ОДМ 218.4.033-2017

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПОЛИГОНОВ НА ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СЕТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН ООО «СПбГАСУ-Дорсервис»

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 07.08.2018 № 3116-р

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 1

3 Термины и определения 2

4 Обозначения и сокращения..... 4

5 Общие положения..... 4

6 Требования к техническому оснащению опытно-экспериментальных полигонов 7

7 Рекомендации по созданию системы опытно-экспериментальных полигонов в различных природно-климатических зонах Российской Федерации 14

8 Метрологическое обеспечение опытно- экспериментальных полигонов 15

9 Требования к оформлению паспорта опытно- экспериментальных полигонов ... 15

Приложение А Испытательные площадки (секции) опытно-экспериментального полигона..... 17

Приложение Б Обустройство секций и схемы размещения датчиков..... 18

Приложение В Основные требования к работам по закладке измерительного оборудования..... 22

Приложение Г Рекомендации к составлению программ исследований и по перечню проверяемых показателей..... 35

Приложение Д Регламенты типовых исследований (порядок проведения измерений)..... 48

Библиография 69

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Методические рекомендации по созданию системы опытно-экспериментальных полигонов на действующей сети автомобильных дорог федерального значения для внедрения новых технологий и материалов в дорожном хозяйстве в различных природно-климатических зонах Российской Федерации

1 Область применения

Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее - методический документ) определяет основные требованиям к инфраструктуре опытно-экспериментальных полигонов и методические рекомендации по созданию системы опытно-экспериментальных полигонов на действующей сети автомобильных дорог федерального значения для внедрения новых технологий и материалов в дорожном хозяйстве в различных природно-климатических зонах Российской Федерации.

В рекомендациях уделено внимание оснащению, устройству и организации опытно-экспериментальных полигонов в различных природно-климатических зонах Российской Федерации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85. М., 2013.

ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013) 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 32729-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Метод измерения упругого прогиба нежестких дорожных одежд для определения прочности.

ГОСТ 32825-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических размеров повреждений.

ГОСТ 32865-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Знаки переменной информации. Технические требования.

ГОСТ 33078-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием.

ГОСТ 33101-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Покрытия дорожные. Методы измерения ровности.

ГОСТ 33147-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Плиты дорожные железобетонные. Методы контроля.

ГОСТ 33151-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Технические требования. Правила применения.

ГОСТ Р 52290-2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования.

ГОСТ Р 8.820- 2013- Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения.

ГОСТ Р 8.568-97- Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Опытно-экспериментальное применение – применение впервые в том или ином федеральном казенном учреждении, подведомственном Федеральному дорожному агентству, отраслевой инновации (инновации дорожно-климатической зоны, инновации организации) на одном или нескольких участках освоения.

3.2 Освоение инноваций в дорожном хозяйстве – применение прогрессивных технологий, материалов, конструкций, машин и механизмов при проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, ремонте и содержании дорог и сооружений на них.

3.3 Отраслевая инновация – введение впервые в отрасли в употребление какого-либо нового или значительно улучшенного продукта (товара или услуги), процесса, организационного метода в области техники, технологии и материалов, безопасности дорожного движения, организации труда и управления.

3.4 Текущий мониторинг – это мониторинг, направленный на получение информации об успешности освоения отраслевой инновации (инновации дорожно-климатической зоны) в цикле освоения в Росавтодоре до получения результатов оценки эффективности.

3.5 Участок освоения (опытно-экспериментальный полигон) – участок капитального ремонта, ремонта или содержания автомобильных дорог общего пользования федерального значения или искусственного сооружения на них, на которых в федеральном казенном учреждении, подведомственном Росавтодору,

осуществляется опытно-экспериментальное или широкое применение одной или нескольких отраслевых инноваций (инноваций дорожно-климатической зоны, инноваций организации).

3.6 Цикл освоения инновации в Росавтодоре – процесс, связанный с освоением отраслевой инновации в федеральных казенных учреждениях, подведомственных Федеральному дорожному агентству, в различных климатических зонах, начинаемый с опытно-экспериментального применения и до получения результатов оценки эффективности.

3.7 Широкое применение – применение в том или ином федеральном казенном учреждении, подведомственном Федеральному дорожному агентству, отраслевой инновации (инновации дорожно-климатической зоны, инновации организации) на одном или нескольких участках освоения с года, следующего за опытно-экспериментальным применением.

4 Обозначения и сокращения

В настоящем методическом документе приняты следующие обозначения и сокращения:

ГИБДД – государственная инспекция безопасности дорожного движения;

ОЭП – опытно-экспериментальный полигон.

5 Общие положения

5.1 К опытно-экспериментальному применению в органах управления дорожным хозяйством рекомендуется:

- вновь разработанная или ранее не применявшаяся данным органом управления дорожным хозяйством отечественная инновация, не обеспеченная изданными Росавтодором методическими документами (ОДМ), утвержденными ПНСТ или согласованными Росавтодором стандартами организации в порядке, предусмотренном ОДМ 218.1.001-2010 «Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства» [1];

- впервые осваиваемая в Российской Федерации зарубежная инновация;

- отдельные технические предложения.

5.2 При опытно-эксперементальном применении порядок планирования, организации работ, финансирования и информационного обеспечения инновационной деятельности, а также порядок и требования к организации учета, отчетности и контроля выполнения работ по внедрению и освоению инновационной продукции осуществляется в соответствии с ОДМ «Методические рекомендации по организации

освоения инноваций при проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, ремонте и содержании автомобильных дорог и искусственных сооружений на них в системе федерального дорожного агентства».

5.3 Участки освоения (опытно-экспериментальные полигоны) должны позволить проведение исследований по вопросам, связанным с мониторингом:

- состояния конструкции (напряженно-деформированного и транспортно-эксплуатационного состояний и их динамики во времени);

- влияния погодных условий (мониторинг основных явлений и их влияния на водно-тепловой режим конструкций, работоспособности как в целом, так и отдельных слоев);

- транспортного потока (выявление сезонных и годовых изменений и влияние на динамику деградации эксплуатационного состояния);

- изучения инновационных дорожно-строительных материалов (влияние их на распределяющую способность и другие качества конструкций, мониторинг стабильности свойств во времени);

- технологий (целесообразность при строительстве, ремонте или капитальном ремонте, влияния на степень деградации переменных параметров покрытий и ухудшение потребительских свойств дороги).

5.4 В общем виде опытно-экспериментальный полигон должен состоять из последовательно расположенных участков освоения (текущего мониторинга) в виде линейных секций, размещенных на дорогах общего пользования (Приложение А), состоящим из испытательных площадок (секций). ОЭП может быть размещен только на участках автомобильных дорог федеральных значения имеющих по две полосы движения в каждую сторону и интенсивность движения не более 500 ед/ч на каждой полосе.

Границы между опытными секциями целесообразно совмещать с местами расположения водопропускных труб и других искусственных сооружений с тем, чтобы они не оказывали влияние на работу опытной конструкции в пределах секций.

5.5 В составе опытно-экспериментального полигона допускается устройство сразу нескольких участков исследований, включающих:

- участок с испытательными площадками (секциями) (Приложения А и Б), для наблюдения за необратимыми деформациями и водно-тепловым режимом конструкций (с установкой датчиков), для оценки эксплуатационного состояния, для оценки дорожных конструкций (с неодинаковой толщиной слоев, измерения пластичности асфальтобетонов, измерения хрупкости асфальтобетонов и битумов);

- участок для испытаний различных видов искусственных сооружений и мостовых конструкций, для испытания пешеходных мостов, для испытания тоннелей, для испытания мостовых конструкций, для испытания композитных и иных инновационных материалов;

- участка для испытания элементов обустройства дороги;

- участка изучения нетрадиционных материалов.

5.6 Устраиваемые конструкции на испытательных площадках (секциях) должны быть предусмотрены как равнопрочные конструкции, равнотолщинные конструкции, разнопрочные конструкции (с разным уровнем надежности), и жесткие дорожные одежды. При использовании различных конструкций для определения эталонной, рекомендуется обычная конструкция с дробленным скальным минеральным материалом построенная по требованиям СП 78.13330.2012.

5.7 Участки освоения на ОЭП требуется разделять на секции (Приложения А и Б), длинной не менее 150 м., на которых использовать различные конструкции дорожной одежды – от особо большой толщины асфальтобетонного слоя до цементобетонных покрытий, включая укрепленное цементом основание под асфальтобетонным покрытием.

5.8 При проведении работ на участках ОЭП ограждение мест производства работ осуществляется согласно ОДМ 218.6.019-2016, как при проведении краткосрочных работ.

5.9 ОЭП обязательно оснащается автоматической метерологической станцией по ГОСТ 33151, при этом метеорологическая станция монтируется совместно со знаком перемененной информации перед началом ОЭП.

5.10 Перед началом ОЭП для водителей за 150 м устанавливается информационное табло в виде знака переменной информации по ГОСТ 32865 с обязательным указанием протяженности ОЭП, в конце ОЭП устанавливают знак 3.31 «Конец зоны всех ограничений» по ГОСТ Р 52290. При необходимости в соответствии с программой исследований на участках ОЭП допускается изменение скоростного режима, путем установки соответствующих дорожных знаков перед участками.

5.11 С учетом программы исследований, на участках требующих установки датчиков по глубине от 1 см до 5 м устанавливаются требуемые датчики и измерительные средства (Пример: Приложение Б).

5.12 Минимальный набор датчиков и приборов, устанавливаемых в конструкции, должен включать датчики: остаточных и обратимых деформаций, оценки внутренних напряжений в асфальтобетоне (в цементобетоне), оценки внутренних

напряжений, температуры, влажности грунта, а также виброакселерометр, зонд глубины промерзания, датчики порового давления.

5.13 Для обеспечения бесперебойной работы измерительного оборудования должны соблюдаться регламенты закладки измерительного оборудования. Основные требования к работам по закладке измерительного оборудования представлены в Приложении В.

5.14 На опытно-экспериментальных полигонах должны быть определены специальные требования к порядку движения тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств, согласованы маршруты и определены особые условия движения транспортных средств, перевозящих опасные грузы.

5.15 Для обеспечения полноценной работы и обработки данных необходима постоянная связь с центром мониторинга и научного сопровождения, а также с постами ГИБДД с весовым контролем.

5.16 Программа исследований выполняемых на секциях ОЭП определяется ТЗ на выполнение работ по опытно-экспериментальному внедрению или по текущему мониторингу. Испытания материалов и конструкций в условиях опытно-экспериментальных полигонов должны проходить по правилам, прописанным в виде регламентов на испытания, и одинаковых для всех исследователей с учетом региональных климатические условий. Схемы всех видов работы в пределах ОЭП должны быть утверждены владельцем автомобильной дороги. Рекомендации к программам исследований представлены в Приложении Г. Регламенты типовых исследований представлены в Приложении Д.

5.17 Материалы и конструкции дорожных покрытий на опытных секциях принимаются в соответствии с Программой исследований на наблюдательных полигонах.

5.18 Проверочный расчет дорожной одежды проводить в соответствии с действующими нормами и с учетом научных рекомендаций, в необходимых случаях. Толщина однотипных покрытий нежесткого и жесткого типа должна быть одинаковой.

5.19 Для размещения опытных конструкций жесткого типа допускается удаление части существующего основания дорожной одежды.

5.20 Основание дорожной одежды должно быть однородным как по длине полигона, так и по его ширине. Критерием однородности служит наличие одних и тех же конструктивных слоев из одинаковых материалов. Также критерием является отличие в толщах однотипных, по расположению дорожной конструкции и материалам, конструктивных слоев не более 2 см. При этом коэффициент вариации измеренных эквивалентных модулей упругости ниже слоя дорожного покрытия в

пределах каждой опытной секции (допускается проводить измерения методом кратковременного нагружения) при доверительной вероятности 0,95 не должен превышать 10%. Средние значения эквивалентных модулей упругости для опытных секций с однотипными проверяемыми инновационными покрытиями не должны статистически значимо отличаться. В том случае, если данные условия не выполняются, необходимо предусмотреть меры по обеспечению однородности основания дорожной одежды. Оценка однородности основания дорожной одежды производится по результатам не менее чем тридцати измерений в пределах каждой полосы движения каждой опытной секции. Места измерений в пределах обследуемого участка должны располагаться равномерно.

5.21 С целью обеспечения однородности работы грунтовых оснований на участках замены слабых и неоднородных грунтов необходимо предусмотреть устройство дренажей глубокого заложения с применением инновационных решений. Что позволит одновременно решать научно-исследовательские задачи в области регулирования водного режима грунтовых оснований дорожных конструкций.

5.22 Конструкции опытных дорожных одежд должны быть равнопрочными, в связи с чем допускается различная толщина дорожных одежд с обеспечением плавного сопряжения их на границах секций.

6 Требования к техническому оснащению ОЭП

6.1 Датчики регистрации напряженно-деформированного и температурно-влажностного режимов дорожных конструкций должны соответствовать следующим требованиям.

Требования к механическим характеристикам.

Датчики должны сохранять работоспособность при воздействии внешних факторов (уплотняющая техника, увлажнение, пыль и т.д.) в процессе строительства испытательных секций.

Требования к комплектности.

Длина подводящих проводов должна быть достаточной для соединения точек проектного положения датчика и устройства считывания информации.

Совместно с комплектом датчиков должно поставляться устройство считывания информации / программное обеспечение для работы в операционных системах Windows. Системы считывания информации датчиков напряжений и деформаций должны обеспечивать возможность считывания показаний с датчиков в динамическом режиме.

К поставке обязательны регламент проведения оценки работоспособности датчика, методика и оборудование для калибровки (в случае необходимости проведения данных работ). В комплект поставки должна входить инструкция на русском языке.

Требования к установке.

Установка датчиков должна осуществляться квалифицированными специалистами в соответствии с техническими регламентами закладки датчиков, рекомендациями производителя измерительного оборудования.

Требования к метрологическим характеристикам представлены в таблицах 1-7.

Таблица 1 - Датчики оценки внутренних напряжений в асфальтобетоне

Параметр датчика	Требования
Минимальный диапазон измерений, με	±1500
Минимальный диапазон рабочих температур, °С	от -30 до + 60
Максимальная температура без нарушения работоспособности, °С	не менее 180

Таблица 2 - Датчики оценки внутренних напряжений в цементобетоне

Параметр датчика	Требования
Минимальный диапазон измерений, με	± 3000
Минимальный диапазон рабочих температур, °С	от -30 до + 60
Погрешность измерений, %	± 0,1

Таблица 3 - Датчики оценки давления

Параметр датчика	Требования
Минимальный диапазон измерений, МПа	0 ÷ 0,7
Минимальный диапазон рабочих температур, °С	от -18 до + 30
Минимальный срок службы, количество циклов	10^9

Таблица 4 - Датчики влажности грунта

Параметр датчика	Требования
Точность, % объемного содержания влаги	± 3
Разрешение, % объемного содержания влаги, не менее	0,1

Таблица 5 - Датчики температуры

Параметр датчика	Требования
Минимальный диапазон рабочих температур, °С	от -30 до +

	60
Точность, °С, не менее	± 0,5
Разрешение, °С, не менее	0,1

Таблица 6 - Датчики остаточных деформаций

Параметр датчика	Требования
Минимальный диапазон рабочих температур, °С	от -30 до +60
Точность, мм, не менее	0,5

Таблица 7 - Датчики обратимых деформаций

Параметр датчика	Требования
Точность для значений перемещений после обработки сигнала, мм, не менее	0,01

6.2 Основные технические требования к системе мониторинга транспортного потока.

*Требования к **техническим характеристикам**.*

Система мониторинга для полигонов линейного типа должна обеспечить автоматическую регистрацию и хранение следующих параметров:

- количество транспортных средств, проходящих по исследуемой проезжей части в единицу времени (час, сутки, месяц, год);

- количество легковых автомобилей в потоке;

- количество грузовых автомобилей в потоке с разделением на группы не хуже, чем по EUR 13 (то есть не менее чем на 10 групп для грузовых автомобилей);

- количество автобусов в потоке;

- величина нагрузки на ось или колесо проходящего автомобиля;

- скорость транспортного средства.

Работа должна осуществляться одновременно на всех исследуемых полосах движения.

Система мониторинга должна обеспечить автоматическую регистрацию и хранение информации о количестве транспортных средств, проходящих по исследуемой проезжей части в единицу времени (час, сутки, месяц, год).

Рабочая температура измерительного блока – от -40 °С до +70 °С.

Питание от сети переменного тока – 220 В.

Интерфейсы:

Таблица 8

HW	Ethernet, модемы: RS232, GPRS / EDGE / CDMA и др.

SW	TSP/IP, UDP/IP, HTTP
GUI	Web-интерфейс

Требования к метрологическим характеристикам.

Точность измерения нагрузки на ось – ±11 %.

Точность измерения скорости – ±3%.

Требования к комплектности.

В комплект поставки должна входить инструкция на русском языке.

