блока управления на СХД. При отсутствии сотовой связи стандарта GSM передачу информации необходимо осуществлять при помощи проводной или спутниковой связи.

5.4.12 В случае нарушений или сбоев работоспособности электронных элементов СМОДТ и блоков измерения влажности в ППИ должен быть предусмотрен мониторинг технического состояния собственных элементов с последующей передачей сообщения об ошибке на удаленный компьютер.

5.5 Требования к СХД

5.5.1 Аппаратно-программная конфигурация СХД должна включать:

- процессор типа Intel Core i5 (или аналог) с характеристиками не ниже: LGA 1150, 4x3200 МГц, L2 – 1 Мб, L3 – 6 Мб, 2xDDR3-1600 МГц, типа Intel HD Graphics 4600 (или аналог);

- оперативную память не менее 8 Гб, дисковую подсистему в виде RAID массива типа 10 или 50 объемом не менее 500 Гб;

- операционную систему типа Linux CentOS (или аналог) или типа Debian (или аналог) с разрядностью 64 бита.

5.5.2 СХД должен быть подключен к широкополосному интернет каналу пропускной способностью не менее 3 Мбит/сек для приема данных от ППИ и иметь публичный фиксированный IP адрес в сети интернет.

5.5.3 Серверное приложение для приема данных должно быть построено на основе свободного программного обеспечения – языка программирования типа Java (или аналог), и высоконадежной базы данных типа PostgreSQL (или аналог), обеспечивающих стабильность и непрерывность сбора данных.

5.5.4 Обмен данными между персональным компьютером и сервером хранения данных должен выполняться по стандарту REST.

6 Общие технические требования

6.1 Требования к пожарной безопасности

6.1.1 Компоненты наблюдательных станций и испытательных полигонов должны соответствовать требованиям пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.1.004, ГОСТ Р 53314.

6.2 Требования по электромагнитной совместимости

6.2.1 Компоненты наблюдательных станций и испытательных полигонов должны быть устойчивы к воздействию низкочастотных излучаемых электромагнитных помех.

6.2.2 Устойчивость к низкочастотным и высокочастотным кондуктивным электромагнитным помехам не регламентируется, так как отсутствует контакт с внешними сетями электропитания переменного и постоянного тока.

6.2.3 Элементы наблюдательных станций и испытательных полигонов следует размещать в местах отсутствия высокочастотных излучаемых электромагнитных помех, включая промышленные радиопомехи или предусматривать методы защиты от них в соответствии с ГОСТ Р 51317.2.5. Также должны быть предусмотрены методы защиты элементов наблюдательных станций и мобильных испытательных полигонов от электростатических разрядов.

6.2.4 Уровень радиопомех в местах размещения элементов наблюдательных станций и испытательных полигонов должен соответствовать эксплуатационной документации используемых в системе радиомодемов в соответствии с ГОСТ Р 51320.

6.3 Электротехнические требования

6.3.1 Для защиты ППИ от кратковременного отключения электропитания должен быть предусмотрен источник бесперебойного электропитания с подзарядкой от возобновляемых источников энергии и/или сети электропитания.

6.3.2 Должна быть предусмотрена защита от короткого замыкания и кратковременного перенапряжения.

6.3.3 Заземление составных частей ППИ должно осуществляться в соответствии с их эксплуатационной документацией.

6.3.4 Опора, предназначенная для размещения элементов ППИ, должна быть обеспечена системой молниезащиты в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-1.

6.4 Требования к транспортировке, хранению, маркировке и информационному сопровождению

6.4.1 Условия хранения и требования к транспортировке и упаковке должны выполняться в соответствии с ГОСТ 23088 и устанавливаются изготовителем в нормативно-технической документации к элементам СМОДТ и СМНД, требующим транспортировки, упаковки и хранения.

6.4.2 СМОДТ, СМНД и СМВ необходимо сопровождать эксплуатационной документацией по ГОСТ 2.610, содержащей гарантии изготовителя, действительные при соблюдении потребителем требований, указанных в эксплуатационной документации.

6.4.3 Маркировку осуществляют в соответствии с ГОСТ 25359.

6.5 Системные требования к персональному компьютеру

6.5.1 Минимальные технические характеристики персонального компьютера для работы с СМОДТ, СМНД и СМВ:

- операционные системы типа MS Windows XP, Windows 7 (или аналог) или более поздние версии с установленной поддержкой русского языка;
- свободное место на жестком диске – не менее 100 Мб;
- видеокарта и монитор SVGA с поддержкой видео режима с глубиной цвета 16 млн. цветов, рекомендуемое разрешение: 1024x768 или 1280x1024;
- 1 последовательный USB порт;
- возможность подключения к сети Internet.

