-ОДМ ……-2011(Окончательная редакция)
ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2012

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1.Разработан МОСКОВСКИМ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫМ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ УНИВЕРСИТЕТОМ (МАДИ).

2. Внесен Управлением эксплуатации и сохранности автомобильных дорог Федерального дорожного агентства

3. Издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от _____ № _____

4. Имеет рекомендательный характер

5. Введен впервые

Содержание

1. Область применения	1
2. Нормативные ссылки	2
3. Термины и определения	3
4. Требования к приборам, используемым для оценки прочности дорожных одежд динамическим нагружением	4
5. Учет влияния температуры связных слоев дорожных одежд на величину динамического прогиба	7
6. Оценка прочности дорожных одежд при выполнении диагностики	14
7. Оценка прочности дорожных одежд при капитальном ремонте участков автомобильных дорог	16
8. Оценка прочности дорожных одежд при выполнении приемочных испытаний	17
9. Прочность дорожных одежд в весенний период.	18
10. Приложение	21
11. Библиография	24

Оценка прочности нежестких дорожных одежд

1. Область применения

Документ разработан в дополнение к действующим отраслевым дорожным нормам ОДН 218.1.052-2002 «Оценка прочности нежестких дорожных одежд» с целью упрощения процесса измерения прочности при проведении измерений на автомобильных дорогах значительной протяженности. Документ содержит методические рекомендации по измерению прочности дорожных одежд методом динамического нагружения. Он может быть использован для оценки состояния дорожных одежд нежесткого типа при:

а) проведении поверочных и корреляционных испытаний приборов динамического нагружения, предназначенных для определения модулей упругости дорожных одежд нежесткого типа;

б) выполнении диагностики и паспортизации автомобильных дорог;

в) проведении приемочных испытаний вновь построенных и отремонтированных дорожных одежд;

г) решении вопроса об усилении существующих дорожных одежд.

Настоящая методика содержит дополнения, направленные на обеспечение единства измерений при выполнении работ устройствами динамического нагружения, отличающимися конструктивными особенностями и параметрами динамического воздействия. Методика разработана для обеспечения возможности выполнения измерений прочности в нерасчетный период года, когда влажность земляного полотна в значительной степени отличается от расчетной и не имеется технической возможности откорректировать результаты измерения прогибов с учетом фактического состояния влажности подстилающего грунта. В документе не рассматривается метод оценки прочности статическим нагружением, так как прогибы, определяемые этим методом, в значительной степени зависят от состояния влажности земляного полотна. Ме-

тод статического нагружения характеризуется малой производительностью, опасностью проведения измерений без остановки движения на обследуемой дороге, что затрудняет его использование при проведении диагностики значительных по длине маршрутов. Метод оценки прочности динамическим нагружением имеет существенно большую производительность, он характеризуется меньшим влиянием влажности земляного полотна на прогибы, что дает возможность выполнять контроль прочности в нерасчетный период года. В документе изложена методика учета параметров динамического импульса при расчете модуля упругости по прогибам дорожной одежды, а также методика коррекции результатов измерений с учетом температуры связных слоев и степени их разрушения.

Документ разработан творческим коллективом МАДИ (канд.техн.наук. Ю.В.Кузнецовым, инженерами С.С.Мордвиным, П.В.Плотниковым, Н.А.Кулагиным, Л.И.Антоненко) на основе многолетнего опыта выполнения измерений прочности при диагностике автомобильных дорог. При подготовке документа использованы работы докторов технических наук В.С.Радовского, Ю.М.Яковлева, кандидатов технических наук В.К.Апестина, А.М.Стрижевского, А.И.Дудакова.

Настоящая методика предназначена для организаций, проводящих обследования и испытания дорожных одежд с целью оценки их прочности.

2. Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ Р 52398-2005 Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования.

ГОСТ Р 52748-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения.

ГОСТ Р 50597-93 Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.

3. Термины и определения

В документе использованы следующие основные термины и определения:

Дорожная одежда – конструкция, состоящая из покрытия и основания, предназначенная для передачи колесной нагрузки на рабочий слой земляного полотна.