Система мониторинга должна иметь все необходимые сертификаты и лицензии.

В комплект поставки должен входить весь перечень необходимого оборудования для регистрации параметров, отмеченных в пункте «Требования к техническим характеристикам».

Требования к установке.

Установка датчиков должна осуществляться квалифицированными специалистами. Для полигонов линейного типа место установки должно обеспечивать регистрацию параметров транспортного потока в период движения транспортных средств, как по полигону, так и по обходному участку.

Должен быть обеспечен свободный и безопасный доступ обслуживающего персонала к оборудованию, входящему в состав системы мониторинга.

6.3 Основные технические требования к системе мониторинга погодно-климатических факторов.

Требования к техническим характеристикам.

Станция должна обеспечить автоматическую регистрацию и хранение следующих параметров:

- относительная влажность и температура воздуха;

- атмосферное давление;

- осадки (дождь, смешанный дождь/снег, снег) и интенсивность их выпадения;

- направление и скорость ветра;

- температура и состояние поверхности (сухая, влажная, мокрая, лед, иней, снег) дороги.

Интерфейсы:

Таблица 9

HW	Ethernet, модемы: RS232, GPRS / EDGE / CDMA и др.
SW	TSP/IP, UDP/IP, HTTP
GUI	Web-интерфейс

Работа станции должна осуществляться от сети переменного тока или от солнечных батарей.

Требования к метрологическим характеристикам.

Таблица 10

Метрологический параметр	Диапазон измерения, не уже	Точность измерения, не хуже
Относительная влажность воздуха	1 – 100 %	±2 %
Температура воздуха	-40 – + 60 °С	±0,5 °С
Атмосферное давление	500 – 1000 гПа	±0,5 гПа
Интенсивность дождя	0 – 200 мм/час	±0,1 мм/час
Интенсивность снега	-	±0,1 мм/час
Скорость ветра	0 – 60 м/с	±5 %
Направление ветра	0 – 360 °	±3 °
Температура поверхности дороги	-40 – + 60 °С	±0,5 °С

Требования к комплектности.

В комплект поставки должна входить инструкция на русском языке. Система мониторинга должна иметь все необходимые сертификаты и лицензии. В комплект поставки должен входить пакет прикладных программ, необходимых для измерения, реализации алгоритмов и других процедур, осуществляющих полный анализ состояния поверхности дорожного покрытия.

Требования к установке.

Установка станции и датчиков должна осуществляться квалифицированными специалистами в предусмотренном проектом месте. Должен быть обеспечен свободный и безопасный доступ обслуживающего персонала к оборудованию, входящему в состав станции.

6.4 Основные технические требования к оснащению процессов сбора информации.

Требования к мобильному измерительному комплексу.

Мобильный измерительный комплекс должен иметь необходимое оборудование (даталогеры) для регистрации показаний с датчиков, заложенных в конструктивные слои дорожных одежд, в режимах, предусмотренных условиями измерений.

Минимальные технические требования к персональному компьютеру, входящему в состав переносного измерительного комплекса:

- операционные системы, поддерживающие работу с необходимым рабочим программным обеспечением;

- 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;

- 3 последовательных USB порт;

- возможность подключения к сети Internet.

Программное обеспечение должно обеспечивать возможность считывания и обработки данных со всего перечня оборудования, используемого на полигоне.

Программное обеспечение должно иметь:

- возможность графического отображения в течение измерения;

- функцию извлечения данных измерений;

- функцию пропуска данных измерений;

- возможность ручного редактирования показаний (для измерительных зондов) с целью устранения некорректных значений (например, динамических прогибов от автомобильного транспорта, не являющихся остаточными деформациями и необратимыми перемещениями и т.п.);

- возможность обработки информации и построения графиков.

Требования к системе передачи информации (при ее наличии).

В состав системы передачи информации входят: регистрирующая аппаратура (даталогеры), общий коммутационный блок и модем, снабженные источником(ами) бесперебойного питания.

Элементы системы передачи информации должны быть предназначены для эксплуатации на открытом воздухе и изготавливаться в климатическом исполнении, соответствующем климатическому району места эксплуатации по ГОСТ 15150.

Минимальный диапазон рабочих температур компонентов системы передачи информации – от -40 до +45 °С.

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

Молниезащита – заземление по постоянному току.

Система передачи информации должна обеспечивать передачу информации с необходимого количества датчиков с заданной периодичностью, отвечающей условиям эксперимента.

Общий коммутационный блок должен обеспечивать резервное хранение результатов измерений, полученных через регистрирующую аппаратуру, 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. При наличии

функции хранения, информация может храниться непосредственно в энергонезависимой памяти регистрирующей аппаратуры.

Источник бесперебойного питания должен обеспечивать периодическое кратковременное снабжение электрической энергией регистрирующей аппаратуры, общего коммутационного блока и модема с учетом требований завода-изготовителя данного оборудования.

Модем должен обеспечивать передачу информации посредством сотовой связи стандарта GSM. При отсутствии сотовой связи стандарта GSM передачу информации необходимо осуществлять при помощи проводной или спутниковой связи.

6.5 Технико-экономические требования к приборному оснащению испытаний мостовых сооружений и элементов.

Требования к метрологическим характеристикам.

Датчики оценки напряжений в арматурных стержнях железобетонных конструкций

Таблица 11

Параметр датчика	Требования
Минимальный диапазон измерений, με	± 2500
Минимальный диапазон рабочих температур, °С	от -20 до + 80
Погрешность измерений, %	± 0,25

Датчики оценки напряжений на поверхности бетонных и металлических конструкций

Таблица 12

Параметр датчика	Требования
Минимальный диапазон измерений, με	± 3000
Минимальный диапазон рабочих температур, °С	от -20 до + 80
Погрешность измерений, %	± 0,1

Датчики оценки напряжений на поверхности бетонных и металлических конструкций

Таблица 13

Параметр датчика	Требования
Минимальный диапазон измерений, g	± 2
Минимальный диапазон рабочих частот, Гц	0 … 800 (±5 %)
Минимальный диапазон рабочих температур, °С	от -30 до + 60
Разрешение, g	0,0001
Шум, μg, не более	380

7 Рекомендации по созданию системы опытно-экспериментальных полигонов в различных природно-климатических зонах Российской Федерации.

7.1 Система опытно-экспериментальных полигонов (их устройство, оснащение и организация) должна обеспечить проведение следующих основных исследований:

- изучение состояния конструкции – напряженно-деформированного и транспортно-эксплуатационного состояний и их динамики во времени;
- изучение погоды – мониторинг основных явлений и их влияния на водно-тепловой режим конструкций, работоспособности как в целом, так и отдельных слоев;
- изучение транспортного потока – выявление сезонных и годовых изменений и влияние на динамику деградации эксплуатационного состояния;
- изучение инновационных дорожно-строительных материалов – влияние их на распределяющую способность и другие качества конструкций, мониторинг стабильности свойств во времени;
- изучение технологий – целесообразность при строительстве, ремонте или капитальном ремонте, влияния на степень деградации переменных параметров покрытий и ухудшение потребительских свойств дороги.

7.2 Места размещения и оснащение опытно-экспериментальных полигонов должны учитывать основные направления исследований целесообразных для различных условий дорожно-климатических зон РФ, а именно система ОЭП должна представлять собой не менее трех участков освоения в трех основных дорожно-климатических зонах.

7.2.1 Зона размещения на севере- распространения вечномерзлых грунтов. Основные направления исследований в этих условиях – обеспечение устойчивости земляного полотна в связи с возможным изменением состояния криолитозоны, а также проверка долговечности дорожных покрытий в условиях действия очень низких зимних температур.

7.2.2 Зона размещения в центре- средняя полоса России. Основные направления исследований в этой зоне – обеспечение устойчивости земляного полотна на слабых грунтах, увеличение долговечности дорожных одежд в условиях высокой интенсивности движения, повышение устойчивости дорожных покрытий к колееобразованию (в том числе в результате износа шипами) и трещинообразованию.

7.2.3 Зона размещения на юге- в сочетании с горным рельефом. Основные направления исследований в этой зоне – обеспечение устойчивости дорожных покрытий к пластическим деформациям в жаркий период года, а также совершенствование методов противодействия оползневым процессам на горных склонах.

7.4 Участки дорог действующей сети, назначаемые для использования как ОЭП должны отвечать следующим требованиям: соответствовать требованиям п.5.4, иметь протяженность линейных участков до 1 км, не иметь пересечений в одном уровне. Также целесообразно выбирать участки имеющие насыпи высотой до 12 и малые водопропускные сооружения.

7.4 Выбор ОЭП в зонах указанных в 6.2 осуществляется по поручению ФКУ от ФДА с учетом плана освоения инноваций по ОДМ «Методические рекомендации по организации освоения инноваций при проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, ремонте и содержании автомобильных дорог и искусственных сооружений на них в системе федерального дорожного агентства».

7.5 Сбор и накопление информации текущего мониторинга с ОЭП должен осуществляться на базе АСУ МКВИ.

7.6 Работа полигонов осуществляется по циклической схеме. После того как проверяемые материалы и конструкции пройдут установленный цикл проверки, производится реконструкция полигона. Конструкции (инновации) прошедшие цикл освоения в Росавтодоре разбираются, а на их месте устраиваются новые для последующей освоения.

8 Метрологическое обеспечение опытно- экспериментальных полигонов

8.1 Метрологическое обеспечение опытно- экспериментальных полигонов осуществляют в соответствии с ГОСТ Р 8.820.

8.2 Все средства измерений (СИ), применяемые для аттестации испытательного оборудования, должны быть поверены и/или калиброваны в соответствии с ГОСТ Р 8.568.

9 Требования к оформлению паспорта опытно- экспериментального полигона

Паспорт опытно- экспериментальных полигонов должен включать:

- год постройки;
- место расположения опытно- экспериментального полигона;
- общую длину опытно- экспериментального полигона;
- характеристики участков мониторинга;
- конструкции испытательных площадок (секций);
- конструкции участков для испытаний различных видов искусственных сооружений и мостовых конструкций:

- сведения о лице, ответственном за обеспечение требований охраны труда и техники безопасности, с указанием контактных данных.

Приложение А

Испытательные площадки (секции) опытно-экспериментального полигона

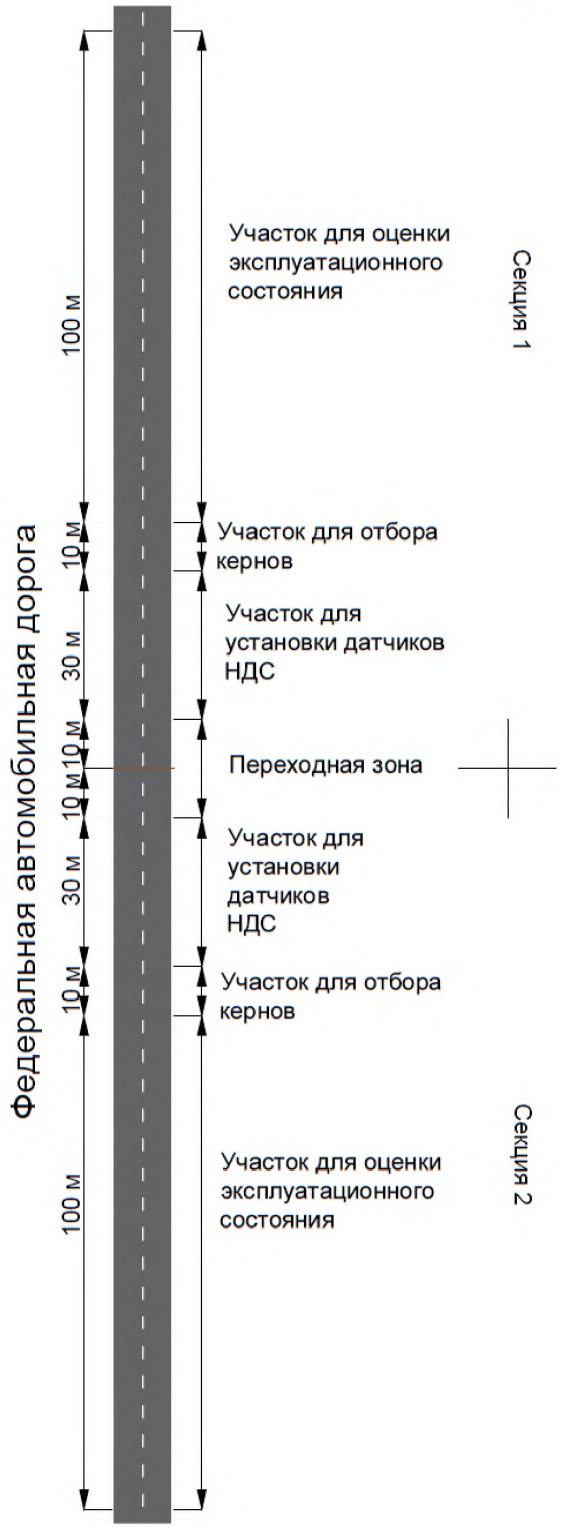

Рисунок А.1 - Испытательные площадки (секции) опытно-экспериментального полигона

Приложение Б

Обустройство секций и схемы размещения датчиков

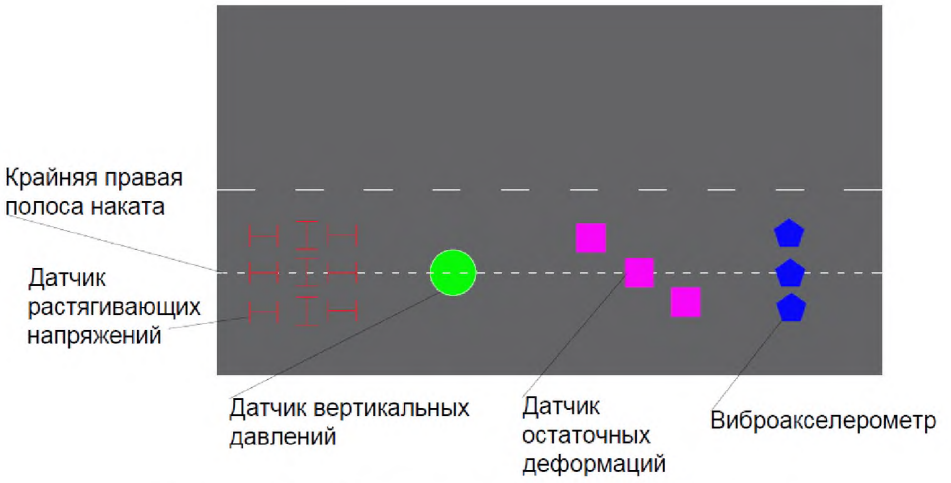

Рисунок Б.1- Испытательные площадки (секции)