6.6 Требования к программному обеспечению СМОДТ и СМВ

6.6.1 Программное обеспечение должно обеспечивать возможность считывания и обработки накопленных на СХД данных об остаточных деформациях и изменениях температуры в элементах дорожной конструкции, а также влажности грунта земляного полотна и отображения их в численном и графическом виде.

6.6.2 Программное обеспечение должно иметь возможность:

- ручного редактирования показаний зондов с целью устранения некорректных значений (например, динамических прогибов от автомобильного транспорта, не являющихся остаточными деформациями и т.п.);
- обработки информации и построение графиков о накопившихся остаточных деформациях и влажности грунта земляного полотна и температуре за любой период мониторинга.

6.6.3 В соответствии с требованиями [1] к защите получаемой информации могут быть применены соответствующие дополнительные требования.

6.7 Требования к программному обеспечению СМНД

6.7.1 Программное обеспечение СМНД входит в блок сбора информации и должно иметь:

- возможность графического отображения в течение измерения;

- функцию извлечения данных измерений;
- функцию пропуска данных измерений.

7 Монтаж и запуск систем мониторинга

7.1 Монтаж и запуск СМОДТ

7.1.1 Закладка элементов зондов должна осуществляться поэтапно, по мере возведения рабочего слоя земляного полотна и строительства каждого конструктивного слоя дорожной одежды при обязательном соблюдении условия минимизации воздействия на технологию их устройства.

7.1.2 Зонды закладывают на правой полосе наката исследуемой полосы движения на расстоянии 0,9 м от кромки проезжей части или разметки с интервалом 5 м друг от друга в продольном направлении. Схемы размещения зондов в дорожной конструкции представлены на рисунках 5-6.