Нежесткая дорожная одежда - дорожная одежда, конструктивные слои которой выполнены без применения в качестве вяжущего цемента.

Покрытие – верхняя часть дорожной одежды, устраиваемая на дорожном основании и предназначенная для восприятия нагрузки от транспортных средств и защиты дорожной одежды от атмосферных воздействий.

Основание – одно, либо многослойная конструкция, совместно с покрытием обеспечивающая снижение нагрузки от транспорта и передающая её на расположенные ниже дополнительные слои основания, либо на грунт земляного полотна.

Подстилающий грунт земляного полотна – расположенный под дорожной одеждой верхний слой земляного полотна, испытывающий деформации от действующей на дорожную одежду нагрузки.

Связные слои дорожной одежды – слои, выполненные с применением вяжущих материалов.

Прочность дорожной одежды – свойство, характеризующее способность конструкции под воздействием многократно повторяющихся нагрузок от движущегося транспорта сохранять требуемую ровность покрытия в течение заданного срока службы.

Модуль упругости – параметр, определяемый величиной деформации под воздействием нагружения, используется для характеристики прочности дорожных одежд.

Оценка прочности дорожной одежды по упругому прогибу – способ, при котором к дорожному покрытию прикладывается вертикально действу-

ющая нагрузка, создающая упругий прогиб, по величине которого рассчитывается модуль упругости. Оценка прочности дорожной одежды статическим нагружением – метод, основанный на определении модуля упругости дорожной одежды при статическом воздействии на неё нагрузки от колеса автомобиля, либо штампа.

Оценка прочности дорожной одежды динамическим нагружением - метод оценки прочности, основанный на определении модуля упругости дорожной одежды при динамическом воздействии на неё штампа, либо пневматического колеса. В большинстве известных приборов динамическое воздействие создается падающим с определенной высоты грузом на упругий элемент, формирующий динамический импульс с требуемыми параметрами.

Уровень надежности – характеризует вероятность безотказной работы дорожной одежды с допустимыми параметрами ровности покрытия в течение межремонтного периода.

Коэффициент прочности – отношение допускаемого при нагружении прогиба к фактическому либо требуемого модуля упругости к измеренному.

Расчетный период года – наиболее неблагоприятный для дорожной одежды период года (обычно весенний), когда вследствие разуплотнения при оттаивании и переувлажнения грунта земляного полотна, дорожная одежда работает с максимальными прогибами.

4. Требования к приборам, используемым для оценки прочности дорожных одежд динамическим нагружением

4.1. Приборы динамического нагружения должны создавать на дорожную одежду динамическое воздействие с требуемыми параметрами и обеспечивать возможность измерения упругого прогиба в центре чаши прогиба с погрешностью, не превышающей $\pm 5\%$ измеряемой величины. Приборы динамического нагружения могут быть как навесными, смонтированными на автомобиле, так и прицепного типа.

4.2. Рабочий орган прибора, передающий динамическое воздействие на дорожную одежду, может быть выполнен в виде пневматического колеса,

либо жесткого штампа. При использовании жесткого штампа его конструкция должна обеспечивать при выполнении измерений плотное прилегание штампа к дорожной поверхности, что может быть достигнуто предварительным прижатием штампа к покрытию и обеспечением возможности его угловых перемещений.

4.3. При выполнении измерения, энергия динамического воздействия рабочего органа установки на дорожную одежду не должна быть менее 400 Дж.

4.4. В случае использования жесткого штампа, пластина, передающая динамическое воздействие на покрытие должна иметь форму круга, а её диаметр, доложен быть в пределах 33 -34 см. Для равномерного распределения давления по площади контакта штампа с покрытием нижняя его поверхность должна иметь резиновую прокладку, толщиной 5-10 мм.