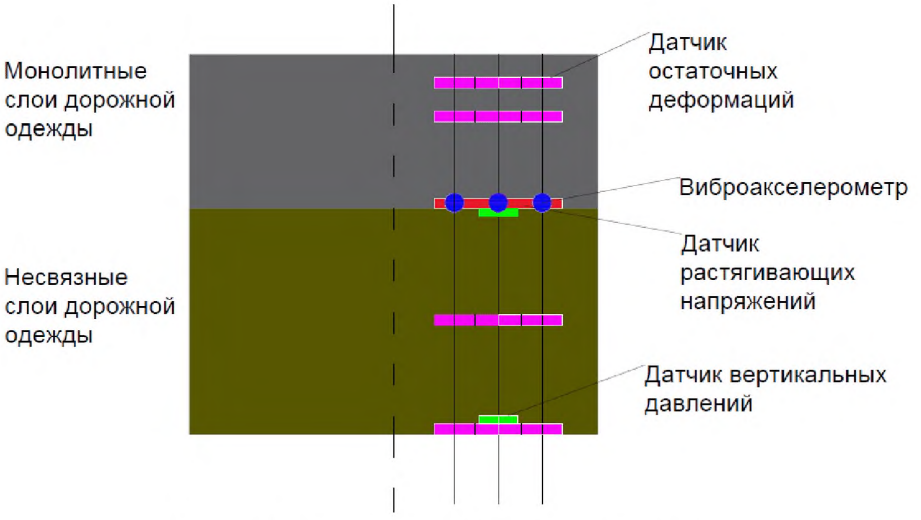

Рисунок Б.2 - План испытательной секции

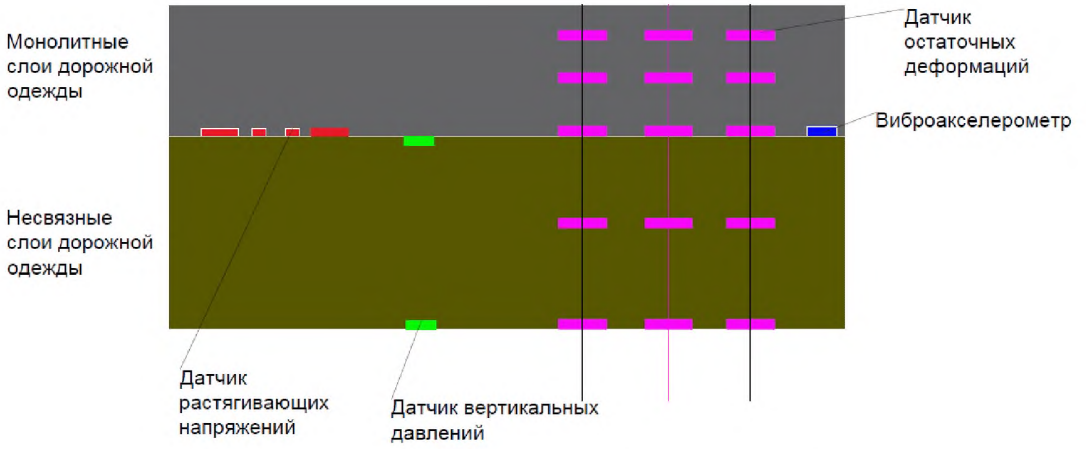

Рисунок Б.3 - Поперечный разрез испытательной секции

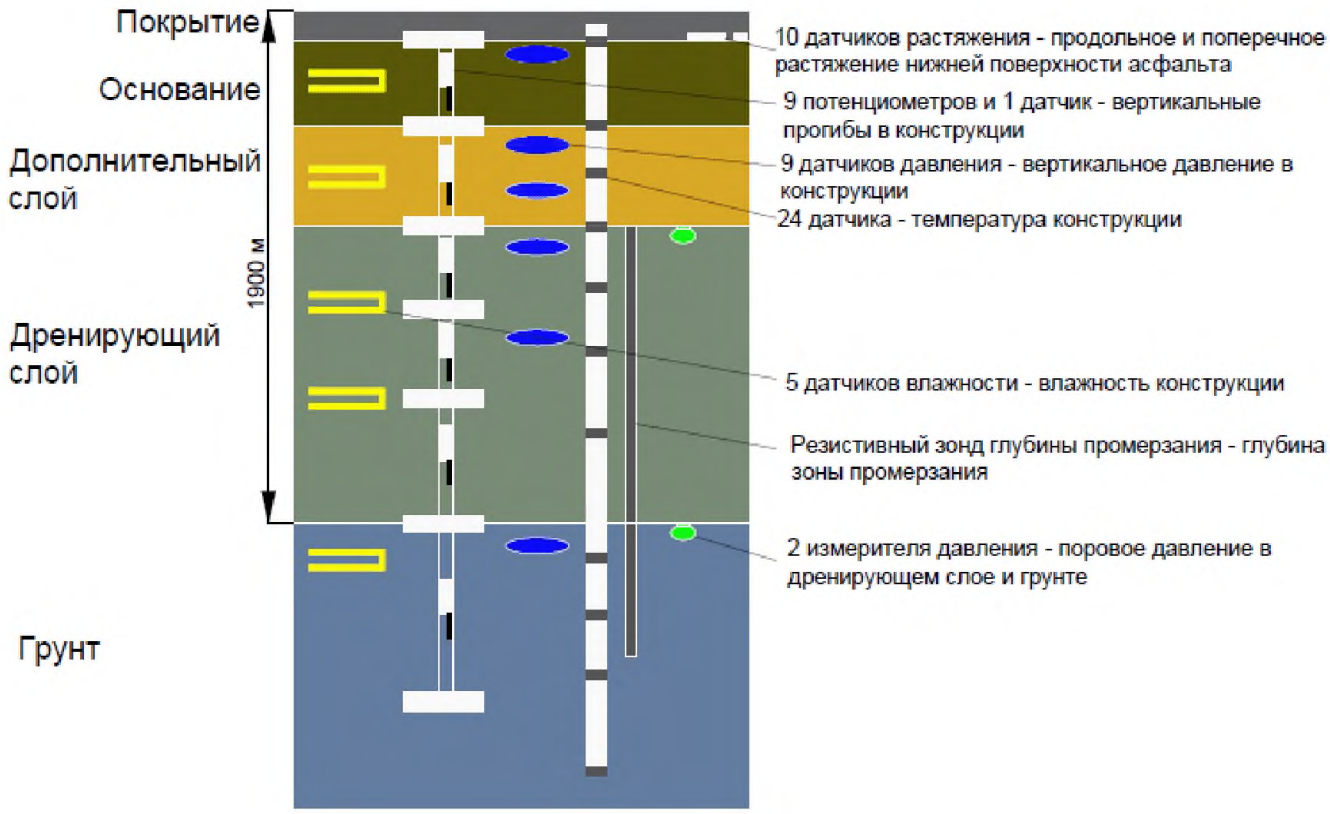

Рисунок Б.4 - Продольный разрез испытательной секции. Пример расположения датчиков в дорожной конструкции по глубине

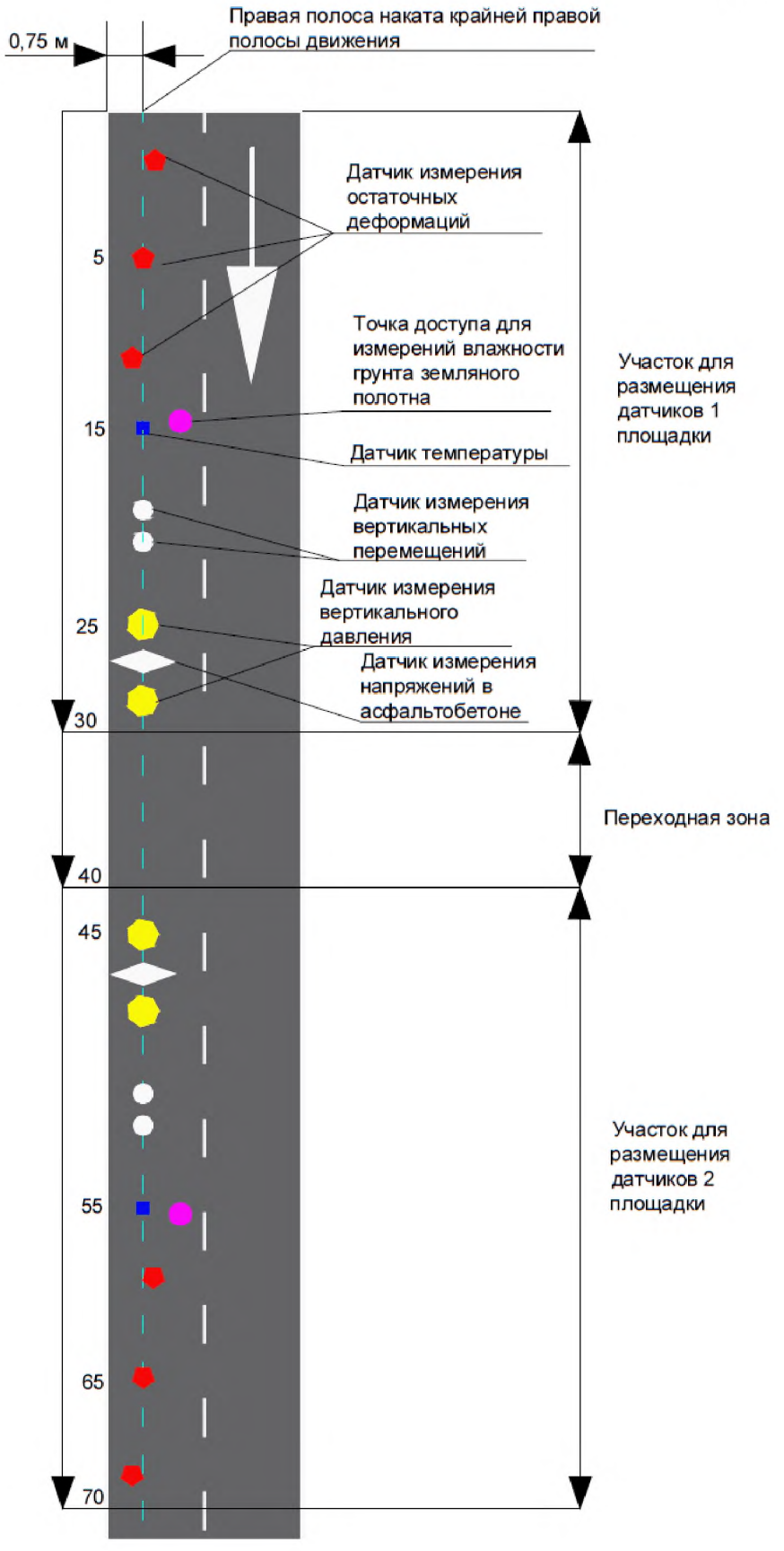

Рисунок Б.5 - Пример №1 схем размещения стационарных датчиков для автоматизированных измерений

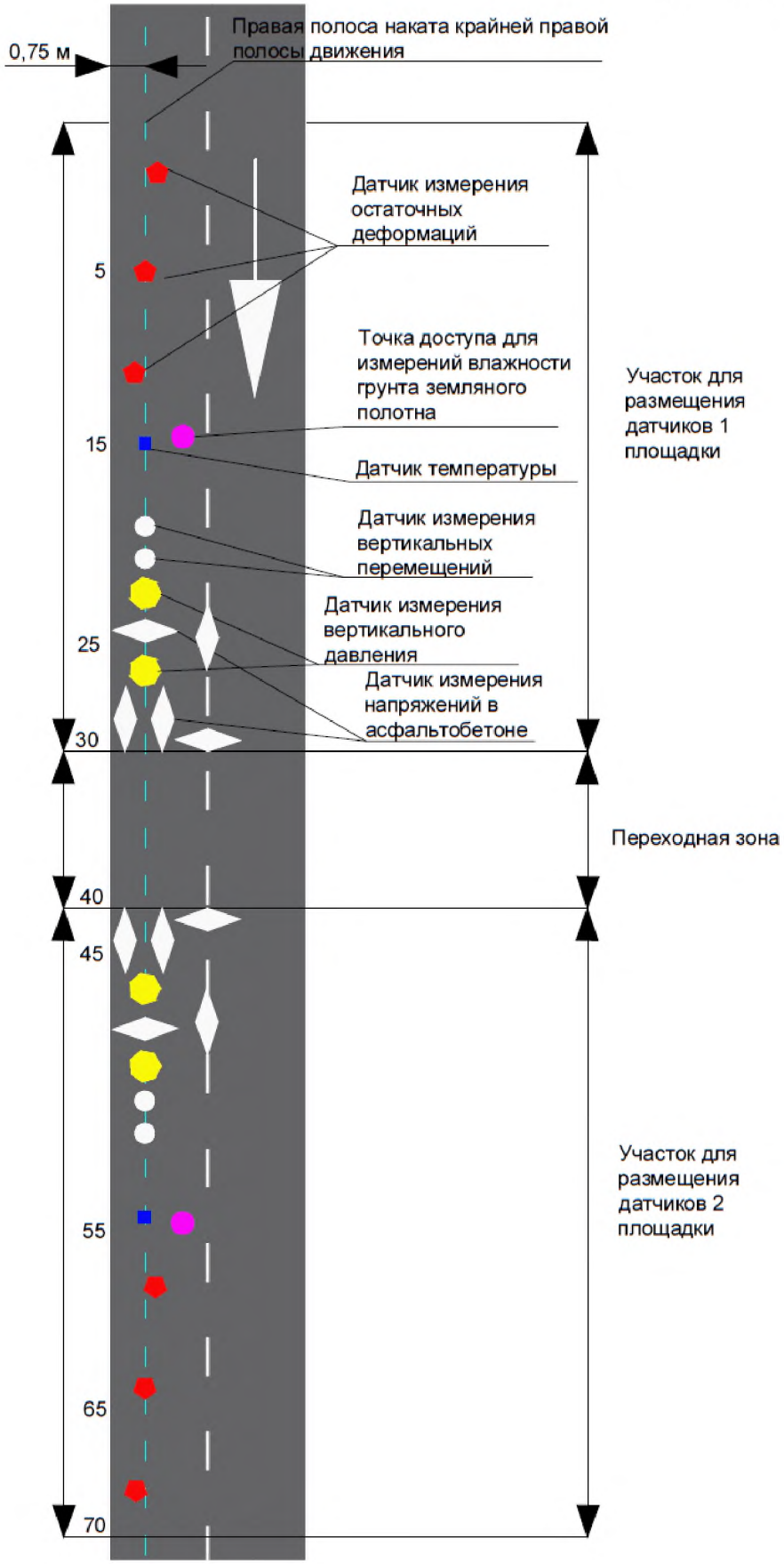

Рисунок Б.6 - Пример №2 схем размещения стационарных датчиков для автоматизированных измерений

Приложение В

Основные требования к работам по закладке измерительного оборудования

Подготовительные работы.

До начала производства работ по установке измерительного оборудования должны быть выполнены работы по оценке его работоспособности согласно методикам, разработанным производителем оборудования.

При необходимости, должна быть выполнена калибровка датчиков.

До начала производства работ должна быть осуществлена маркировка датчиков и проводов с обозначением типа датчика и присвоенного ему номера. Для этого при помощи прозрачной клейкой ленты (скотч) бумажная бирка с идентификационным номером фиксируется в двух точках подводящего провода: в непосредственной близости к датчику и на свободном конце провода. Крепление должно быть надежным и исключать возможность отрыва бирки при проведении работ по установке датчика.

Соединительные провода для подключения датчиков к разъемам пункта сбора информации, до начала производства работ по закладке оборудования, должны быть подсоединены к выходным портам датчиков согласно инструкции производителя. Длина подводящих проводов должна обеспечить проектное положение датчика в плане и по высоте.

При необходимости пункты сбора информации, в пределах которого осуществляется закладка измерительного оборудования (датчиков) должны быть обеспечены доступом (возможностью подключения) к сетям общего либо автономного электроснабжения.

Опорные элементы для датчиков растягивающих напряжений в бетоне должны быть изготовлены до начала работ по укладке бетона. Для установки одного датчика напряжений требуется два опорных элемента. Опорные элементы изготавливают из стальной проволоки, диаметром не менее 7 мм.

Линейные размеры опорных элементов должны обеспечивать удобное размещение датчиков, устойчивость конструкции и возможность установки датчика в проектное положение.

Основные работы.

Поверхность конструктивных слоев дорожной одежды или рабочего слоя земляного полотна, являющихся основанием (опорной поверхностью) для размещения измерительного оборудования, должны отвечать требованиям по ровности, продольному и поперечному уклонам, в соответствии с СП 78.13330.2012. Высотные

отметки оси дороги в поперечном сечении, где производится закладка датчиков, должны соответствовать проектным.

Места установки датчиков должны быть ограждены. Движение построечного транспорта в зоне испытательной секции, отведенной под закладку датчиков, запрещено. Движение должно осуществляться по полосе, не предназначенной под закладку измерительного оборудования.

Места закладки датчиков следует располагать вдали от линий электропередач.

Датчики напряжений в асфальтобетоне.

Последовательность установки датчиков горизонтальных напряжений:

1) Проверка работоспособности датчика, проведение предустановочного тестирования.

2) Определение точек установки датчика с использованием геодезического инструмента. Проектное положение каждого датчика должно быть обозначено краской. Для нанесения точек удобно использовать шаблон. Местоположение заносится в карту размещения измерительного оборудования.

3) Прокопка траншей, ведущих в сторону обочины, глубиной около 5-8 см и шириной, достаточной для размещения подводящих проводов в защитном шланге, к каждой точке установки датчика.

4) Размещение датчика в проектное положение (без закрепления!).

5) Свободное размещение подводящих проводов в защитном шланге в разработанные траншеи.

6) Присыпка траншей с размещенными в них подводящими проводами в защитных шлангах и тщательное уплотнение трамбованием.

7) Нанесение на каждую точку установки датчика тонкого слоя подгрунтовки (вязкий битум БНД 60/90 или 90/130). Подгрунтовка должна занимать площадь, достаточную для закрепления датчика по периметру его опорной части.

8) Установка датчика в слой подгрунтовки осторожным нажатием датчика и анкеров (наконечников) до тех пор, пока не будет осуществлен полный контакт с нанесенным слоем. Датчик считается размещенным, когда его опорные части находятся в самом нижнем положении.

9) Чтение и запись выходящих данных с использованием считывающего устройства. Данные заносятся в журнал производства работ по закладке датчиков.

10) Непосредственно перед проходом укладчика над датчиком, горячая смесь из укладчика просеивается через сито 20 мм для удаления крупных камней. Просеянная смесь распределяется приблизительно на 5 см поверх и в стороны от

датчика. Образованный защитный слой уплотняют статическим нагружением квадратной стальной / деревянной плитой ручной трамбовки.

11) Укладка слоя асфальтобетонной смеси по всей ширине асфальтоукладчиком.

12) Уплотнение слоя. Уплотнение с включенным вибратором запрещено в месте закладки датчика.

13) Чтение и запись в журнал производства работ выходящих данных каждого датчика с использованием считывающего устройства.