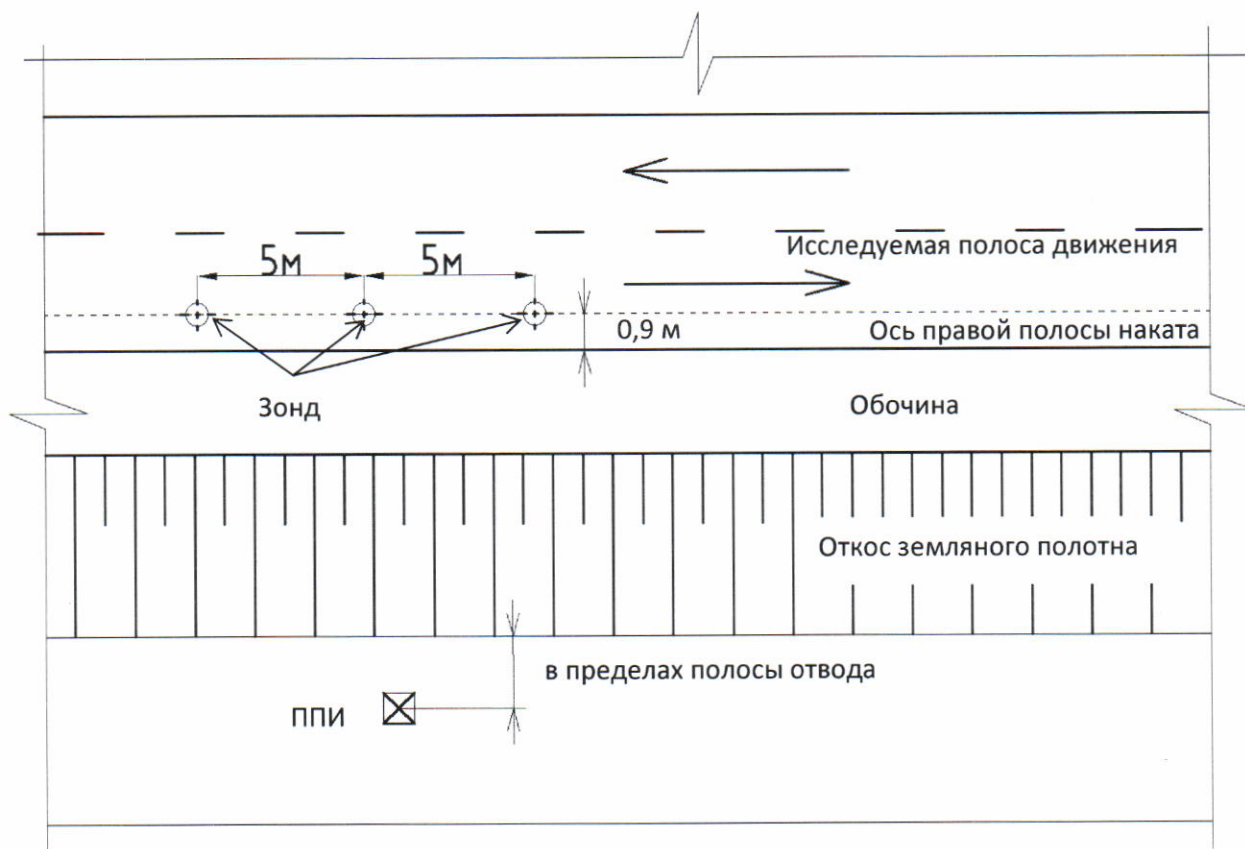


Рисунок 5 – Схема расположения зондов в плане

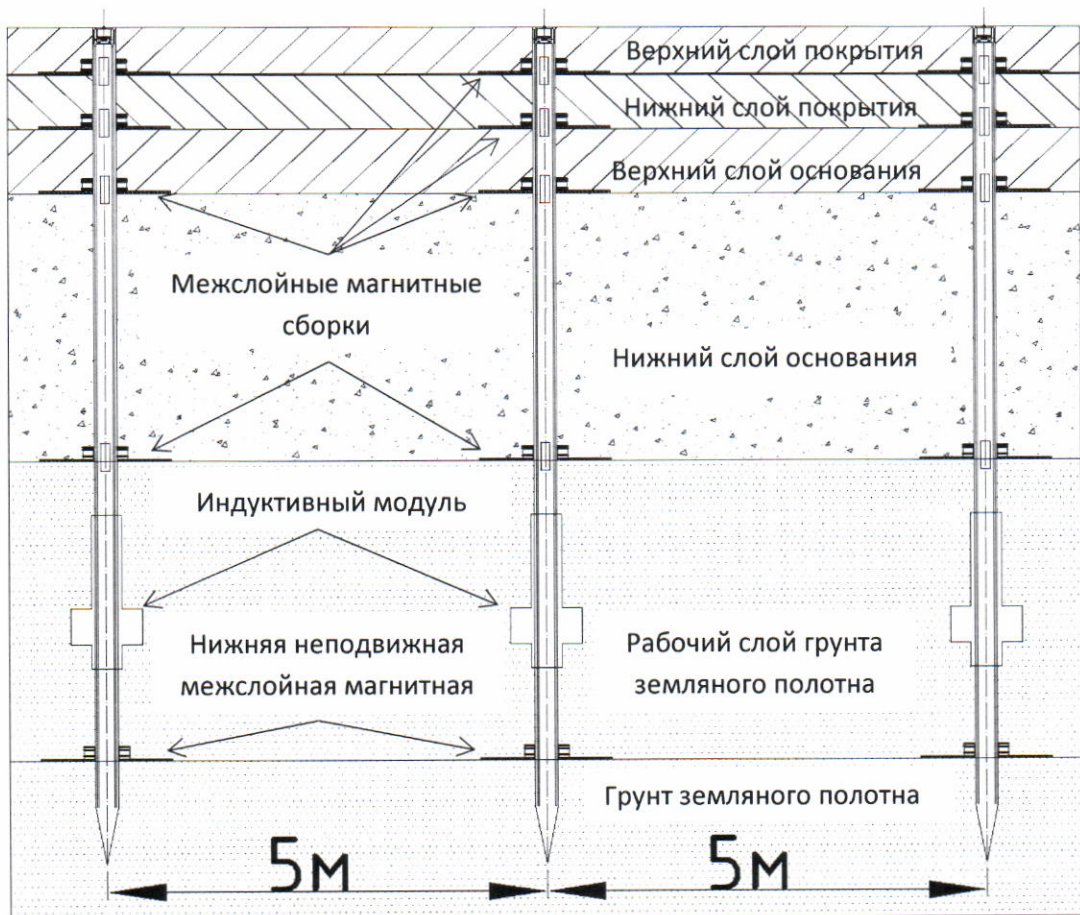


Рисунок 6 – Схема расположения зондов в дорожной конструкции

7.1.3 К закладке зондов необходимо приступать непосредственно после завершения работ по устройству рабочего слоя грунта земляного полотна.

7.1.4 При установке зондов необходимо соблюдать следующую последовательность:

- определение места расположения зондов в плане согласно п. 7.1.2;
- выбуривание в грунте вертикальной скважины до уровня низа рабочего слоя грунта земляного полотна для последующей закладки элементов зонда;
- установка металлической трубки в выбуренном отверстии;
- установка нижнего неподвижного межслойного магнитного диска на глубину, соответствующую низу рабочего слоя грунта земляного полотна;
- засыпка скважины от нижнего неподвижного межслойного магнитного диска до индуктивного модуля грунтом земляного полотна с обеспечением требуемого значения коэффициента уплотнения;
- установка индуктивного модуля в рабочий слой грунта земляного полотна на глубину, равную половине толщины рабочего слоя;

- прокладка кабеля от индуктивного модуля к предполагаемому месту установки ППИ по кратчайшему расстоянию на глубине, обеспечивающей безопасное залегание кабеля в период строительства и эксплуатации исследуемого участка автомобильной дороги;

- засыпка скважины грунтом от индуктивного модуля до верха земляного полотна с обеспечением требуемого коэффициента уплотнения;

- установка межслойных магнитных сборок в процессе устройства конструктивных слоев дорожной одежды. Рекомендуемое количество межслойных магнитных сборок должно равняться количеству слоев дорожной конструкции, учитывая, в том числе и слой грунта земляного полотна. При необходимости, для исследования накопления остаточных деформаций в одном конкретном слое дорожной конструкции достаточно применение двух межслойных магнитных сборок, расположенных по границам интересующего слоя;

- монтаж внутренней электроники зондов;

- установка пробки на поверхность покрытия.