4.5. Прогиб дорожной одежды должен регистрироваться с использованием датчика ускорения, либо перемещения. Результаты измерений прогиба не должны зависеть от диаметра и формы его чаши. Используемый для регистрации прогиба датчик должен фиксировать полосу частот до 500 Гц.

4.6. При использовании в качестве измерительного элемента датчика ускорения с целью предотвращения отрыва датчика от покрытия сила, прижимающая корпус датчика к покрытию, должна создаваться пружинами, либо другими упругими элементами, предотвращающими отрыв датчика от покрытия при ускорениях до 30 g. В связи с этим вертикальная сила, прижимающая датчик к покрытию, должна не менее чем в 30 раз превышать вес датчика вместе с его корпусом.

4.7. Продолжительность динамического воздействия капсулы прибора на дорожную одежду должна находиться в пределах от 0,015 до 0,030 секунд.

4.8. Усилие динамического воздействия, передаваемое упругим элементом установки, должно быть пропорционально его прогибу, что может

быть достигнуто использованием в качестве упругого элемента различного вида пружин.

4.9. Скольжение падающего груза по направляющим должно осуществляться с минимальным трением, высота повторного падения груза после его взаимодействия с упругим элементом и отскока должна составлять не менее 0,7 от первоначальной высоты падения.

4.10. Регистрирующая аппаратура должна обеспечивать возможность фиксации прогиба дорожной одежды во времени, а также максимального значения прогиба с погрешностью, не превышающей $\pm$5%.

4.11. Среднее значение усилия воздействия штампа на дорожную одежду необходимо определять с учетом потерь на трение в системе нагружения с использованием зависимости 4.1, (рис.4.1)

$$F_{cp} = \frac{m_1^2 gh}{(m_1 + m_2)\Delta_д} \qquad (4.1)$$

Где:

m_1 - масса груза, кг;

m_2 – масса штампа, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

h – высота падения груза, м;

$\Delta_д$ – прогиб упругого элемента при динамическом нагружении

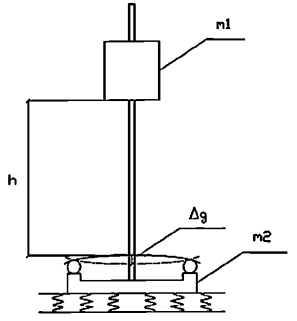


рис. 4.1. Схема воздействия падающего груза через упругий элемент на дорожную одежду.(m1 –масса падающего груза, m2 – масса штампа, h – высота падения груза, Δд – прогиб упругого элемента под динамической нагрузкой).

4.12. Модуль упругости должен определяться по величине упругого прогиба с использованием зависимости 4.3

$$E = \frac{pD}{l}(1-\mu^2),\ МПа \qquad (4.3)$$

Где:

P – удельное давление штампа в зоне контакта с покрытием;

D – диаметр штампа;

L – величина измеренного упругого прогиба;

μ – коэффициент Пуассона (0,3 для дорожных одежд)

При известной величине среднего значения усилия штампа установки на дорожную одежду модуль упругости по измеренному прогибу определяется по формуле (4.4).

$$E = 1{,}329 \cdot 10^{-3} \frac{F_{ср}}{Dl},\ МПа \qquad (4.4)$$

Где $F_{ср}$ – среднее усилие воздействия штампа на дорожную одежду, Н.

D– диаметр штампа, м;

l – прогиб дорожной одежды, мм

4.13. Наиболее точно значение силы воздействия штампа установки динамического нагружения на дорожную одежду может быть определено при помощи стенда, описание которого приведено в приложении 1.

5. Учет влияния температуры связных слоев дорожной одежды на величину динамического прогиба

5.1. При динамическом нагружении температура несвязных слоев не оказывает существенного влияния на прочностные характеристики дорожной одежды. В связи с этим, прогибы дорожных одежд и оснований, не имеющих

слоев, выполненных с применением вяжущих материалов, не требуют корреции по температуре.