Необходимое оборудование: кирка, ручная трамбовка, тахеометр, сито 20 мм, лопата совковая, тачка, лейка для битума, веник, совок, рулетка, шаблон.

Последовательность установки датчиков вертикальных напряжений:

1) Проверка работоспособности датчика, проведение предустановочного тестирования.

2) Определение точек установки датчика с использованием геодезического инструмента. Точка установки каждого датчика должна быть обозначена краской. Местоположение заносится в карту размещения измерительного оборудования.

3) Прокопка траншей, ведущих в сторону обочины, глубиной около 5-8 см и шириной, достаточной для размещения подводящих проводов, к каждой точке установки датчика.

4) Высверливание отверстия в слое, над которым располагается датчик. Отверстие должно быть вертикальным. Диаметр отверстия и его глубина на 1-2 мм больше соответственно диаметра и длины крепежного колышка датчика.

5) Снятие верхней пластины датчика, подгрунтовка крепежного колышка битумом БНД 70/100 или 100/130 и размещение датчика в проектное положение. Нижняя (опорная) пластина датчика должна быть горизонтальна.

6) Свободное размещение подводящих проводов в защитном шланге в разработанные траншеи.

7) Присыпка траншей с размещенными в них подводящими проводами, обратная засыпка и тщательное уплотнение трамбованием.

8) Распределение горячей асфальтобетонной смеси из асфальтоукладчика, просеянной через сито 20 мм, вокруг нижней (опорной) пластины и измерительного элемента датчика. Уплотнение статическим нагружением ручной трамбовки.

9) Установка верхней пластины датчика. Дальнейшее распределение просеянной асфальтобетонной смеси вокруг и над датчиком с уплотнением статическим нагружением ручной трамбовкой.

10) Проверка работоспособности датчика путем считывания сигнала.

11) Укладка слоя асфальтобетонной смеси по всей ширине асфальтоукладчиком.

12) Уплотнение слоя. Уплотнение с включенным вибратором запрещено в месте закладки датчика.

13) Чтение и запись в журнал производства работ выходящих данных каждого датчика с использованием считывающего устройства.

Необходимое оборудование: кирка, ручная трамбовка, тахеометр, сито 20 мм, лопата совковая, тачка, лейка для битума, веник, совок, рулетка.

Датчики напряжений в бетоне.

Последовательность установки:

1) Проверка работоспособности датчика, проведение предустановочного тестирования.

2) Определение точек установки датчика с использованием геодезического инструмента. Датчики ориентируют согласно плану установки датчиков. Опорные элементы для установки датчика закрепляются на готовом слое при помощи металлических анкеров.

3) Прокопка траншей, ведущих в сторону обочины, глубиной около 5-8 см и шириной, достаточной для размещения подводящих проводов в защитном шланге, к каждой точке установки датчика. Траншеи в основании, укрепленном вяжущим, выполняют пропиливанием.

4) Датчик крепится к опорным элементам при помощи нейлоновой нити (хомута). Так же закрепляется подводящий провод датчика – к ближайшему опорному элементу. Подводящий провод должен находиться в свободном состоянии – без пережимов.

5) Считывание и запись выходного сигнала с каждого датчика. Запись в журнал производства работ.

6) Регистрация местоположения датчика с использованием геодезического инструмента. Местоположение заносится в карту размещения измерительного оборудования.

7) Размещение подводящих проводов в защитных шлангах в траншеи.

8) Присыпка траншей с размещенными в них подводящими проводами в защитных шлангах и тщательное уплотнение трамбованием.

9) Непосредственно перед прохождением бетоноукладчика над датчиками, бетонная смесь из бункера просеивается через сито 20 мм для удаления крупных камней, после чего каждая сборка датчиков вручную покрывается бетоном. Бетон

должен быть под, над и вокруг датчиков для обеспечения надлежащего объединения с конструктивным слоем.

10) Для недопущения вовлечения воздуха осуществляется осторожное вибрирование бетона ручными средствами (трамбовка).

11) Укладка и уплотнение бетона бетоноукладчиком. Во избежание контакта с датчиками при необходимости виброрейка поднимается.

12) Чтение и запись выходящих данных каждого датчика с использованием считывающего устройства. Запись в журнал производства работ.

Необходимое оборудование: кирка, ручная трамбовка, тахеометр, сито 20 мм, лопата совковая, тачка, веник, совок, рулетка, молоток.

Датчики давления.

Последовательность установки:

1) Определение места установки датчика с использованием геодезических методов. Место установки датчика должно быть обозначено краской / колышком.

2) Разделка углубления в намеченном для датчика месте. Диаметр углубления должен быть примерно таким же, как диаметр распределительной подушки, глубина – должна соответствовать толщине датчика. Дополнительно откапывается траншея для размещения чувствительного элемента (преобразователя давления).

3) Разделка траншеи для размещения подводящих к датчику проводов. Ширина и глубина траншеи должна быть достаточной для свободного размещения провода в защитном шланге.

4) Удаление частиц, размером более 0,5 см в диаметре, со дна углубления.

5) Выравнивание поверхности нижней части углубления и уплотнение трамбованием материала слоя ручной трамбовкой.

6) Устройство тонкого слоя из песка (крупностью менее 2,5 мм, проход на сите 2,5 мм – 100 %) в углублении. Выравнивание и уплотнение песка трамбовкой.

7) Укладка датчика на слой песка. Проектным положением датчика считается такое, при котором поверхность распределительной подушки располагается вровень с поверхностью слоя, давление на который определяется. Следует убедиться, что нижняя поверхность распределительной подушки, трубка с диафрагмой и преобразователь давления хорошо контактирую со слоем песка. Ориентация трубки, соединяющей измерительную ячейку с преобразователем давления, должна быть параллельна полосе наката. При помощи небольшого пузырькового уровня, уложенного в центр распределительной подушки, следует добиться горизонтального размещения датчика (подушки).

8) Размещение подводящего провода в защитном шланге в траншею. Провод должен лежать свободно – без натяжений.

9) Распределение небольшого количества песка вокруг подушки датчика и уплотнение вручную.

10) Засыпка трубки с диафрагмой, преобразователя давления и подводящих проводов материалом слоя, полученным от разработки углубления для датчика и траншеи для подводящих проводов. Тщательное уплотнение материала ручной трамбовкой.

11) Регистрация местоположения датчика с использованием геодезического инструмента. Местоположение заносится в карту размещения измерительного оборудования.

12) Чтение и запись выходного сигнала при помощи считывающего устройства. Запись в журнал производства работ.

Необходимое оборудование: кирка, ручная трамбовка, тахеометр, сито 2,5 мм, лопата совковая, совок, пузырьковый уровень, рулетка.

Датчики деформаций (измерительные зонды).

Последовательность установки:

1) Определение местоположения зондов с использованием геодезического инструмента.

2) Выбуривание в грунте земляного полотна скважины диаметром 20 мм и глубиной равной длине зонда.

3) Размещение металлической трубки в выбуренном отверстии таким образом, чтобы верх трубки совпал с поверхностью рабочего слоя грунта земляного полотна.

4) Распределение материала конструктивного слоя дорожной одежды.

5) Определение расположения зондов в плане.

6) Рытье лунки минимального размера над металлической трубкой.

7) Подъем металлической трубки специальным устройством на высоту равную толщине возводимого конструктивного слоя.

8) Установка межслойного диска магнитной сборки на границе возводимого и нижележащего слоев.

9) Обратная засыпка лунки и уплотнение конструктивного слоя дорожной одежды.

Операции 4-9 повторяются для каждого конструктивного слоя дорожной одежды. При устройстве верхнего слоя покрытия операции аналогичны, но на

заключительной стадии необходимо заменить временную заглушку на пробку, диаметром 5см.

Необходимое оборудование: кирка, лопата, подъемное устройство, тахеометр, рулетка, молоток, бур.

Датчики деформаций (акселерометры, геофоны).

Последовательность установки:

1) Определение местоположения датчиков с использованием геодезического инструмента. Установка датчиков перемещений в конструктивные слои осуществляется после завершения работ по их устройству. Место установки датчика должно быть обозначено краской либо мелом.

2) Выбуривание, раскопка или выпиливание технологических отверстий при помощи алмазного инструмента на заданную глубину. Диаметр / сторона отверстия должны быть по возможности минимальными, но достаточными для свободного размещения датчика в проектном положении.

3) Пропиливание / раскопка траншей для подводящих проводов.

4) Уборка разрушенного материала из технологического отверстия и траншей. Опорная поверхность для установки датчиков должна быть ровной.

5) Размещение датчиков в технологические отверстия и подводящих проводов в траншеи.

6) Заполнение технологического отверстия материалом слоя, теплыми либо холодными смесями (для асфальтобетонных слоев) с уплотнением ручной трамбовкой.

7) Считывание выходного сигнала с датчика. Запись в журнал производства работ.

8) Регистрация местоположение датчика с использованием геодезического инструмента. Местоположение заносится в карту размещения измерительного оборудования;

9) Заполнение траншей с подводящими проводами.

10) Укладка вышележащих слоев (при их наличии). Уплотнение материала слоя, расположенного над датчиком, не допускается катками с включенным вибратором во избежание повреждения датчиков!

Необходимое оборудование: тахеометр, рулетка, кирка, лопата, алмазный либо твердосплавный инструмент (керноотборник / дисковая пила).

Датчики деформаций (многослойный дефлектометр).

Последовательность установки:

1) Определение местоположения датчика с использованием геодезического инструмента. Работы по установке датчика осуществляются после окончания работ по строительству дорожной одежды и приемки выполненных работ.

2) Выбуривание вертикального отверстия диаметром 3,8 мм на глубину около 2 м специальным инструментом.

3) Верхняя часть пробуренного отверстия на глубину 2,5 см расширяется до диаметра 6,3 см для размещения колпачка многослойного дефлектометра.

4) Установка анкера с направляющим стержнем в нижнюю часть пробуренного отверстия. Закрепление анкера в отверстии осуществляется при помощи быстротвердеющего цемента.

5) Размещение в отверстии гофрированной трубки с толщиной стенки 0,2 мм. Пространство между наружной поверхностью трубки и внутренней поверхностью пробуренного отверстия заполняется резиновым герметиком.

6) Технологический перерыв 12 часов для твердения герметика и быстротвердеющего цемента.

7) Установка измерительных модулей в проектное положение с использованием специального инструмента.

8) Установка и закрепление герметиком колпачка многослойного дефлектометра.

Необходимое оборудование: тахеометр, рулетка, алмазный инструмент, специальный инструмент для установки измерительных модулей.

Датчики деформаций (сдвига) несвязных слоев и грунтов.

Последовательность установки:

1) Определение местоположения датчика с использованием геодезического инструмента. Работы по установке датчика осуществляются после окончания устройства слоя (несвязный слой основания, рабочий слой земляного полотна).

2) Выбуривание углубления под датчик. Диаметр и глубина углубления должны обеспечивать размещение датчика в проектное положение.

3) Выбуривание наклонного отверстия к нижней части углубления под датчик для размещения подводящих проводов.

4) Протягивание подводящего провода через наклонное отверстие в сторону шкафа сбора информации.

5) Размещение датчика в проектное положение.

6) Приготовление смеси материала конструктивного слоя / грунта земляного полотна с водой и вливание в углубление вокруг датчика, либо уплотнение ручным способом.

7) Чтение и запись выходного сигнала с использованием считывающего устройства. В процессе закладки возможно смещение верхней пластины датчика, величина смещения должна быть учтена при дальнейших измерениях. Запись в журнал производства работ.

Необходимое оборудование: тахеометр, рулетка, бур, совок.

Датчики влажности.

Последовательность установки:

1) Определение местоположения датчика с использованием геодезического инструмента. Установка осуществляется после завершения строительства земляного полотна и выполнения работ по строительному контролю. Место установки должно быть обозначено.

2) Раскопка технологического углубления на заданную глубину для размещения датчика. Внутренний диаметр отверстия должен обеспечить свободное размещение датчика внутри.

3) Уборка разрушенного материала.

4) Раскопка траншеи для размещения подводящих проводов.

5) Погружение датчика в технологическое углубление.

6) Размещение подводящих проводов в траншею.

7) Обратная засыпка траншеи с подводящим проводом и технологического углубления с датчиком влажности.

8) Уплотнение грунта ручными трамбовками.

9) Считывание выходного сигнала с датчика. Запись в журнал производства работ.

10) Регистрация местоположения датчика с использованием геодезического инструмента. Местоположение должно быть занесено в карту размещения измерительного оборудования.

Необходимое оборудование: тахеометр, рулетка, кирка, совок, ручная трамбовка.

Трубка доступа для нейтронного зонда (датчика).

Последовательность установки:

1) Определение местоположения трубки доступа. Установка осуществляется после завершения работ по строительству дорожной одежды.

2) Выбуривание отверстия под трубку доступа. Глубина отверстия должна обеспечивать погружение трубки доступа на примерно 5 см в рабочий слой земляного полотна. Диаметр бура (отверстия) должен быть больше внешнего диаметра трубки доступа на 2-3 мм.

3) Обработка стенок трубки доступа герметиком и размещение трубки в проектное положение (при необходимости с использованием ударного инструмента). Для исключения проникания влаги и разрушения покрытия в области расположения трубки доступа рекомендуется пространство вокруг колпачка трубки доступа обрабатывать герметиком.

Необходимое оборудование: тахеометр, рулетка, бур, дрель, ударный инструмент.

Датчики температуры.

Последовательность установки:

1) Определение местоположения датчика. Установка осуществляется после укладки и уплотнения конструктивного слоя.

2) Выбуривание или разделка отверстия под датчик. Глубина отверстия должна обеспечить проектное положение датчика.

3) Раскопка траншеи для подводящих проводов.

4) Погружение датчика в отверстие, а подводящих проводов в траншею.

5) Обратная засыпка отверстия и траншеи материалом слоя.

6) Уплотнение материала слоя ручной трамбовкой.

7) Считывание выходного сигнала с датчика. Запись в журнал производства работ.

8) Регистрация местоположения датчика с занесением в карту размещения измерительного оборудования.

Операции 1-8 повторяются для каждого конструктивного слоя дорожной одежды. При устройстве слоев из асфальтобетона рекомендуется выбуривать отверстие под датчик с торцевой стороны уложенного слоя (со стороны обочины).

Необходимое оборудование: тахеометр, рулетка, кирка, бур, дрель, ручная трамбовка.

Последовательность установки сборки термодатчиков («дерево термодатчиков»):

1) Определение местоположения установки датчиков. Установка осуществляется перед укладкой верхнего слоя покрытия.

2) Выбуривание или разделка отверстия под сборку. Диаметр отверстия не должен превышать диметр сборки более чем на 2 мм. Глубина отверстия должна обеспечивать проектное размещение датчиков.

3) Раскопка / штробление траншеи для подводящих проводов.

4) Очистка отверстия и траншеи от разрушенного материала.

5) Погружение сборки датчиков в отверстие, а подводящих проводов в траншею. Выступающая над поверхностью сборка должна соответствовать проектному положению датчика в верхнем слое покрытия.

6) Распределение горячей асфальтобетонной смеси из асфальтоукладчика, просеянной через сито 20 мм, вокруг выступающей части сборки датчиков и провода в траншее. Уплотнение статическим нагружением ручной трамбовки.

7) Укладка верхнего слоя покрытия на всю ширину асфальтоукладчиком. Уплотнение слоя.

8) Считывание выходного сигнала с датчиков. Запись в журнал производства работ.

9) Регистрация местоположения датчика с занесением в карту размещения измерительного оборудования.

Необходимое оборудование: тахеометр, рулетка, кирка, бур, дрель, ручная трамбовка.

Датчики напряжений в арматурных стержнях железобетонных конструкций.

Последовательность установки:

1) Проверка работоспособности датчика, проведение предустановочного тестирования.

2) Определение точек установки датчика с использованием рулетки. Датчики ориентируют согласно плану установки датчиков.

3) Приваривание последовательно опорных элементов к арматурному стержню. Сварочные работы рекомендуется проводить непосредственно на строительной площадке. Во время сварочных работ следует внимательно следить за чувствительным элементом датчика, во избежание перегрева рекомендуется чувствительный элемент обматывать мокрой ветошью. Также в процессе сварочных и других работ следует обеспечить защиту подводящего провода датчика.

4) Закрепление подводящего провода датчика на арматурном стержне на всей длине участка от точки закрепления датчика до точки вывода провода из бетонной конструкции с шагом не более 1 м.

5) Проверка работоспособности датчика.

6) Установка арматурной сетки в проектное положение. Во избежание повреждения свободного конца подводящего провода, его помещают в защитный мешок, который закрепляют на арматурной сетке.

7) Бетонирование конструкции согласно технологической карте. Распределение бетонной смеси следует осуществлять так, чтобы оказывать минимальное воздействие на датчик и подводящий провод.

8) Чтение и запись в журнал производства работ, выходящих данных каждого датчика с использованием считывающего устройства.

Необходимое оборудование: рулетка, сварочный аппарат, хомуты.