7.1.5 Установка межслойных магнитных сборок в конструктивных слоях дорожной одежды должна выполняться без нарушения технологии устройства слоев, а также с сохранением требуемых физико-механических показателей дорожно-строительных материалов в зоне установки зондов.

7.1.6 Запуск СМОДТ необходимо выполнить после монтажа всех ее элементов и подключения электроники к источнику электропитания.

7.2 Монтаж и запуск СМВ

7.2.1 К закладке блоков измерения влажности необходимо приступить в процессе работ по устройству рабочего слоя грунта земляного полотна совместно с монтажом элементов СМОДТ.

7.2.2 Количество блоков измерения влажности на каждой наблюдательной станции должно быть не менее четырех, с целью осреднения значений и обеспечения дублирования информации на случай выхода из строя неремонтопригодных элементов.

7.2.3 Блоки измерения влажности располагают между зондами в соответствии с рисунками 7-8 попарно на уровне поверхности и на нижней границе рабочего слоя грунта земляного полотна.

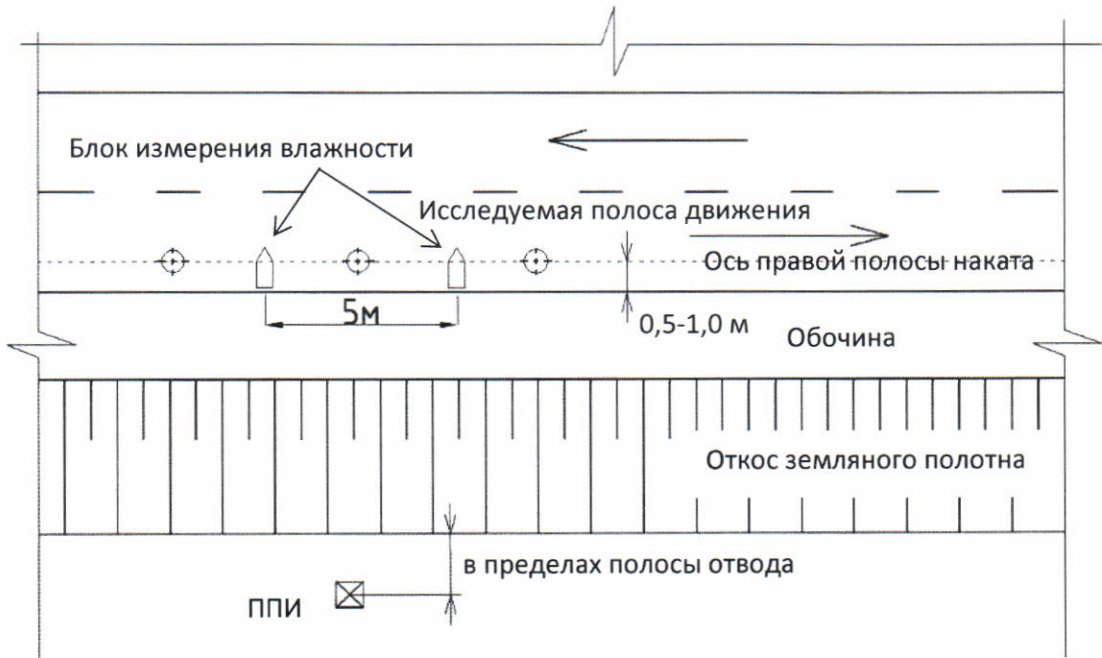


Рисунок 7 – Схема расположения блоков измерения влажности в плане

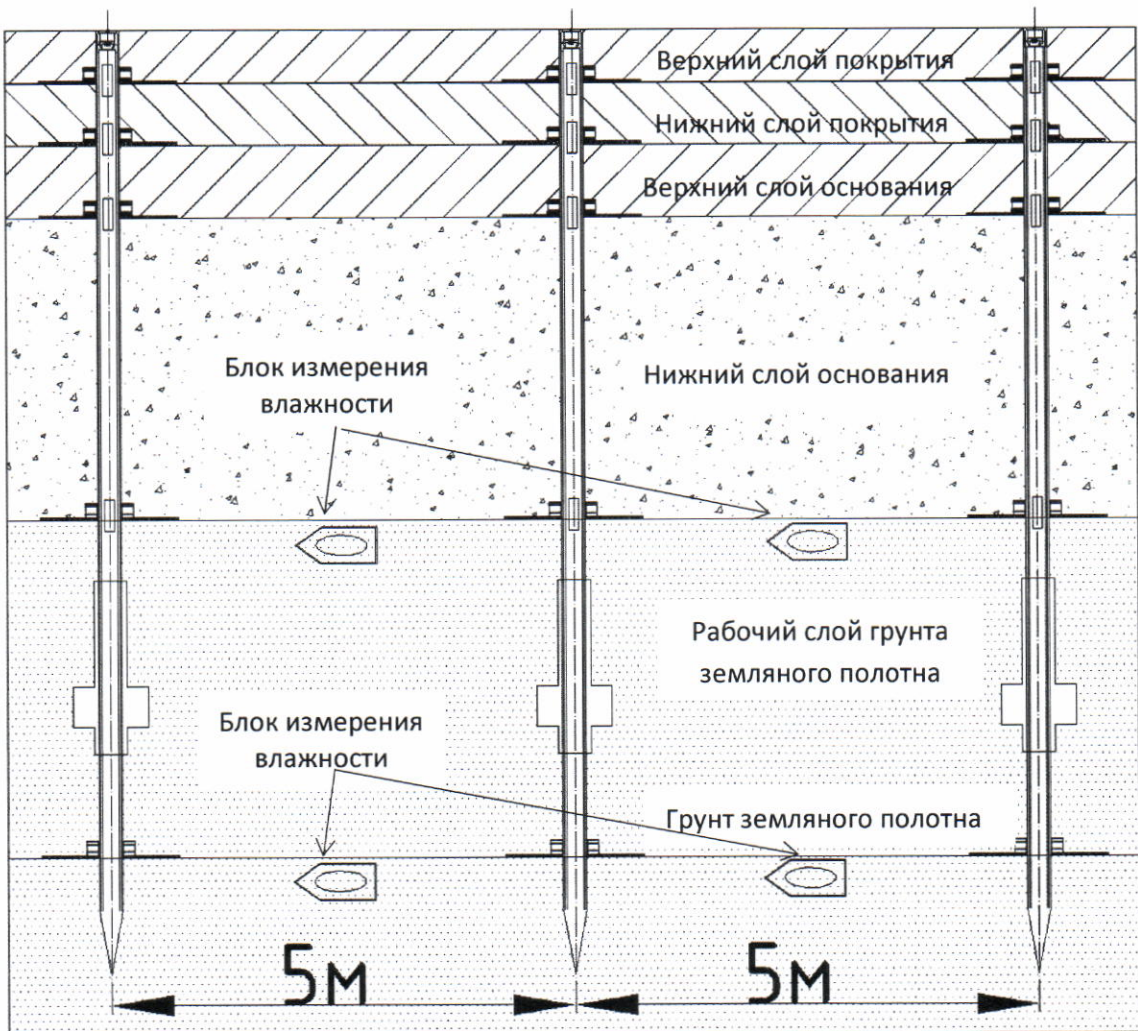


Рисунок 8 – Схема расположения блоков измерения влажности в дорожной конструкции

7.2.4 Блоки измерения влажности закладывают в пределах правой полосы наката исследуемой полосы движения на расстоянии 0,5-1,0 м от кромки проезжей части или разметки с интервалом 5 м друг от друга в продольном направлении.