5.2. Температура связных слоев дорожной одежды в значительной степени определяет их упругие свойства. При повышении температуры наблюдается стремительное снижение модуля упругости материалов, выполненных с применением органических вяжущих. При температуре связных слоев выше 50°С их роль в обеспечении прочности дорожной одежды чрезвычайно низка. Величина снижения модуля упругости при повышении температуры, зависит от толщины связных слоев дорожной одежды. На рис.5.1 представлены теоретические зависимости общего модуля упругости от температуры связных слоев.

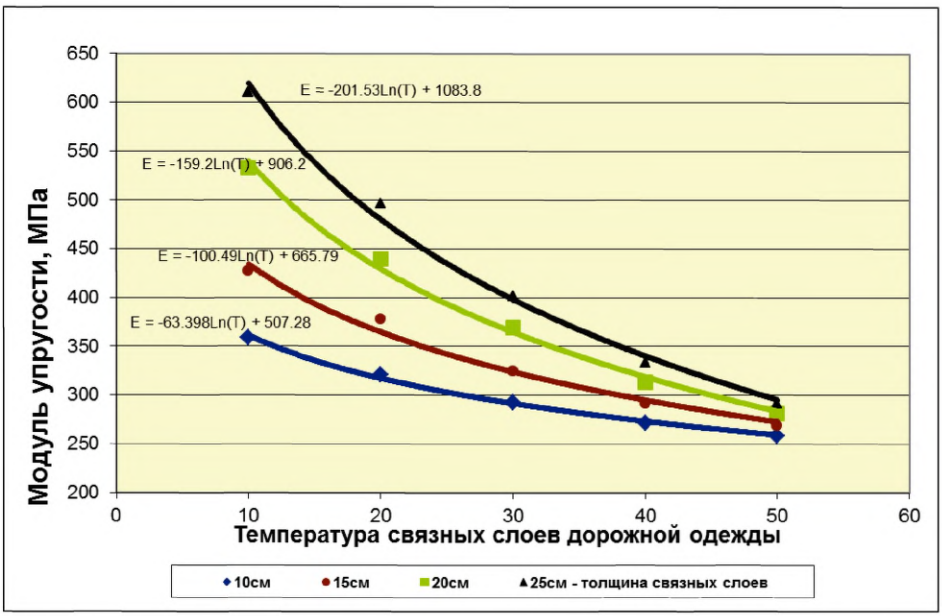


Рис 5.1. Теоретические зависимости снижения модуля упругости с повышением температуры при различной толщине связных слоев.

В связи со значительным влиянием температуры на модуль упругости связных слоев оценку прочности дорожных одежд, выполненных с применением вяжущих, целесообразно проводить при температурах связных слоев,

близких к расчетным и не проводить измерения при температурах свыше 30°С, когда роль связных слоев в обеспечении прочности чрезвычайно низка.

5.3. На дорожных одеждах известной конструкции при известной зависимости изменения температуры связного слоя по глубине величина температурной поправки модуля упругости может быть рассчитана теоретически. Для этого с использованием ОДН 218.046-01 определяется теоретический модуль упругости конструкции применительно к температуре связных слоев, равной 10 °С. Затем, связный слой делится на 2-3 подслоя, каждому из которых присваивается температура, установленная при фактическом её измерении в оцениваемой дорожной одежде. После этого по ОДН 218.046-01 с учетом модулей упругости, определенных для установленной температуры, повторно определяется модуль упругости дорожной одежды. По разности полученных расчетным путем модулей определяют величину модуля, на которую необходимо откорректировать экспериментально определенный модуль упругости.

5.4. При отсутствии информации о распределении температуры по глубине в том случае, когда известна общая толщина связного слоя, температурная поправка может быть определена по температуре на поверхности покрытия. Изменения модуля упругости в зависимости от температуры и толщины связных слоев удовлетворительно описывается зависимостью (5.1.)

$$E = k \ln(T) + b \,, \qquad (5.1.)$$

Где:

T – температура связных слоев, °С;

k, b – коэффициенты.

Значения коэффициентов k и b в зависимости от толщины связных слоев определяется:

рис.5.2.