Датчики напряжений и деформаций на поверхности бетонных и металлических конструкций.

Последовательность установки:

1) Проверка работоспособности датчика, проведение предустановочного тестирования.

2) Определение точек установки датчика с использованием рулетки. Датчики ориентируют согласно плану установки датчиков.

3) Высверливание отверстий под опорные элементы датчиков оценки напряжений и деформаций бетонных конструкций. Расстояние между отверстиями должно соответствовать отверстиям в опорных элементах датчиков. Датчики напряжений для металлических конструкций крепят путем точечной сварки. Во время сварочных работ следует внимательно следить за чувствительным элементом датчика, во избежание перегрева рекомендуется чувствительный элемент обматывать мокрой ветошью. Также в процессе сварочных и других работ следует обеспечить защиту подводящего провода датчика. Датчики ускорений рекомендуется закреплять в проектном положении с использованием эпоксидных смол, цианакрилового клея и т.п. или на монтажную площадку, привариваемую непосредственно к элементу мостового сооружения. Возможно закрепление монтажной площадки с использованием резьбовых соединений. При использовании акселерометров, измеряющих показания вдоль одной оси, монтажная площадка должна обеспечивать расположение акселерометров измеряющих показания по всем исследуемым осям.

4) Закрепление датчиков деформаций / напряжений на бетонной поверхности с использованием анкеров в просверленные отверстия.

5) Закрепление подводящего провода таким образом, чтобы он был в свободном состоянии (без натяжений).

6) Чтение и запись в журнал производства работ, выходящих данных каждого датчика с использованием считывающего устройства.

Необходимое оборудование: рулетка, сварочный аппарат, дрель, хомуты.

Заключительные работы.

После завершения строительства дорожных одежд на испытательных секциях необходимо обозначить краской на поверхности проезжей части точки установки датчиков напряжений, давлений и деформаций. Работы должны выполняться с

использованием геодезического инструмента по журналам производства работ и карте размещения измерительного оборудования.

Допускается нанесение на проезжую часть линии обозначающей крайнюю правую полосу наката. Это сделает удобным ориентирование водителя расчетного автомобиля при проведении испытаний. Для этих целей могут быть использованы любые другие, не приводящие к снижению безопасности движения, знаки на проезжей части (например, ось правой полосы движения и т.п.).

Линии допускается наносить только в пределах участка испытательной секции, отведенного под закладку датчиков.

После завершения работ по выносу точек осуществляют пробные испытания в соответствии с регламентами проведения испытаний сотрудниками полигона, методиками и инструкциями по сбору и обработке информации.

Приложение Г

Рекомендации к составлению программ исследований и по перечню проверяемых показателей

Измерение модулей упругости (статического и динамического) каждого конструктивного слоя, начиная с земляного полотна

На каждой опытной секции всех испытательных полигонов при строительстве опытных конструкций необходимо производить измерение модулей упругости дорожной конструкции на поверхности каждого конструктивного слоя. Независимо от длины опытной секции на поверхности каждого технологического слоя равномерно по длине производится не менее 30 испытаний статического модуля упругости и не менее 30 испытаний динамического модуля упругости. Испытания проводятся в пределах части секции, не отведенной под отбор кернов и установку датчиков.

Для динамических испытаний модуля упругости на поверхности грунта земляного полотна и немонолитных слоев основания рекомендуется прибор для определения модуля упругости дорожного основания PRIMA 100-Carl Bro. На поверхности монолитных слоев рекомендуется использовать дефлектометр Dynatest FWD/HWD в соответствии с инструкцией на эксплуатацию установки.

В процессе эксплуатации полигона обследования дорожных конструкций с определением динамического и статического модулей упругости должны проводиться регулярно, как в расчетные периоды, так и в летний период (5-7 раз в первый год эксплуатации опытной дорожной конструкции и 3-5 раз в последующие годы), также в пределах участков, не отведенных под отбор кернов и установку датчиков.

На опытных секциях, где будет использована армирующая прослойка между монолитными слоями, с целью оценки эффективности армирования рекомендуется дополнительно проводить (после отбора кернов и вырубок) определение модулей упругости дорожной одежды на уровне уложенной армирующей сетки и, затем, под ней после удаления участка сетки, достаточного по площади для проведения измерений модулей упругости. С целью сохранения данной части опытной секции для дальнейшего отбора проб материалов определение модулей упругости с удалением сетки должно проводиться 1 раз за период наблюдений на опытной секции - весной или осенью следующего года после строительства опытной секции. После испытаний вскрытые участки дорожного покрытия должны быть отремонтированы (включая армирующий слой).

Диагностика продольной ровности, колейности, модулей упругости (статического и динамического) дорожной одежды, коэффициента сцепления и шероховатости

Диагностика продольной ровности, колейности, модулей упругости (статического и динамического) дорожной одежды, коэффициента сцепления и

шероховатости в первый год внедрения должна проводиться каждый месяц за исключением зимнего периода - предположительно всего 7 раз. В каждый последующий год эксплуатации диагностика будет проведена всего 3 раза - летом, осенью и весной. Диагностика должна проводиться в сухую погоду. Диагностика сцепных качеств дорожного покрытия будет проводиться на всех полигонах. Работы по диагностике будут вестись только на той части опытного участка, которая не отведена под установку датчиков и отбор кернов.

Для определения продольной и поперечной ровности рекомендуется использовать прибор на основе лазерных датчиков (профилометр) в соответствии с ASTM E950. Одновременно будет определяться продольная ровность по международному индексу IRI. Измерения при помощи профилометра необходимо проводить раз в месяц. Кроме этого после выявления дефектов покрытия продольная ровность и колейность определяется обычным способом универсальной рейкой и клиновым промерником.

Коэффициент сцепления рекомендуется определять при помощи динамометрического прицепа согласно ASTM E274, шероховатость - профилометром параллельно с определением ровности. Кроме этого для определения коэффициента сцепления в отдельных точках (в первую очередь в полосе наката) может применяться прибор ПОКС и прибор ГШК-МАДИ. Этими приборами измерения будут проводиться в 10 точках на опытный участок по левой полосе наката. Для определения шероховатости в этих же 10 точках будет использоваться комплект «песчаного пятна».

Контроль наличия дефектов покрытия и их параметров

Визуальный осмотр проводится с той же периодичностью, что и диагностика каждый раз перед ней. При этом поверхность дороги фиксируется на видеокамеры, смонтированные на автомобиль.

Отбор кернов и вырубок из слоев асфальтобетона и лабораторный контроль отобранных материалов

Отбор кернов и вырубок из слоев асфальтобетона и лабораторный контроль отобранных материалов рекомендуется производить с той же периодичностью, что и диагностику участков, всегда после диагностики.

На отбор и перевозку кернов и вырубок отводится 4 ч. При этом если в конструкции опытного участка присутствует армирующая прослойка, то керны и вырубки отбираются только до уровня уложенной армирующей прослойки.

Работы по исследованию напряженно-деформированного состояния дорожных конструкций

Исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) дорожных конструкций будет осуществляться с помощью специальных датчиков, установленных в различные слои дорожной одежды и земляное полотно. Методика монтажа датчиков и методика их эксплуатации должны быть указаны в технической документации на соответствующие датчики. Места установки датчиков в пределах опытной секции представлены в Приложении Б. Для повышения надежности съема информации датчики устанавливаются с двойным дублированием.

Измерение параметров НДС производится в момент наезда колеса специального грузового автомобиля (с известной нагрузкой на ось) на точку покрытия, под которой расположен датчика в дорожной конструкции. Скорость наезда изменяется от 5 до 40 км/ч и более, в зависимости от задач проводимого исследования. Исследование проводится на участке полигона в тот момента, когда участок свободен от движения других транспортных средств с обеспечением организации безопасности движения.

Работы по исследованию искусственных сооружений

В период эксплуатации искусственных сооружений необходимо проводить их периодические обследования. При обследовании водопропускных труб необходимо проводить проверка состояния конструкции проезжей части над трубой, укрепления откосов насыпи, оголовков и открылков, лотков и русла с верховой и низовой стороны трубы, видимой части конструкции трубы, а также положение трубы в горизонтальной и вертикальной плоскости, профиль насыпи и высоту засыпки над трубой. Наблюдение за эффективностью методов борьбы с наледями на водопропускных трубах.

Опыт эксплуатации мостов из сборных железобетонных балок показывает, что они имеют ряд существенных недостатков, несмотря на низкую стоимость, скорость и простоту монтажа, стандартизацию и унификацию области применения. В том числе:

- ненадежный водопроницаемый недолговечный стык плиты проезжай части сборных балок;

- образование и раскрытие трещин в приопорных зонах от главных растягивающих напряжений.

В составе трассы полигона рекомендуется предусматривать строительство мостового перехода по схеме 3×20 м. Пролетное строение моста выполняется из сборных железобетонных балок оптимизированного поперечного сечения, объединенных монолитной плитой. Строительство моста позволит получить результаты работы предлагаемой конструкции с целью исключения в дальнейшем существующих проблем с эксплуатацией мостов из сборных железобетонных балок в северных условиях.

Рекомендуется установка термостабилизаторов по периметру фундаментов опор для изучения эффективности влияния термостабилизаторов в многолетнемерзлых грунтах на работу фундаментов опор.

Также рекомендуется изучение температурной трещиностойкости и долговечности различных типов асфальтобетонных покрытий и гидроизоляционных материалов в условиях действия очень низких зимних температур.

При обследовании мостов на ОЭП должны проводиться геодезические измерения, в которые входят съемка продольного и поперечных профилей покрытия проезжей части и тротуаров на сооружении и на подходах, геодезическая съемка продольного профиля нижнего пояса балок (ферм) пролетных строений, деформаций и перемещений опор; визуальное обследование видимых частей сооружения конструкций с выявлением дефектов, в которое входят обследование элементов мостового полотна (в том числе дорожного покрытия и гидроизоляции), обследование пролетных строений, обследование видимой части опор, обследование опорных частей; приборное и инструментальное обследование конструкции, в которое входят проверка соответствия положения опорных частей на опорах требованиям проекта, измерение трещин, измерение прочности бетона методом упругого отскока, пластической деформации или ультразвуковым, исследование глубины карбонизации защитного слоя воздействием на свежий излом фенолфталеином, измерение величины защитного слоя бетона ультразвуковым методом, измерение толщины противокоррозионных покрытий и адгезии, измерение ослабления сечений в местах коррозии. В рамках исследований ремонтных материалов и технологий, измерения НДС элементов существующего моста до и после проведения мероприятий по ремонту.

В ходе строительства искусственных сооружений на ОЭП необходимо проводить полный пооперационный контроль, а так же сбор данных о трудозатратах и затратах времени на строительство инновационных типов искусственных сооружений.

В период эксплуатации искусственных сооружений на ОЭП необходимо проводить их периодические обследования на предмет определения усадки, ползучести и потери преднапряжения. При обследовании водопропускных труб проводится проверка состояния конструкции проезжей части над трубой, укрепления откосов насыпи, оголовков и открылков, лотков и русла с верховой и низовой стороны трубы, видимой части конструкции трубы, а также положение трубы в горизонтальной и вертикальной плоскости, профиль насыпи и высоту засыпки над трубой.

Обследование подпорных стен должно включать в себя визуальный осмотр и геодезическое обследование.

Исследование динамики и устойчивости откосов высоких насыпей, их влияние на работоспособность дорожных конструкций, подпорных стен и других удерживающих сооружений

Это направление исследований предполагает организацию мониторинга следующих параметров:

а) смещений грунтов на откосах насыпи;

б) динамического режима участков полигона в увязке с режимом движения грузовых автомобилей;

в) режима грунтовых вод в основании насыпи;

г) режима и расхода поверхностного стока (как естественного, так и зарегулированного);

д) режима выпадения осадков в жидком и твердом состоянии;

е) динамики мощности снегового покрова (периодическая снегомерная съемка) с контролем плотности снега;

ж) объема инфильтрационного питания грунтовых вод;

з) порового давления в толщах грунтов;

и) скорости развития эрозионных процессов;

к) температуры приземного воздуха и температуры грунтов на разной глубине до уровня нулевых амплитуд ее колебаний;

л) контрольные исследования прочностных характеристик грунтов для расчетов устойчивости склонов;

м) осадка в течение времени.

Для этих участков полигона должны быть установлены метеорологические и водобалансовые станции. Кроме того должна производится снегомерная съемка.

Контроль давления грунтов на подпорные стенки, ограждения, устои мостов

Для реализации этого направления в дополнение к вышеперечисленному потребуется рекомендуется организация режимных измерений бокового давления грунтов на подпорные сооружения во времени.

Важным направлением работ на наблюдательном полигоне может стать исследование закономерностей развития бокового давления в грунтах с учетом разных жесткостей подпорных стен и конструкций, в том числе устоев.

Наблюдения за пространственным положением и состоянием искусственных сооружений

Наряду с контролем абсолютных смещений элементов конструкции укрепительных сооружений, который можно осуществлять как с помощью технологий

спутникового позиционирования, так и повторными высокоточными геодезическими измерениями, необходимо проводить измерения взаимного относительного перемещения конструкций искусственных сооружений. Предпочтительно выполнять измерения в трех плоскостях, для получения информации об общем векторе и величине горизонтальной и вертикальной составляющей перемещения. Для проведения данного типа измерений обычно используются автоматические трехмерные электрические трещиномеры, которые представляют собой систему из трех датчиков перемещений (трещиномеров). Датчики монтируются на поверхность железобетонных конструкций секций противооползневых сооружений в трех направлениях при помощи направляющих плат.

Для контроля изменений угла наклона поверхности элементов искусственных сооружений рекомендуется инклинометры, закрепляемые при помощи установочных плат на поверхность конструкций сооружений.

Количество точек установки и схема размещения оборудования для контроля деформированного состояния конструкций подпорных стен и других удерживающих искусственных сооружений определяется, исходя из их конструктивных особенностей. В связи с этим для облегчения последующего анализа поступающих данных и надежного выявления причин происходящих деформаций сооружений целесообразно располагать это оборудование вблизи точек установки датчиков бокового давления грунтов.

Важным аспектом при выборе конкретных моделей измерительных средств, используемых в составе сетей режимных наблюдений, является определение необходимых диапазонов и точностей проведения измерений конкретных параметров. Выбор этих характеристик измерительных средств должен основываться на представлениях о пространственных и временных масштабах проявления деформационных процессов в грунтах и элементах искусственных сооружений.

Так, для напряженного состояния жестких подпорных стен, особенно на стыках соседних секций, на участках выгибов, существенное значение имеют смещения уже порядка нескольких миллиметров. Следовательно, соответствующие измерительные устройства должны иметь точность измерения не более 1-2 мм. При оценке же перемещений грунтового массива и использования спутниковых систем позиционирования сооружений на местности, точность измерения перемещений должна соответствовать разрешению этих систем, чтобы перемещения сооружений могли быть сопоставлены с перемещениями грунтов.

Исследование динамической устойчивости грунтов земляного полотна и его естественного основания для выбора оптимальных конструкций дорожных одежд и фундаментов мостовых опор

Для успешной реализации этого направления исследований на полигоне рекомендуется обеспечить измерения:

а) динамических нагрузок от движущегося транспорта;

б) режима влажности и температуры грунтов земляного полотна и его естественного основания;

в) деформаций разных частей земляного полотна и его основания. Реализация этого блока исследований потребует:

- совершенствования имеющихся разработок в области методики экспериментальной лабораторной оценки виброползучести грунтов и измерения, развивающихся во времени реальных деформаций виброползучести;

- разработки стандартной методики измерения колебаний грунтов земляного полотна и связанных с ними напряжений.

В этом случае будет оцениваться роль динамической устойчивости разных грунтов в развитии деформаций земляного полотна.

Исследование закономерностей сезонного промерзания грунтов и его влияние на долговечность и надежность дорожных конструкций

В северных регионах наибольшим деформациям подвергаются низкие насыпи в связи с сезонным промерзанием талых грунтов ниже их подошвы. Это исследование требует организации:

а) наблюдений за глубиной сезонного промерзания и температурой в разных условиях;

б) наблюдений за пучинообразованием при промерзании;

в) изучения состава грунтовых вод и его влияния на интенсивность термоосмоса и формированием шлиров льда;

г) изучения криогенного строения промерзающих грунтов;

д) режима и расхода поверхностного стока (как естественного, так и за регулированного);

е) режима выпадения осадков в жидком и твердом состоянии;

ж) динамики мощности снегового покрова (периодическая снегомерная съемка) с контролем плотности снега;

з) объема инфильтрационного питания грунтовых вод;

и) порового давления в толщах грунтов.

Для определения сил и деформаций пучения грунтов следует применять устройства определенного типа и соблюдать перечисленные ниже требования. Деформации пучения основания и земляного полотна должны измерять посредством устройства марок, которые представляют собой металлический диск диаметром 100 мм, толщиной 8-10 мм. К диску приваривается стержень диаметром 20 мм, длиной на 100 мм превышающий глубину заложения марки.