7.2.5 Прокладка кабеля от датчиков влажности к предполагаемому месту установки ППИ осуществляется аналогично прокладке кабеля от зондов.

7.3 Монтаж ППИ

7.3.1 Монтаж ППИ необходимо выполнять после завершения работ по формированию откосов земляного полотна. При отсутствии опор освещения или опор информационных табло (в радиусе 50 м от зондов) в пределах полосы отвода необходимо установить опору для закрепления на ней блоков управления и, модема с передающей антенной и источника бесперебойного питания. Высота опоры должна быть достаточной для обеспечения необходимого уровня сигнала сотовой сети GSM, но не менее 5 м.

7.3.2 Автономная работа зондов должна осуществляться источником бесперебойного питания (установленного в ППИ и обеспечивающего питание с требуемыми параметрами), реализованного в виде аккумуляторной батареи, подзаряжаемой от возобновляемых источников энергии (солнечная панель и т.п.) и/или сетью электропитания (при наличии). С целью обеспечения максимально длительного срока эксплуатации аккумуляторной батареи зонды должны быть запрограммированы на переход в спящий режим в промежутках передачи информации.

7.4 Монтаж и запуск СМНД

7.4.1 Мониторинг растягивающих напряжений и давления в элементах дорожной конструкции от действия временной транспортной нагрузки, температурных и других воздействий осуществляется на создаваемых для этих целей мобильных испытательных полигонах.