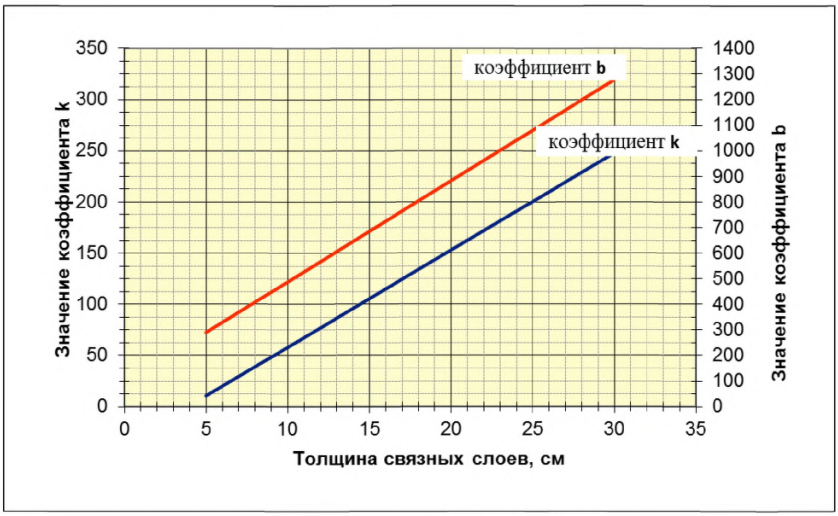


Рис 5.2. Зависимости для определения значений коэффициентов k и b.

5.5. При выполнении измерений прочности на дорогах, на которых толщина связных слоев может существенно меняться по длине дороги, допускается величину снижения модуля упругости определять по графику, приведенной на рис.5.3. Он дает возможность определить значения величины снижения модуля упругости в процентах в зависимости от температуры покрытия и толщины связных слоев. При этом ошибка в определении модуля упругости может достигать 14 %.

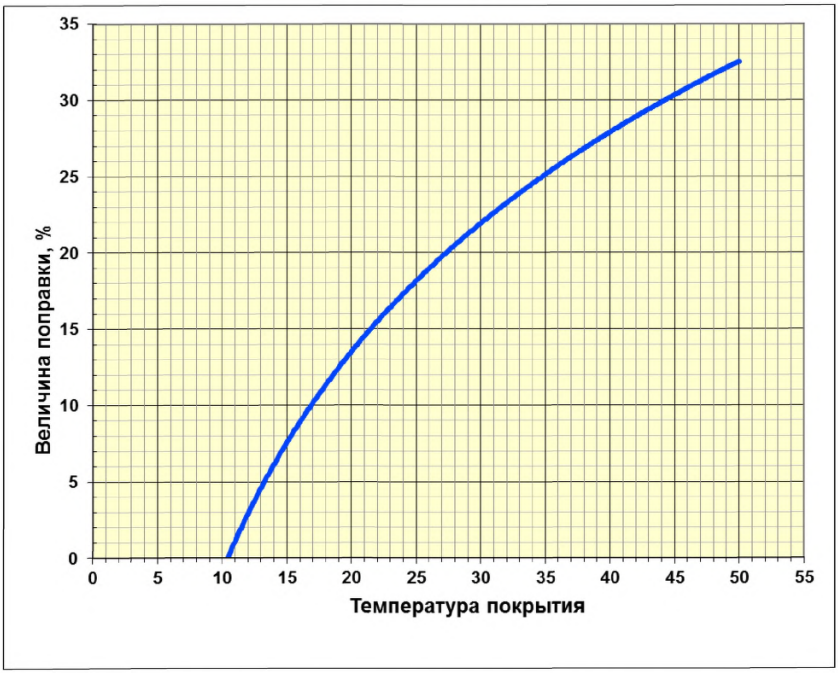


Рис 5.3. График определения величины температурной поправки в полевых условиях в зависимости от толщины связных слоев.