Конец стержня должен выступать над поверхностью не менее 100 мм, иметь наконечник, оборудованный для возможности нивелирования рейки (например, жестко закрепленный металлический шарик). Каждый наконечник защищается от атмосферных воздействий и механических повреждений металлическим коробом с крышкой. Комплект марок обеспечивает послойное определение деформаций пучения в пределах всего слоя сезонного промерзания с интервалом 300 мм. В пределах опытной площадки устанавливаются несколько термометрических скважин.

При проектировании конструктивных элементов установка: необходимо рассчитывать их на действие ожидаемых сил пучения с учетом возможного превышения в 1,5-2 раза. Упорные элементы опытной установки проектируются с таким расчетом, чтобы деформация, а, следовательно, и максимальное перемещение опытного участка были минимальными и не превышали 5 мм.

Установка монтируется не менее чем за 2 месяца до начала сезонного промерзания грунтов.

При испытаниях обязательно необходимо фиксировать: глубину промерзания, температуру грунта, температуру воздуха, уровень грунтовых вод, определяют основные физические свойства грунта (плотность, влажность, гранулометрический состав).

Наблюдения за силами пучения необходимо начинать с наступлением морозного периода и продолжаются с частотой 4-5 раз в декаду. Наблюдения за перемещением марок проводят 2-3 раза в месяц. В такие же сроки фиксируют глубину промерзания грунта. Для этого помимо замеров температуры в скважинах используются мерзлотомеры (например, Данилина, Ротомского). Глубина промерзания может определяться также бурением. Температура грунта замеряется в термометрических скважинах вытяжными ртутными термометрами, термопарами или электротермометрами сопротивления.

Температуру грунта необходимо замерять на глубинах 20, 50, 100, 150 см и далее через 1 м, а также на уровне подошвы каждой модели фундамента.

Влажность и плотность грунтов определяются в образцах, отобранных через 0,5 м до и после промерзания грунта. На таких площадках целесообразно выполнять многолетние наблюдения.

Исследование динамики развития склоновых процессов и их влияния на работоспособность дорожных конструкций и подпорных сооружений

Это направление исследований устанавливает организацию мониторинга следующих параметров:

а) смещений грунтов на склонах;

б) сейсмического режима участков полигона в увязке с режимом увлажнения массивов горных пород;

в) режима обводнения склона и режима подземных вод;

г) режима и расхода поверхностного стока (как естественного, так и зарегулированного);

д) режима выпадения осадков в жидком и твердом состоянии;

е) динамики мощности снегового покрова (периодическая снегомерная съемка) с контролем плотности снега;

ж) объема инфильтрационного питания грунтовых вод;

з) порового давления в толщах грунтов;

и) скорости развития эрозионных и абразионных (учитывая близость побережья) процессов;

к) температуры приземного воздуха и температуры грунтов на разной глубине до уровня нулевых амплитуд ее колебаний;

л) контрольные исследования прочностных характеристик грунтов для расчетов устойчивости склонов.

Секция полигон для таких исследований должна представлять собой рассредоточенные в разных геоморфологических районах группы скважин и пунктов наблюдений, удаленных друг от друга. Целесообразно разместить их на водоразделе, на склоне, у его подножия и т.п. Для автодорог в горных районах важнейшим моментом мониторинга является выявление условий подтопления и дренированности трассы, а, следовательно, изучение гидродинамики разгрузки подземных вод на склонах.

Для территории с намеченными участками размещения полигона в зоне оползней в обязательном порядке должны быть предоставлены топографическая и гидрогеологическая карта масштаба 1:5000-1:10000 и крупнее или проведена крупномасштабная гидрогеологическая съемка, в т.ч. в составе инженерно-геологической.

Для этих участков полигона должны быть установлены метеорологическая и водобалансовая станции. Организация сети режимных гидрогеологических наблюдений включает:

а) устройство гидрогеологических скважин для наблюдения за уровнями подземных вод;

б) устройство площадок для изучения инфильтрации, динамики влажности зоны аэрации применительно к решению задачи питания подземных вод и задачи формирования увлажнения склонов и откосов;

в) строительство водопостов для наблюдения за уровнями рек и водоемов.

В состав наблюдательных сооружений следует включить дренаж ливневый, и защитный противооползневый (в зависимости от природных условий и типа дорожного сооружения).

Количество наблюдательных скважин на каждом оползневом участке полигона - от 6 до 12 (для разных горизонтов, типов рельефа, дорожных сооружений). Глубина - от 10 до 30 м. Диаметр бурения 127-168 мм. Для опытных скважин откачек диаметр должен быть максимально возможным.

Опытно-фильтрационные исследования на полигоне включают в себя работы по изучению гидрогеологических параметров - кустовые откачки из скважин (длительные - для определения гравитационной емкости и перетекания между горизонтами), наливы в шурфы и собственно наблюдения по режимным скважинам, постам и инфильтрометрам.

Для наблюдений за подземными и поверхностными водами, водным балансом зоны аэрации должен выделяться постоянный квалифицированный персонал. Эти наблюдения должны носить длительный, многолетний характер.

Контроль давления грунтов на подпорные стенки, ограждения, устои мостов

Для реализации этого направления в дополнение к вышеперечисленному рекомендуется организация режимных измерений:

а) изменения бокового давления грунтов на подпорные сооружения во времени;

б) изменения оползневого давления грунтов на подпорные и удерживающие сооружения (в том числе в межсвайном пространстве) в увязке с темпами смещения грунтов на склонах и параметров сейсмической активности территории;

в) темпов накопления обломочного делювиально-осыпного материала у подножия склонов вблизи подпорных стен.

Важным направлением работ на наблюдательных полигонах должно стать исследование закономерностей развития бокового давления в различных грунтах,

включая крупнообломочные, в том числе с учетом разной жесткости подпорных стен различной конструкции. Данные таких лабораторных и полевых испытаний могут непосредственно сопоставляться с результатами прямых измерений напряжений на наблюдательных полигонах, что позволит получить уникальные по представительности данные для дальнейшего практического применения в транспортном строительстве путем корректировки существующих или разработки новых нормативных и технических документов.

Наблюдения за пространственным положением и состоянием сооружений инженерной защиты

Этот блок наблюдений является важнейшим, поскольку позволяет оценить эффективность защитных сооружений и мероприятий.

Наряду с контролем абсолютных смещений конструкции противооползневых сооружений, который можно осуществлять как с помощью технологий спутникового позиционирования, так и повторными высокоточными геодезическими измерениями, необходимо проводить измерения взаимного относительного смещения секций противооползневых сооружений. Предпочтительно выполнять измерения в трех плоскостях, для получения информации об общем векторе и величине горизонтальной и вертикальной составляющей смещения. Для проведения данного типа измерений обычно используются автоматические трехмерные электрические трещиномеры, которые представляют собой систему из трех датчиков перемещений (трещиномеров). Датчики монтируются на поверхность железобетонных конструкций секций противооползневых сооружений в трех направлениях при помощи направляющих плат.

Для контроля изменений угла наклона поверхности подпорных стен используются наклономеры, закрепляемые при помощи установочных плат на поверхность железобетонных конструкций секций противооползневых сооружений.

Количество точек установки и схема размещения оборудования для контроля деформированного состояния конструкций подпорных сооружений определяется, исходя из конструктивных особенностей противооползневых сооружений и мероприятий по их усилению, а также ожидаемых различий в давлении грунтов на подпорное сооружение. В связи с этим для облегчения последующего анализа поступающих данных и надежного выявления причин происходящих деформаций сооружений целесообразно располагать это оборудование вблизи точек установки датчиков бокового давления грунтов.

Еще одним фактором, который необходимо принимать во внимание при инструментальных наблюдениях за смещениями стены, является состояние самих конструкций: дополнительно внимание необходимо уделить зонам, где уже

прослеживаются раскрытые трещины в конструкции, нарушена облицовка, явно видны выгибы и вертикальные относительные перемещения стены.

Важным аспектом при выборе конкретных моделей измерительных средств, используемых в составе сетей режимных наблюдений, является определение необходимых диапазонов и точностей проведения измерений конкретных параметров. Выбор этих характеристик измерительных средств должен основываться на представлениях о пространственных и временных масштабах проявления деформационных процессов в грунтах и железобетонных конструкциях сооружений.

Так, для напряженного состояния жестких подпорных стен, особенно на стыках соседних секций, на участках выгибов, существенное значение имеют смещения уже порядка нескольких мм. Следовательно, соответствующие измерительные устройства должны имеет точность измерения не хуже 1-2 мм. При оценке же перемещений оползневого массива и использования спутниковых систем позиционирования сооружений на местности, точность измерения смещений должна соответствовать разрешению этих систем, чтобы перемещения сооружений могли быть сопоставлены со смещениями грунтов на склоне.

Работы по исследованию других инноваций

На ОЭП рекомендуется апробировать 3D систему Topcon (GPS, ГЛОНАС) - система управления строительной техникой (автогрейдеры, бульдозеры). Данная система позволяет контролировать положение рабочего органа в плане и по высоте, что упрощает производство работ и уменьшает отклонения геометрических характеристик дороги от проектной поверхности. Для определения эффекта повышения точности от применения данной системы планируется провести тщательную исполнительную тахеометрическую съемку каждого конструктивного слоя дорожных одежд и верха земляного полотна на всех опытных участках полигона.

На полигонах необходимо также испытывать инновационные типы разметки. Для них важно осуществить лабораторные испытания, а также периодические осмотры с определением целостности разметки, сцепных качеств разметки, определение коэффициента световозвращения, цветности и яркости.

Некоторые средства организации дорожного движения (информационные табло), используемые на полигоне также будут являться объектами исследований. Для них периодически необходимо проводить определение фотометрических и колориметрических характеристик.

Для определения эффективности применения инноваций в сфере наружного освещения периодически необходимо определять яркость светильников и

освещенность поверхности дороги под светильниками и посередине между ними по оси дальней от опоры светильника полосы движения.

Для подсчета количества проходов транспортных средств и определения интенсивности на полигонах необходимо использовать пункт учета движения передвижной ПУДП-1, но точность его работы должна быть тщательно проверена, для чего предусмотрен выборочный ручной подсчет проходов автомобилей по видеозаписи движения и сравнение его результатов с показаниями ПУДП-1.

В ходе исследований на полигоне необходимо проверить качество программного обеспечения. Точность работы неразрушающих средств контроля плотности асфальтобетона также необходимо подвергнуть проверке при помощи лабораторных испытаний.

Приложение Д

Регламенты типовых исследований (порядок проведения измерений)

Д.1 Регламент определения величин напряжений и давлений.

Общие сведения.

Целями данного исследования являются:

– определение величин механических растягивающих и сжимающих напряжений в связных слоях дорожных одежд при приложении транспортной нагрузки;

– определение величин суммарного давления от транспортной нагрузки в несвязных слоях дорожных одежд, а также в грунте земляного полотна.

Дополнительно регистрируются данные о температурах конструктивных слоев дорожной одежды, влажности земляного полотна, температуре воздуха.

Регистрация механических напряжений осуществляется с использованием датчиков напряжений и давлений, закладываемых в конструкции на стадии строительства.

Регистрация температур конструктивных слоев дорожных одежд осуществляется по данным датчиков температуры, заложенных при / после строительства испытательных секций, температура воздуха регистрируется по данным дорожной метеорологической станции.

Влажность грунта земляного полотна определяется переносным датчиком влажности (нейтронный зонд) через точку доступа на каждой испытательной секции перед началом испытания, либо при помощи стационарных датчиков влажности.

Работы должны проводиться в сухую погоду.

Все работающие должны иметь оранжевые жилеты со световозвращающими элементами.

Расчетный автомобиль с заданной нагрузкой (если иного не предусмотрено, используется автомобиль с нагрузкой на заднюю ось 11,5 тонн) должен иметь давление в шинах соответствующее требованием технического паспорта.

Для обеспечения однородности результатов рекомендуется в течение всего испытательного цикла в качестве расчетного использовать один и тот же автомобиль.

Для снижения влияния пластических деформаций верхних слоев одежды на снимаемые результаты в жаркий период года испытания следует проводить в первой половине дня (до наступления жары).

Измерение параметров осуществляется 4-5 раз в год (если иное не предусмотрено условиями эксперимента) при следующих условиях:

Летом. При зафиксированных в наиболее жаркие часы в течение не менее 5 дней температурах покрытия 25-30 °С и 35-40 °С.

Осенью. При положительной температуре слоев покрытия и рабочего слоя земляного полотна и влажности грунта рабочего слоя > $W_{опт}$.

Зимой. При отрицательной температуре слоев покрытия и положительной температуре рабочего слоя земляного полотна.

Весной. При положительных температурах слоев дорожной одежды и максимальной влажности грунта рабочего слоя земляного полотна.

Для выявления данных периодов осуществляют непрерывный (ежедневный) мониторинг температурных режимов слоев дорожной одежды (по датчикам, заложенным в конструкции) и состояния погоды (по данным метеостанции), а также влажности грунта земляного полотна – 3 раза в неделю в переходные периоды.

Величины максимальных растягивающих напряжений и суммарных давлений регистрируются при проезде расчетного автомобиля на скоростях 30, 60 и 90 км/ч если иное не предусмотрено условиями эксперимента.

Требуемое оборудование.

Расчетный автомобиль, переносной измерительный комплекс с возможностью записи выходного сигнала с датчиков напряжений и давлений в динамическом режиме, датчики температуры и влажности, дорожная метеорологическая станция.

Порядок сбора информации.

1) Подключение переносного измерительного комплекса к выходному слоту/кабелю измерительного шкафа исследуемых секций.

2) Установка расчетного автомобиля на расстоянии, достаточном для обеспечения разгона до требуемой по условиям испытания скорости при прохождении над точкой установки датчика.

3) Проезд расчетного автомобиля с заданной скоростью по полосе наката испытательной секции. Проезд осуществляется по сигналу оператора переносного измерительного комплекса (подается в случае готовности к считыванию сигнала). При движении водитель должен стремиться к тому, чтобы колесо расчетного автомобиля прошло строго над тем местом, куда заложены датчики. Для этого возможно нанесение на покрытие краской линий, обеспечивающих зрительное ориентирование при движении.

4) Запись выходного сигнала датчика.

Операции (п.1-п.4) повторяются 4-6 раз. Из полученных в ходе серии испытаний результатов выбирают максимальное значение определяемой величины за окончательное.

5) Занесение сведений об испытании в журнал производства работ по определению величин напряжений и давлений.

Д.2 Регламент определения величин остаточных деформаций.

Общие сведения.

Целью данного исследования является определение величины необратимой деформации в каждом конструктивном слое дорожной одежды или в отдельных слоях.

Регистрация необратимых деформаций осуществляется с использованием датчиков остаточных деформаций (измерительные зонды, многослойный дефлектометр, датчик деформаций несвязных слоев и грунтов), закладываемых в процессе строительства / после окончания строительства на испытательных секциях.

Работы должны проводиться в сухую погоду в светлое время суток. Метеорологическая дальность видимости должна составлять не менее 450 м.

При проведении работ без закрытия движения на полигонах линейного типа ограждение мест производства работ осуществляется по схемам ОДМ 218.6.019-2016, как при проведении краткосрочных работ. Работы осуществляются с использованием автомобиля прикрытия, оборудованного проблесковым маяком оранжевого цвета и установленными на задней части знаками 4.2.1-3 «Объезд препятствия», 1.25 «Дорожные работы» и 3.24 «Ограничение максимальной скорости».

Все работающие должны иметь ярко-оранжевые жилеты со световозвращающими вставками.

Периодичность замеров – 4 раза в год (если иное не предусмотрено условиями эксперимента).

Требуемое оборудование.

Автомобиль прикрытия, конусы дорожные, тахеометр с отражателем, считывающее устройство для используемого типа датчика.

Порядок сбора информации.

Для измерительных зондов.

1) Ограждение места проведения работ.

2) Установка тахеометра в рабочее положение за пределами проезжей части.

3) Установка отражателя тахеометра на поверхность зонда и снятие отсчета.

4) Выкручивание пробки зонда.

5) Подключение считывающего устройства к выходному кабелю зонда.

6) Запись показателей.

7) Внесение сведений об испытании в журнал производства работ по определению величин остаточных деформаций.

Для многослойного дефлектометра / датчика деформаций несвязных слоев и грунтов.

1) Ограждение места проведения работ.

2) Подключение считывающего устройства к выходному кабелю многослойного дефлектометра / датчик деформаций несвязных слоев и грунтов.

3) Запись показателей.

4) Внесение сведений об испытании в журнал производства работ по определению величин остаточных деформаций.

Д.3 Регламент определения обратимых деформаций.

Общие сведения.

Целью данного исследования является регистрация обратимых деформаций элементов (слоев) дорожных одежд. Полученные данные могут быть использованы для уточнения расчетных характеристик конструктивных слоев одежд.

Дополнительно регистрируются данные о температурах конструктивных слоев дорожной одежды, влажности земляного полотна, температуре воздуха.