7.4.2 Количество закладываемых датчиков на каждом испытательном полигоне должно быть не менее (если техническим заданием на проведение мониторинга не предусмотрено иное):

- растягивающих напряжений – 12 датчиков на нижней границе пакета асфальтобетонных слоев;

- давления – по одному на поверхности каждого конструктивного элемента из несвязных материалов и один на поверхности рабочего слоя земляного полотна.

7.4.3 Закладка датчиков давления должна осуществляться поэтапно с целью минимизации воздействия на технологию устройства земляного полотна и слоев дорожной одежды.

7.4.4 Датчики растягивающих напряжений закладывают группой (12 датчиков), из которых 6 предназначены для регистрации напряжений в продольном направлении дороги (трубка с чувствительным элементом располагается параллельно направлению движения автомобилей) и 6 для регистрации напряжений в поперечном направлении дороги (трубка с чувствительным элементом располагается под углом 90° к направлению движения автомобилей). При этом 4 датчика (включая 2 для оценки продольных напряжений и 2 для оценки поперечных) располагаются по оси правой полосы наката крайней правой полосы движения (на расстоянии 0,5-1,0 м от кромки проезжей части). Две идентичные группы датчиков (по 4 в каждой) размещают со смещением на 30-50 см в обе стороны от оси полосы наката.

7.4.5 Датчики давления закладывают на правой полосе наката крайней правой полосы движения в группе с датчиками растягивающих напряжений на расстоянии 0,3-0,5 м от крайних поперечных движению рядов датчиков растягивающих напряжений. Схемы размещения датчиков напряжений в дорожной конструкции представлены на рисунках 9 и 10.

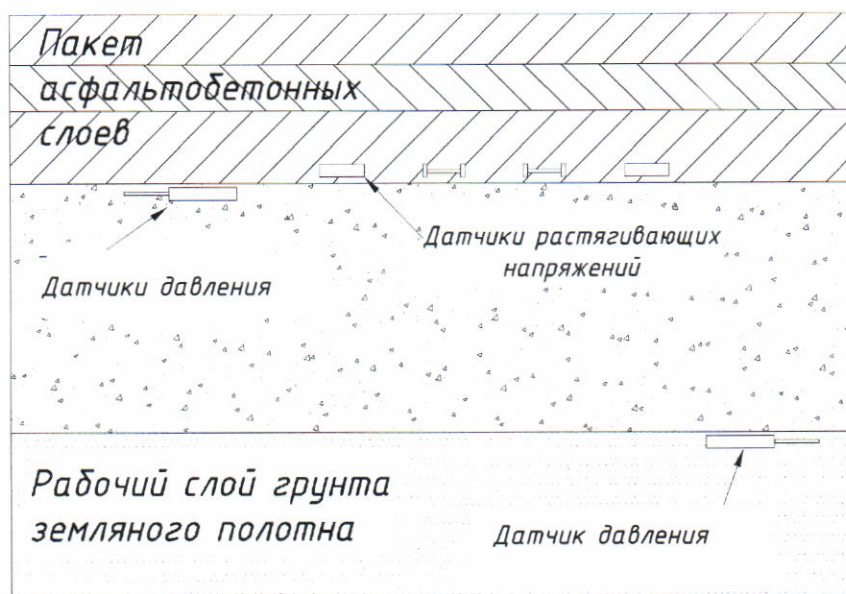


Рисунок 9 – Схема размещения датчиков растягивающих напряжений и давления в дорожной конструкции (в поперечном сечении)