5.6. В полной мере коррекцию полученного модуля упругости с учетом температуры связных слоев необходимо производить только тогда, когда дорожная одежда не разрушена трещинами. При размещении штампа на одиночной трещине необходимо снижать температурную поправку, поскольку в этом случае связные слои работают не в полной мере и в большей степени в работу вовлекается несвязное основание, прочностные свойства которого не зависят от температуры. В том случае, когда соседние трещины расположены не ближе 2,5 – 3-х м, прочность снижается только той трещиной, на которой установлен штамп. При этом величину температурной поправки, рассчитанной с учетом фактической толщины связных слоев и их температуры, следует умножить, на коэффициент 0,69, характеризующий снижение влияния раз-

рушенного трещиной связного слоя на получаемые модули упругости. При более частом расположении трещин этот коэффициент следует уменьшать, определяя его с использованием графика, представленного на рис. 5.4, а когда трещины делят покрытие на фрагменты, соизмеримые с размером штампа, температурная поправка не требуется.

5.7. Результаты измерений прогиба могут быть откорректированы по температуре с учетом результатов испытаний дорожной конструкции на контрольной точке. Для этого на контрольной точке с известным модулем упругости проводят измерения прогиба и температуры поверхности покрытия для различных периодов времени суток (рис5.4). Затем на оцениваемой дорожной одежде идентичной конструкции проводят замеры прогиба и температуры покрытия. После этого с учетом результатов измерений на контрольном участке, выполненных в данном временном диапазоне, корректируют результаты измерений, умножая полученные прогибы на коэффициент, рассчитанный по прогибам на контрольном участке.

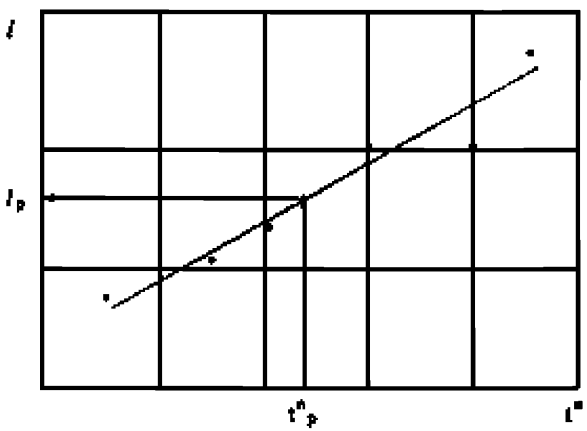


Рис.5.4. Пример построения графика "температура покрытия - прогиб" по результатам испытания дорожной конструкции на контрольной точке. Стрелками показан порядок определения расчетного значения обратимого прогиба ($\ell_р$), соответствующего расчетной температуре покрытия ($t_р^п$);
ℓ - обратимый прогиб, см;
$t^п$ - температура покрытия, °С

5.8. Определение модуля упругости дорожных одежд должно производиться в следующей последовательности.

5.8.1. При работе в летних условиях, когда температура связных слоев превышает 15°С, на дорогах, не разрушенных трещинами, измеряется температура покрытия и определяются прогибы. С учетом данных фактической толщины связных слоев определяется температурная поправка, и экспериментально полученные модули приводятся к температуре +20°С. Исходя из температуры связных слоев, производится пересчет требуемого модуля упругости. Требуемый модуль рассчитывается с учетом конструкции дорожной одежды и толщин связных слоев с использованием инструкции ОДН 218.046-01. Такой пересчет необходим, поскольку требуемый модуль, согласно действующей инструкции по расчету прочности дорожной одежды, определяется с учетом температуры связных слоев, равной +10°С. В рассчитанный по экспериментально определенным прогибам модуль упругости вносится температурная поправка. Коэффициент прочности определяется как отношение требуемого модуля, к фактическому модулю, приведенному к той же температуре.

5.8.2. При работе в условиях, когда температура связных слоев оцениваемой дорожной одежды ниже 15°С, с учетом данных фактической толщины связных слоев определяется температурная поправка, и экспериментально полученные модули приводятся к температуре +10°С. Коэффициент прочности определяется как отношение требуемого модуля, к фактическому модулю, приведенному к температуре +10°С.