Регистрация обратимых деформаций осуществляется с использованием датчиков обратимых перемещений (виброакселерометров, геофонов, измерительных зондов, многослойного дефлектометра), закладываемых в конструкции на стадии строительства, либо по окончании строительства.

Регистрация температур конструктивных слоев дорожных одежд осуществляется по данным датчиков температуры, заложенных при / после строительства испытательных секций, температура воздуха регистрируется по данным дорожной метеорологической станции.

Влажность грунта земляного полотна определяется переносным датчиком влажности через точку доступа на каждой испытательной секции перед началом испытания, либо при помощи стационарных датчиков влажности.

Работы должны проводиться в сухую погоду в светлое время суток. Метеорологическая дальность видимости должна составлять не менее 450 м.

Полигон должен быть закрыт для движения транзитного транспорта (для полигонов линейного типа). Все работающие должны иметь оранжевые жилеты со световозвращающими элементами.

При проведении работ без закрытия движения на полигонах линейного типа ограждение мест производства работ осуществляется по схемам ОДМ 218.6.019-2016, как при проведении краткосрочных работ. Работы осуществляются с использованием автомобиля прикрытия, оборудованного проблесковым маяком оранжевого цвета и установленными на задней части знаками 4.2.1-3 «Объезд препятствия», 1.25 «Дорожные работы» и 3.24 «Ограничение максимальной скорости».

Для нагружения дорожных одежд на исследуемых секциях используют установки падающего груза (дефлектометры падающего груза) по ГОСТ 32729, моделирующие расчетное воздействие в точке закладки измерительного оборудования (датчики, зонды).

Для снижения влияния пластических деформаций верхних слоев одежды на снимаемые результаты в жаркий период года испытания следует проводить в первой половине дня (до наступления жары).

Измерение параметров осуществляется не менее 4 раз в год (если иное не предусмотрено условиями эксперимента) – по одному разу в каждый характерный период года.

Требуемое оборудование.

Автомобиль прикрытия, дефлектометр падающего груза (установка ударного нагружения) по ГОСТ 32729, переносной измерительный комплекс с возможностью записи выходного сигнала с датчиков деформаций (ускорений, скорости) / измерительных зондов, датчики температуры и влажности, дорожная метеорологическая станция.

Порядок сбора информации.

1) Ограждение мест производства работ.

2) Подключение переносного измерительного комплекса к выходному слоту/кабелю измерительного шкафа исследуемых секций.

3) Установка штампа установки динамического нагружения над точкой размещения измерительного оборудования (виброакселерометр, геофон, измерительный зонд, многослойный дефлектометр).

4) Динамическое нагружение конструкции расчетным воздействием.

5) Запись выходного сигнала датчиков. Измерение повторяют не менее 3 раз.

6) Занесение сведений об испытании в журнал производства работ по определению величин обратимых деформаций.

Д.4 Регламент определения влажности грунта земляного полотна.

Общие сведения.

Целью данного исследования является определение процентного содержания влаги в грунте рабочего слоя земляного полотна.

Регистрация влажности осуществляется с использованием переносного датчика влажности через точки доступа или при помощи датчиков, заложенных в испытательные секции при строительстве.

Еще до начала строительства должны быть выполнены работы по калибровке датчиков влажности для используемых видов грунтов, нейтронного зонда – для используемых грунтов и выбранного диаметра трубок доступа.

Работы по измерению влажности должны проводиться в сухую погоду в светлое время суток. Метеорологическая дальность видимости должна составлять не менее 450 м.

Ограждение мест производства работ осуществляется по схемам ОДМ 218.6.019-2016, как при проведении краткосрочных работ. Работы осуществляются с использованием автомобиля прикрытия, оборудованного проблесковым маяком оранжевого цвета и установленными на задней части знаками 4.2.1-3 «Объезд препятствия», 1.25 «Дорожные работы» и 3.24 «Ограничение максимальной скорости».

Все работающие должны иметь ярко-оранжевые жилеты со световозвращающими вставками.

Периодичность замеров:

– в холодный период года – 1 раз в месяц;

– в теплый период года – 3 раза в месяц;

– в переходные периоды года – 2-3 раза в неделю.

Рекомендуется совмещать определение влажности грунта земляного полотна с работами по оценке напряженно-деформированного состояния дорожных конструкций (механические напряжения, давления, амплитудно-частотные характеристики, остаточные деформации).

Требуемое оборудование.

Автомобиль прикрытия, конусы дорожные, датчик влажности / нейтронный зонд.

Порядок сбора информации.

При использовании нейтронного зонда

1) Ограждение места производства работ.

2) Извлечение пробки из трубки доступа.

3) Размещение нейтронного зонда внутри трубки доступа на уровне грунта рабочего слоя земляного полотна.

4) Чтение и запись выходного сигнала в журнал производства работ по определению влажности грунта земляного полотна.

Внимание!

Использование нейтронного зонда может быть опасно из-за ядерного источника излучения. Хранение и обращение с оборудованием должно осуществляться в соответствии с правилами и инструкциями для приборов подобного рода.

При использовании датчиков влажности (TDR), заложенных в грунт на стадии строительства, регистрация показаний осуществляется в автоматическом режиме, либо

при подключении устройства считывания информации к выходному слоту датчика в пункте сбора информации.

Д.5 Регламент определения температуры конструктивных слоев дорожной одежды.

Общие сведения.

Целью данного исследования является определение температуры материала каждого конструктивного слоя дорожных одежд.

Регистрация температуры осуществляется автоматически датчиками температуры, закладываемыми в конструктивные слои дорожных одежд испытательных секций при строительстве. Считывание данных с цифрового носителя осуществляется оператором.

Все работающие должны иметь ярко-оранжевые жилеты со световозвращающими вставками. Ограждения мест производства работ не требуется, так как считывание данных не предполагает выход оператора на проезжую часть.

Периодичность сбора данных – 1 раз в час. Осуществляется автоматически с записью в память прибора или передачей на сервер хранения информации по предусмотренным каналам связи!

Рекомендуемая периодичность считывания данных при записи в память прибора – не реже 1 раза в месяц.

Возможно совмещение работ с другими измерениями.

Требуемое оборудование.

Ноутбук с программным комплексом, позволяющим считывать и сохранять данные из запоминающего устройства группы датчиков температуры.

Порядок сбора информации.

1) Подключение ноутбука к запоминающему устройству группы датчиков.

2) Считывание информации с запоминающего устройства группы датчиков.

Д.6 Регламент определения продольной ровности покрытия.

Общие сведения.

Целью данного исследования является определение величины международного индекса ровности (IRI).

Расчет международного индекса ровности осуществляется в программных комплексах типа ProVAL по фактическим отметкам микропрофиля покрытия полученного профилометрической установкой по ГОСТ 33101 или с использованием геодезического инструмента.

Шаг записи отметок микропрофиля – 0,125 м. При использовании геодезического инструмента допускается увеличивать шаг снятия отметок до 0,25 м.

Показатель IRI определяется для каждой испытательной секции на 100 м отведенных под оценку транспортно-эксплуатационного состояния дороги. Не допускается для оценки продольной ровности использование участков, отведенных под закладку датчиков и отбор кернов.

Показатель IRI определяется для каждой полосы наката.

Запись микропрофиля должна быть обеспечена в любых погодных условиях кроме тех, что влияют на безопасность движения лаборатории (профилометрической установки) и достоверность получаемых результатов.

Профилометрическая установка должна обеспечивать возможность проведения записи микропрофиля с требуемой точностью на скоростях от 30 км/час (для полигонов линейного типа без закрытия полигона для движения транспорта).

Состояние дорожного покрытия испытательных секций полигона должно обеспечивать возможность движения дорожной лаборатории с профилометрической установкой со скоростью от 30 км/час.

Для получения достоверных результатов поверхность дорожного покрытия должна быть чистой.

При проведении измерений для обеспечения безопасности дорожная лаборатория должна быть оборудована специальными знаками (4.2.1-3 «Объезд препятствия», 1.25 «Дорожные работы» и 3.24 «Ограничение максимальной скорости») и сигнальными устройствами (проблесковый маячок и т.п.) по схемам ОДМ 218.6.019-2016, информирующими других участников дорожного движения о проведении измерительных работ на дороге.

При проведении измерений по определению ровности с использованием профилометрической установки следует руководствоваться инструкцией по эксплуатации данной установки. Минимальное число проездов по каждой полосе наката – 2 проезда. Для улучшения статистической точности определения показателей ровности следует увеличивать количество проездов. Большее число повторных проездов по участку позволяет снизить влияние случайных факторов на показатели ровности.

Периодичность проведения измерений – 2 раза в год (если иное не предусмотрено условиями эксперимента).

Требуемое оборудование.

Дорожная лаборатория с профилометрической установкой. Геодезический инструмент

Порядок сбора информации.

1) Проезд дорожной лаборатории с профилометрической установкой по полигону на требуемой скорости / Снятие отметок микропрофиля с использованием геодезического инструмента. Запись микропрофиля осуществляется на участках испытательных секций, отведенных под оценку транспортно-эксплуатационного состояния. Определение длины участка измерений должно выполняться с точностью не хуже ± 0,1%. Привязка начала и конца участка измерений должна осуществляться по намеченным краской линиям.

2) Внесение сведений об испытании в журнал производства работ по определению продольной ровности.

Д.7 Регламент определения поперечной ровности покрытия

Общие сведения.

Целью данного исследования является определение глубины колеи. Расчет глубины колеи осуществляется по фактическим данным, полученным ультразвуковыми или лазерными приборами для оценки колейности (профилометр) или с использованием ручного инструмента (трехметровой дорожной рейки).

Шаг определения глубины колеи – не реже 2 м.

Показатель поперечной ровности определяется для каждой испытательной секции на участках, отведенных под оценку транспортно-эксплуатационного состояния дороги. Не допускается для оценки поперечной ровности использование участков, отведенных под закладку датчиков и отбор кернов.

Колейность определяется для каждой полосы наката.

Сбор данных ручным способом должен осуществляться в сухую погоду при обеспеченной видимости.

Профилометр должен обеспечивать возможность проведения измерений с требуемой точностью на скоростях от 30 км/час.

Состояние дорожного покрытия испытательных секций полигона должно обеспечивать возможность движения дорожной лаборатории с профилометром со скоростью от 30 км/час (для полигонов линейного типа без закрытия его для движения транспорта). При проведении измерений следует руководствоваться инструкцией по эксплуатации данной установки.

Для получения достоверных результатов поверхность дорожного покрытия должна быть чистой.

При проведении измерений для обеспечения безопасности дорожная лаборатория должна быть оборудована специальными знаками (4.2.1-3 «Объезд препятствия», 1.25 «Дорожные работы» и 3.24 «Ограничение максимальной скорости») и сигнальными устройствами (проблесковый маячок и т.п.) по схемам ОДМ 218.6.019-

2016, информирующими других участников дорожного движения о проведении измерительных работ на дороге.

Оценку продольной ровности ручным способом рекомендуется проводить в период закрытия полигона для движения транзитного транспорта (для полигонов линейного типа). В противном случае при проведении измерений с использованием дорожной рейки места производства работ ограждают согласно схемам проведения краткосрочных работ согласно ОДМ 218.6.019-2016. Работы осуществляются с использованием автомобиля прикрытия, оборудованного проблесковым маяком оранжевого цвета и установленными на задней части знаками 4.2.1-3 «Объезд препятствия», 1.25 «Дорожные работы» и 3.24 «Ограничение максимальной скорости».

Все работающие должны иметь ярко-оранжевые жилеты со световозвращающими вставками. Периодичность проведения измерений, если иное не предусмотрено условиями эксперимента – 2 раза в год: весной (после наступления теплой сухой погоды) и осенью (до начала интенсивного выпадения осадков и холодов).

Требуемое оборудование.

Для автоматизированного метода: автомобиль прикрытия, дорожная лаборатория с профилометрической установкой.

Для ручного метода: автомобиль прикрытия, 3-метровая рейка, измерительный щуп (клиновой промерник), конусы дорожные.

Порядок сбора информации.

Автоматизированный метод:

1) Проезд дорожной лаборатории с профилометром по полигону на требуемой скорости. Запись данных о поперечной ровности осуществляется на участках испытательных секций, отведенных под оценку транспортно-эксплуатационного состояния. Определение длины участка измерений должно выполняться с точностью не хуже ± 0,1%. Привязка начала и конца участка измерений должна осуществляться по намеченным краской линиям.

2) Внесение сведений об испытании в журнал производства работ по определению поперечной ровности.

Ручной метод:

1) Установка трехметровой рейки на дорожное покрытие в направлении, перпендикулярном к оси автомобильной дороги таким образом, чтобы она перекрывала измеряемую колею на обеих полосах наката. При невозможности одновременно перекрыть трехметровой рейкой келейность на обеих полосах наката, перемещают

рейку в направлении, перпендикулярном к оси автомобильной дороги и проводят измерение на каждой полосе наката в пределах измеряемой полосы движения отдельно.

2) Измерение клиновым промерником или металлической линейкой максимального просвета под трехметровой рейкой с точностью до 1 мм.

3) Внесение сведений об измерении в журнал производства работ по определению поперечной ровности.

Обработка результатов в соответствии с ГОСТ 32825.

Д.8 Регламент определения коэффициента сцепления колеса с покрытием

Общие сведения.

Целью данного исследования является определение величины коэффициента сцепления колеса автомобиля с покрытием.

Коэффициент сцепления измеряют путем регистрации усилий, возникающих при затормаживании колеса прицепа ПКРС до его полной блокировки на искусственно увлажненном покрытии или с использованием портативного прибора ударного действия типа ППК-МАДИ-ВНИИБД. Допускается использовать портативные приборы и динамометрические тележки других модификаций при проведении предварительных сопоставительных испытаний с приборами ПКРС и ППК-МАДИ-ВНИИБД и получении корреляционных зависимостей.

Коэффициент сцепления определяется для каждой испытательной секции на участке, отведенном под оценку транспортно-эксплуатационного состояния дороги. Не допускается для оценки сцепных свойств покрытий использование участков, отведенных под закладку датчиков и отбор кернов.

Количество измерений на каждой полосе испытательной секции – не менее 3 (для приборов типа ПКРС) и не менее 5 раз (для приборов типа ППК-МАДИ-ВНИИБД). Измерения следует проводить по левой полосе наката.

При проведении измерений для обеспечения безопасности дорожная лаборатория должна быть оборудована специальными знаками (4.2.1-3 «Объезд препятствия», 1.25 «Дорожные работы» и 3.24 «Ограничение максимальной скорости») и сигнальными устройствами (проблесковый маячок и т.п.) по схемам ОДМ 218.6.019-2016, информирующими других участников дорожного движения о проведении измерительных работ на дороге.

Оценку сцепления портативным прибором рекомендуется проводить в период закрытия полигона для движения транзитного транспорта (для полигонов линейного типа). Если это невозможно, то при проведении измерений места производства работ ограждают согласно схемам, рекомендованным к использованию при проведении краткосрочных работ по ОДМ 218.6.019-2016. Работы осуществляются с

использованием автомобиля прикрытия, оборудованного проблесковым маяком оранжевого цвета и установленными на задней части знаками 4.2.1-3 «Объезд препятствия», 1.25 «Дорожные работы» и 3.24 «Ограничение максимальной скорости». Все работающие должны иметь ярко-оранжевые жилеты со световозвращающими вставками.

Поверхность автомобильной дороги перед измерением должна быть сухой. Не допускается проведение измерений во время дождя или тумана. Периодичность проведения измерений, если иное не предусмотрено условиями эксперимента – 2 раза в год при температуре воздуха от 5 до 40 °С.

Требуемое оборудование.

Установка ПКРС или ППК-МАДИ-ВНИИБД, или портативный прибор и динамометрические тележки других модификаций (при проведении предварительных сопоставительных испытаний с приборами ПКРС и ППК-МАДИ-ВНИИБД и получении корреляционных зависимостей).

Порядок сбора информации.

Установкой ПКРС

1) Измерение температуры воздуха и дорожного покрытия.

2) Проезд дорожной лаборатории с прицепом ПКРС по полигону на скорости 60±2 км/ч.

3) Увлажнение поверхности покрытия перед измерительным колесом через систему увлажнения. При проведении испытания увлажнение поверхности дороги следует начинать не позже чем за 0,5-1,0 с до начала торможения испытательного колеса. Условия увлажнения покрытия при проведении измерения в соответствии с ГОСТ 33078.

4) Блокирование измерительного колеса прицепа ПКРС.

5) Проведение серии измерений силы сцепления с момента блокировки колеса с шагом не менее 0,2 с в интервале времени не менее 1,0 с, но не более 3,0 с.

6) Отключение блокирования колеса и подачи воды.

7) Внесение сведений об испытании в журнал производства работ по определению коэффициента сцепления.

Обработка результатов измерений в соответствии с ГОСТ 33078.