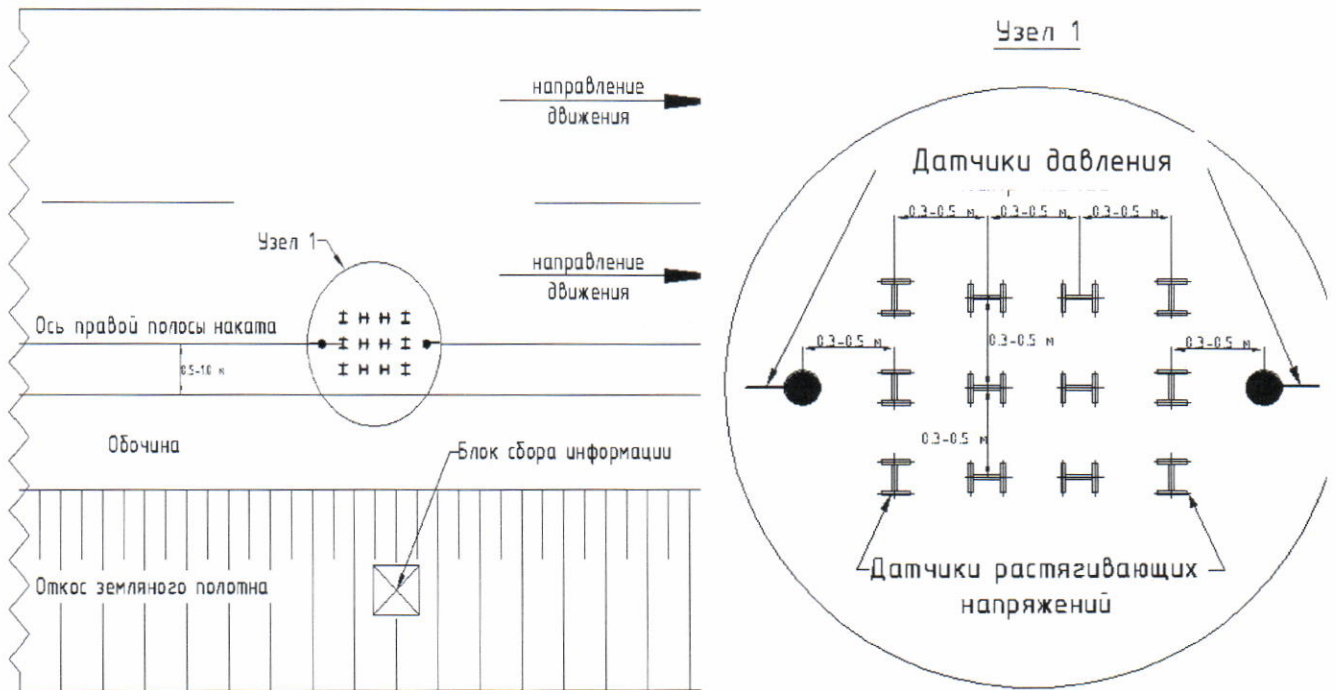


Рисунок 10 – Схема размещения датчиков растягивающих напряжений и давления в дорожной конструкции (в плане)

7.4.6 Закладку датчиков давления выполняют в следующей последовательности (если иное не предусмотрено заводом-изготовителем датчиков сжимающих напряжений):

- определение места установки датчика;
- устройство углубления в намеченном для датчика месте, разработка траншеи для размещения чувствительного элемента (преобразователя давления) и подводных проводов (по кратчайшему расстоянию к блоку сбора информации СМНД);

- устройство слоя из песка (крупностью менее 2,5 мм) в углублении. Выравнивание и уплотнение песка трамбовкой;

- укладка датчика на слой песка. Проектным положением датчика считается такое, при котором поверхность распределительной подушки (рисунок 11) располагается заподлицо с поверхностью слоя, давление на который определяется. Следует убедиться, что нижняя поверхность распределительной подушки и трубка с чувствительным элементом хорошо контактируют со слоем песка. Ориентация трубки с чувствительным элементом должна быть параллельна полосе наката. При помощи небольшого пузырькового уровня, установленного в центр распределительной подушки, следует добиться горизонтального размещения датчика (подушки);

- размещение подводящего провода в защитном шланге в траншею. Провод должен лежать свободно – без натяжений;

- распределение небольшого количества песка вокруг подушки датчика и уплотнение вручную;

- засыпка трубки с чувствительным элементом и подводящих проводов материалом слоя, полученным от разработки углубления для датчика и траншеи для подводящих проводов. Тщательное уплотнение материала ручной трамбовкой;

- уплотнение материала конструктивного слоя над датчиком и проверка работоспособности датчика путем регистрации сигнала.

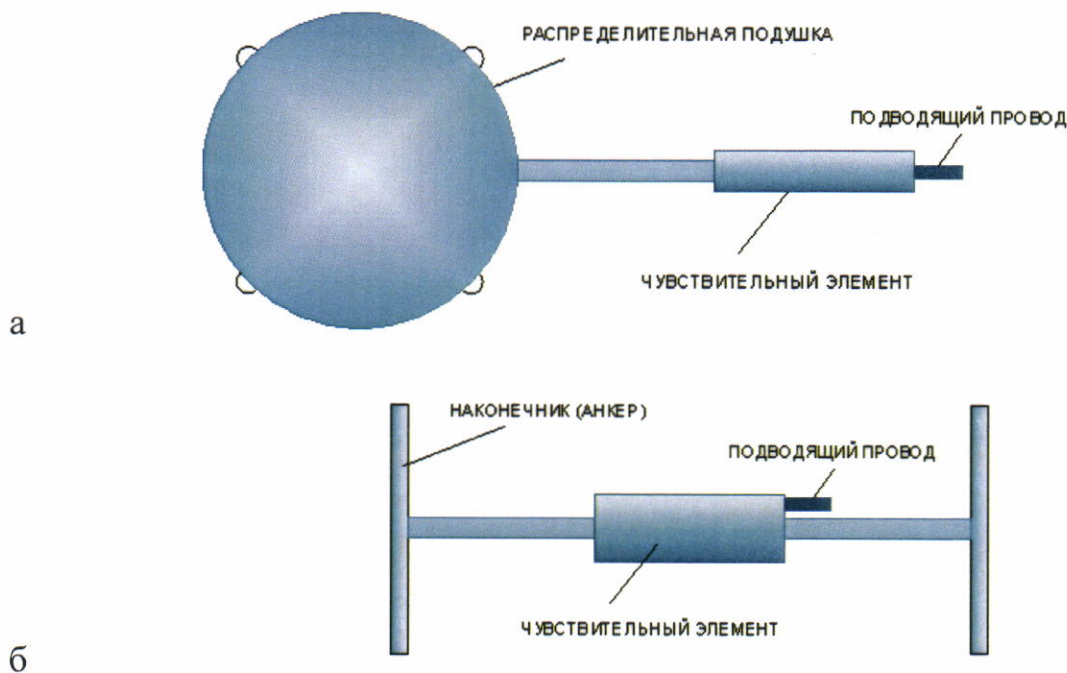


Рисунок 11 – Общий вид датчиков напряжений:

а – датчик давления, б – датчик растягивающих напряжений

7.4.7 Закладку датчиков растягивающих напряжений выполняют в следующей последовательности (если иное не предусмотрено заводом-изготовителем датчиков растягивающих напряжений):

- определение точек установки датчика;
- устройство траншей для подводящих проводов от точек установки датчиков до пункта сбора информации по кратчайшему расстоянию;
- размещение датчика в проектное положение (без закрепления);
- свободное размещение подводящих проводов в траншее;
- присыпка траншей с размещенными в них подводящими проводами и тщательное уплотнение трамбованием;

- нанесение на каждую точку установки датчика слоя подгрунтовки (вязкий битум БНД 70/100 или БНД 100/130 по ГОСТ 33133). Подгрунтовка должна занимать площадь, достаточную для закрепления датчика по периметру его опорной части;
- установка датчика в слой подгрунтовки;
- непосредственно перед проходом укладчика над датчиком, горячая смесь из укладчика просеивается через сито 20 мм для удаления крупных частиц. Просеянная смесь распределяется поверх датчика. Образованный защитный слой уплотняют статическим нагружением ручной трамбовкой;
- укладка слоя асфальтобетонной смеси на ширину укладываемого слоя асфальтоукладчиком;
- уплотнение слоя. Уплотнение с включенным вибратором запрещено в месте закладки датчика;
- проверка работоспособности датчиков.

8 Передача информации на сервер хранения данных

8.1 В качестве СХД должен быть применен компьютер, отвечающий требованиям, изложенным в п. 5.4. По согласованию с Государственной компанией «Автодор» возможно использование СХД, принадлежащего сторонней организации, работающей в области мониторинга телеметрии.

8.2 Передачу информации на СХД необходимо осуществлять в автоматическом режиме в соответствии с программой, заложенной в модем и блоки сбора информации. Периодичность считывания должна обеспечивать наглядность процессов температурно-влажностных колебаний и накопления остаточных деформаций в элементах дорожных конструкций.

8.3 В течение первого года эксплуатации наблюдательной станции необходимо поддерживать режим передачи информации с периодичностью:

- 1 час – температуры в элементах дорожной конструкции;
- 4 раза в сутки – остаточные деформации (в 3, 9, 15 и 21 часов);
- 2 раза в сутки – влажность (в 3 и 15 часов).

8.4 По истечении первого года мониторинга рекомендуется (по согласованию с Государственной компанией «Автодор») снизить нагрузку на оборудование. Для этого необходимо увеличить интервал передачи данных до 12 часов (в 3 и 15 часов) для температуры и деформаций и 24 часа (в 15 часов) для влажности.

8.5 Периодичность снятия показаний с СМНД назначается по согласованию с Государственной компанией «Автодор», но не реже 1 раза в квартал.

9 Техническое обслуживание систем мониторинга

9.1 Техническое обслуживание ППИ следует проводить не реже 1 раза в 3 месяца, при этом необходимо выполнять следующие проверки:

- визуальный осмотр внешнего и внутреннего состояния надземных элементов ППИ;
- проверка электрических соединений;
- проверка целостности соединительных кабелей и их защитных оболочек;
- проверка наличия коррозии металлических деталей;
- контроль состояния светодиодных индикаторов блока управления, модема и источника бесперебойного питания;
- для поддержания заданных характеристик солнечной батареи (при использовании возобновляемых источников энергии) на протяжении всего срока эксплуатации необходимо периодически удалять с рабочей поверхности осаждающуюся пыль и грязь с помощью тряпки, смоченной в воде, а в зимнее время сметать снег;
- контроль напряжения солнечной батареи, аккумуляторных батарей блока управления и источника бесперебойного питания.

9.2 Техническое обслуживание блока сбора информации СМНД заключается в визуальном осмотре целостности соединительных кабелей и защитных оболочек, проверке наличия коррозии металлических деталей.

Библиография

- [1] Федеральный закон 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».