Сведения о величинах температуры воздуха и дорожного покрытия могут быть получены с использованием дорожной метеорологической станции и датчиков температуры в конструктивных слоях дорожной одежды.

Прибором ППК-МАДИ-ВНИИБД

1) Измерение температуры воздуха и дорожного покрытия.

2) Установка прибора в точке измерения коэффициента сцепления.

3) Фиксация груза в верхнем положении.

4) Установка измерительного кольца в верхнее положение.

5) Увлажнение дорожного покрытия в зоне непосредственно перед имитаторами и в направлении их движения. Ширина увлажняемой зоны должна быть не менее 15 см, длина – не менее 25 см. Для увлажнения этой зоны необходимо вылить не менее 200-250 см3 воды.

6) Сброс груза путем нажатия на кнопку сброса груза. Разрыв во времени между увлажнением и сбросом груза не должен превышать 3 с.

7) Регистрация значения измеренного коэффициента сцепления по положению измерительного кольца на шкале прибора.

8) Внесение сведений об испытании в журнал производства работ по определению коэффициента сцепления.

Обработка результатов измерений в соответствии с ГОСТ 33078.

Д.9 Регламент определения шероховатости покрытия

Общие сведения.

Целью данного исследования является определение глубины впадин макрошероховатости.

Расчет глубины впадин макрошероховатости осуществляется по данным испытания методом «песчаного пятна». Шероховатость оценивается для каждой испытательной секции на 100 м отведенных под оценку транспортно-эксплуатационного состояния дороги. Не допускается для оценки шероховатости использование участков, отведенных под закладку датчиков и отбор кернов.

Показатель глубина впадин макрошероховатости определяется для дорожных конструкций, имеющих разные верхние или дополнительные слои покрытий. В этом случае для ежегодных замеров выбирается секция, наиболее благоприятная для соблюдения всех условий методики проведения измерений.

Работы выполняются в теплую сухую погоду. Для получения достоверных результатов поверхность дорожного покрытия должна быть чистой.

Работы следует проводить в период закрытия полигона для движения транзитного транспорта (для полигонов линейного типа). При проведении измерений без закрытия полигона работы выполняют с использованием автомобиля прикрытия, оборудованного проблесковым маяком оранжевого цвета и установленными на задней части знаками 4.2.1-3 «Объезд препятствия», 1.25 «Дорожные работы» и 3.24 «Ограничение максимальной скорости» согласно ОДМ 218.6.019-2016. Все

работающие должны иметь ярко-оранжевые жилеты со световозвращающими вставками.

Число измерений на каждой испытательной секции определяется глубиной неровностей макрошероховатости и составляет: при глубине до 2 мм – 6 измерений, при 2,1-3 мм – 12 измерений, при глубине более 3 мм – 20 измерений.

Периодичность проведения измерений – 1 раз в год.

Требуемое оборудование.

По ГОСТ 33147: Штамп для распределения песка, мерная емкость, мерная линейка длиной не менее 30 см, щетка, природный песок (размер зерен от 0,14 до 0,315 мм) в воздушно-сухом состоянии.

Порядок проведения измерений.

1) Очистка покрытия от пыли и грязи при помощи щетки.

2) Россыпь песка известного объема.

3) Распределение песка штампом круговыми движениями в виде круга по рабочей поверхности плиты. Необходимо добиваться заполнения впадин шероховатой поверхности до плотного касания основанием штампа выступов шероховатой поверхности. В том случае, если принятого объема мерной пробы песка недостаточно для заполнения впадин шероховатой поверхности, объем мерной пробы увеличивают.

4) Измерение при помощи линейки диаметра песчаного пятна – не менее четырех значений в разных направлениях.

5) Внесение сведений журнал производства работ по определению шероховатости.

Обработка результатов согласно ГОСТ 33147.

Д.10 Регламент определения прочности дорожной одежды

Общие сведения.

Целью данного исследования является определение несущей способности дорожной конструкции, общего модуля упругости дорожной одежды, модулей упругости конструктивных слоев расчетным методом.

Оценка прочности конструкций осуществляется на основе анализа данных регистрации чаш динамических прогибов полученных установками динамического нагружения с жестким штампом или общего модуля упругости, полученного при нагружении конструкции расчетным автомобилем (гибкий штамп) с регистрацией прогиба длиннобазовым рычажным прогибомером.

Прочность оценивается для каждой испытательной секции на участке, отведенном под оценку транспортно-эксплуатационного состояния дороги. Не допускается для оценки прочности использование участков, отведенных под закладку

датчиков и отбор кернов. Прочность определяется для всех испытательных секций дорожного полигона по внешней полосе наката.

Поверхность дорожного покрытия должна быть чистой. Работы следует проводить в период закрытия полигона для движения транзитного транспорта (для полигонов линейного типа). При проведении измерений без закрытия полигона работы выполняют с использованием автомобиля прикрытия (для метода статического нагружения расчетным автомобилем), оборудованного проблесковым маяком оранжевого цвета и установленными на задней части знаками 4.2.1-3 «Объезд препятствия», 1.25 «Дорожные работы» и 3.24 «Ограничение максимальной скорости» по схемам ОДМ 218.6.019-2016. Все работающие должны иметь ярко-оранжевые жилеты со световозвращающими вставками.

Периодичность проведения измерений – 2 раза в год (если иное не предусмотрено условиями эксперимента). Измерения проводят при температуре окружающего воздуха выше 0 °С.

Температура слоев дорожного покрытия при проведении измерений должна быть в пределах от 5 °С до 40 °С.

Не допускается проведение измерений при наличии каких-либо загрязнений, повреждений и локальных деформаций дорожного покрытия, приводящих к неполному контакту поверхности нагрузочной плиты с поверхностью дорожного покрытия и колейности на покрытии более 10 мм.

Число точек измерения (контрольных) на каждой испытательной секции – не менее 12.

До начала проведения измерений на покрытие каждой испытательной секции должны быть нанесены краской контрольные точки для установки приборов оценки прочности. Ежегодно маркировка должна возобновляться.

Требуемое оборудование.

Установки по ГОСТ 32729: динамического нагружения с жестким штампом с комплектом из 7 и более датчиков измерителей прогиба дорожной одежды, статического нагружения с гибким штампом.

Порядок проведения измерений.

Метод динамического нагружения:

1) Транспортирование установки динамического нагружения с жестким штампом и размещение над контрольной точкой. Место испытаний должно быть освобождено от камней и мусора для обеспечения правильного размещения штампа.

2) Установка штампа и датчиков на поверхность покрытия. Необходимо убедиться, что поверхность штампа нагружения находится в полном контакте с поверхностью дорожной конструкции.

3) Настройка оборудования на требуемую нагрузку согласно ГОСТ 32729.

4) Подъем груза на требуемую высоту и сбрасывание на штамп нагружения. На каждой точке необходимо выполнить не менее трех циклов ударного нагружения: один калибровочный и два измерительных удара. Максимальная погрешность между измерениями не должна превышать 5 % по каждому из установленных датчиков, или разность между измерениями по каждому датчику должна быть не более 2 мкм. При расхождении значений повторяют измерение со смещением штампа на расстояние не менее 2 м.

5) Запись результатов измерений на электронный носитель.

При проведении замеров определяют температуру слоев покрытия и воздуха. Для этого удобно использовать датчики температуры, заложенные в конструктивные слои и дорожную метеорологическую станцию.

Обработка результатов измерений по ГОСТ 32729, ОДМ 218.2.024-2012 [5].

Метод статического нагружения:

1) Установка автомобиля с расчетной нагрузкой на ось на проезжей части таким образом, чтобы точка измерения (помечена маркером) находилась между задним спаренным колесом автомобиля.

2) Установка прогибомера так, чтобы щуп с подпятником разместился строго между скатами сдвоенного колеса гружёного автомобиля точно под центром задней оси.

3) Установка клиновидной опорной подкладки на покрытие так, чтобы ее наклонная поверхность вошла в контакт с концом измерительного стержня индикатора часового типа.

4) Выдержка автомобиля на точке измерения до тех пор, пока отсчёт по индикатору l0 не будет изменяться за 10 с более чем на 0,005 мм, и запись его в журнал измерений.

5) Перемещение автомобиля вперед на расстояние не менее 5 м.

6) Выдержка до тех пор, пока отсчет по индикатору l1 после отъезда автомобиля с точки измерения в течение 10 с не будет изменяться более чем на 0,005 мм, запись его в журнал измерений. Удвоенная разность отсчетов по индикатору до и после съезда автомобиля соответствует упругому прогибу дорожной одежды в данной точке.

7) Внесение сведений журнал производства работ по определению упругого прогиба.

Обработка результатов измерений по ГОСТ 32729, ОДН 218.1.052-2002 [4].

При проведении измерений следует оценивать влажность грунта земляного полотна с использованием датчиков влажности / путем отбора проб.

Д.11 Регламент составления карты разрушений

Общие сведения.

Целью данного исследования является определение геометрических параметров дефектов дорожной конструкции сопровождающихся потерей массы и сплошности с составлением карты разрушений.

Составление карты разрушений осуществляется на основе визуальной и инструментальной оценки состояния покрытия по ГОСТ 32825 с использованием возможностей видео- или фотолабораторий или без них.

Карта разрушений составляется для каждой испытательной секции на участках, отведенных под оценку транспортно-эксплуатационного состояния дороги. Не допускается использование участков, отведенных под закладку датчиков и отбор кернов.

Поверхность дорожного покрытия должна быть чистой. Работы следует проводить в период закрытия полигона для движения транзитного транспорта (для полигонов линейного типа). Все работающие должны иметь ярко-оранжевые жилеты со световозвращающими вставками.

Периодичность проведения измерений, если иное не предусмотрено условиями эксперимента – 2 раза в год: весной с наступлением теплой сухой погоды и осень до начала интенсивного выпадения осадков. Дополнительно определяются параметры дефектов при их ремонте, если ранее они не были внесены в карту.

Каждое разрушение отмечают в карте и на покрытии (слабо различимые) собственным цветом:

узкие трещины (до 5 мм) – зеленый;

средние трещины (5-10 мм) – синий;

широкие трещины (10-30 мм) – оранжевый;

очень широкие (более 30 мм) – красный;

выбоина – фиолетовый.

Требуемое оборудование.

Видео- / фотолаборатория, дорожное колесо, рулетка, дорожная рейка.

Порядок проведения измерений.

1) Разметка на покрытии слабо различимых дефектов (узкие и средние трещины) краской либо мелом.

2) Фото- / видеосъемка при движении лаборатории с привязкой иллюстрационного материала к датчику пройденного пути, либо измерение параметров дефектов с использованием дорожного колеса, рулетки или дорожной рейки по ГОСТ 32825 с определением местоположения.

3) Внесение данных о разрушениях в полевой журнал при измерении вручную.

Д.12 Регламент измерения параметров погоды

Общие сведения.

Целью данного исследования является регистрация погодных явлений в районе расположения испытательного полигона. Основные определяемые параметры: температура воздуха, атмосферное давление, относительная влажность воздуха, точка россы, облачность, направление и скорость ветра, а также количество и тип выпадающих осадков.

Периодичность сбора данных о температуре воздуха – не реже 1 раза в час, атмосферного давления и относительной влажности воздуха – не реже 2 раз в сутки.

Сведения фиксируются в автоматическом режиме дорожной метеорологической станцией на протяжении всего срока эксплуатации полигона.

Требуемое оборудование.

Дорожная метеорологическая станция.

Порядок проведения измерений.

Сведения фиксируются в автоматическом режиме.

Д.13 Регламент измерений параметров транспортного потока

Общие сведения.

Целью данного исследования является учет движения транспортных средств, проходящих по полигону. Основные параметры, подлежащие фиксированию: интенсивность и состав транспортного потока, общий вес автомобиля, а также величина нагрузки приходящейся на колесо / ось, скорости транспортных средств.

Сведения фиксируются в автоматическом режиме системой мониторинга дорожного движения.

Для возможности расчета зависимостей транспортно-эксплуатационного состояния покрытий от числа приложения автомобильной нагрузки каждый раз при изменении режимов движения по полигону (открытие и закрытие движения) сведения об этом заносятся в систему хранения данных (для полигонов линейного типа). На

полигонах замкнутого типа возможно использование систем автоматического контроля, обеспечивающих регистрацию только интенсивности движения.

Требуемое оборудование.

Система мониторинга дорожного движения.

Порядок проведения измерений.

Сведения по учету движения транспортных средств фиксируются в автоматическом режиме.

Д.14 Регламенты типового исследования (порядок проведения измерений при испытании мостовых сооружений и элементов).

Общие сведения.

Целью данного исследования является определение величин растягивающих напряжений, деформаций и разрушений в результате воздействия циклической динамической нагрузки.

Регистрация напряжений и деформаций осуществляется в критических точках элементов конструкций (расчетные точки максимальных напряжений / деформаций) согласно расчетным схемам с использованием тензометрических датчиков (датчиков напряжений) и виброакселерометров соответственно. Регистрация разрушений осуществляется визуально, геометрические параметры разрушений измеряются наиболее подходящими средствами измерений (линейка, штангенциркуль и т.п.).

При испытании готовых сооружений движение любого транспорта по мостовому сооружению (за исключением участвующего в эксперименте) в момент проведения измерений запрещено.

Датчики напряжений и деформаций должны быть надежно закреплены в контролируемой точке.

Периодичность проведения измерений для готовых сооружений, если иное не предусмотрено условиями эксперимента – 2 раза в год: зимой (при отрицательных температурах) и летом (при высоких положительных температурах).

Требуемое оборудование.

Для готовых мостовых сооружений: расчетный автомобиль.

Для элементов мостовых сооружений: установка для ускоренных испытаний элементов мостовых сооружений.

Порядок сбора информации.

Динамические испытания готовых мостовых сооружений

1) Подключение переносного измерительного комплекса к выходным кабелям измерительного оборудования.

2) Установка расчетного автомобиля на расстоянии, достаточном для обеспечения разгона до требуемой по условиям испытания скорости при прохождении по мостовому сооружению.

3) Проезд расчетного автомобиля с заданной скоростью по полосе движения, обеспечивающей возникновение максимальных напряжений и деформаций в критических точках (точках установки датчиков). Проезд осуществляется по сигналу оператора переносного измерительного комплекса (подается в случае готовности к считыванию сигнала). Если иное не предусмотрено условиями эксперимента при первом проезде скорость расчетного автомобиля должна составлять 5 км/час.

4) Запись выходного сигнала с датчиков.

Операции (п.1-п.4) повторяются с увеличением на 5 км/час скорости каждого последующего прохода до максимально разрешенной на участке скорости.

5) Занесение сведений об испытании в журнал производства работ по испытанию мостовых сооружений.

Динамические испытания элементов мостовых сооружений.

1) Установка элемента мостового сооружения в машину для ускоренных испытаний. Схема размещения опор элемента сооружения и место приложения нагрузки должны соответствовать расчетной схеме работы элемента мостового сооружения.

2) Установка измерительного оборудования (датчиков деформаций и напряжений) в критических точках. Подключение измерительного комплекса к выходным кабелям измерительного оборудования.

3) Динамическое воздействие рабочего органа испытательной машины на элемент мостового сооружения. Частота приложения расчетного воздействия на элемент мостового сооружения, если иное не предусмотрено условиями эксперимента, выбирается с учетом материала конструкции: металлические конструкции – до 150 Гц, бетонные – до 3 Гц, железобетонные – 3-11 Гц.

4) Запись выходного сигнала с датчиков. Периодически, по мере появления разрушений, осуществляют обрисовку трещин (так, чтобы они были видны на фото / видеосъемке) цветными маркерами или мелом. Осуществляют инструментальную оценку ширины раскрытия и протяженности трещин.

5) Занесение сведений об испытании в журнал производства работ по испытанию элементов мостовых сооружений.

Библиография

[1] ОДМ 218.1.001-2010 «Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства».

[2] ОДМ «Методические рекомендации по организации освоения инноваций при проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, ремонте и содержании автомобильных дорог и искусственных сооружений на них в системе федерального дорожного агентства».

[3] ОДМ 218.6.019-2016 Рекомендации по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ.

[4] ОДН 218.1.052-2002 Оценка прочности нежестких дорожных одежд (взамен ВСН 52-89).

[5] ОДМ 218.2.024- 2012 Методические рекомендации по оценке прочности нежестких дорожных одежд.

ОКС

Ключевые слова: полигон, инфраструктура опытно-экспериментальных полигонов, участок с испытательными площадками (секциями), датчики.

Руководитель организации-разработчика

ООО «СПбГАСУ-Дорсервис»

Генеральный директор, доцент, к.э.н. _____ Е.Е. Медрес

СОИСПОЛНИТЕЛИ

Руководитель организации-соисполнителя

АО «Петербург-Дорсервис»

Генеральный директор _____ И.А. Пичугов

Руководитель организации-соисполнителя

ООО «ФиннДорсервис»

Генеральный директор _____ С.Н. Романов

gost.e-ecolog.ru