5.8.3. При работе на разрушенных трещинами покрытиях штамп установки необходимо располагать в непосредственно близости от трещины и вычислять величину температурной поправки руководствуясь пунктами 5.8.1 и 5.8.2. В зависимости от расстояния между трещинами вычисленную поправку необходимо умножить на коэффициент снижения влияния темпера-

турной поправки, изменяющийся в пределах от 0,69, когда расстояние между трещинами более 3 м, до 0 при густой сетке трещин (рис. 5.5).

5.9. При измерении прочности летом целесообразно выполнять замеры в период времени с 8 до 10 часов, когда температура поверхности покрытия близка средним значениям температуры связных слоев. Необходимо избегать проведения измерений во время наибольшей активности солнца, когда температура на поверхности покрытия существенно отличается от средних значений температуры связных слоев. Наиболее точные результаты, не требующие поправки на температуру, могут быть получены в пасмурные дни, когда температура воздуха и покрытия близки между собой.

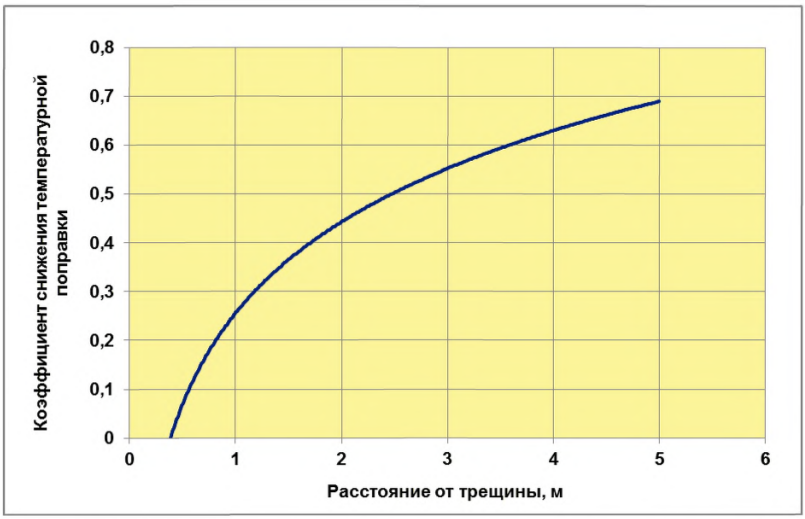


Рис 5.5. Коэффициент снижения температурной поправки, в зависимости от расстояния между трещинами.

6. Оценка прочности дорожных одежд при выполнении диагностики

6.1. При выполнении диагностики проведение полевых работ должно быть согласовано с дорожными организациями, обслуживающими диагно-

стируемые дороги и организациями, отвечающими за безопасность движения.

6.2 Передвижные автомобильные лаборатории, выполняющие измерения прогибов, должны быть оборудованы проблесковыми маячками желтого цвета, иметь хорошо видимое спереди и сзади световое табло с надписью, предупреждающей о проведении измерений, работы должны выполняться с включенными фарами ближнего света, а также с включенной аварийной сигнализацией. На задней стенке автомобильной установки или прицепного устройства должен быть укреплен предписывающий дорожный знак «Направление объезда препятствия» и предупреждающий знак «Прочие опасности». При проведении измерений с использованием установок, для выполнения одного измерения требующих более 30-40 сек, в зоне производства измерений должны быть установлены переносные ограждения. При работе с использованием установок, работающих без выхода оператора на проезжую часть и требующих меньшего времени для выполнения измерений в одной точке, устанавливать ограждения не следует. В этом случае для кратковременной остановки следует использовать имеющиеся в движении интервалы.

6.3. При выполнении диагностики измерения следует производить на двухполосных дорогах не менее двух замеров прогибов на километр дороги, при работе на дорогах с разделительной полосой необходимо производить не менее двух замеров прогибов в каждом направлении. Измерения необходимо производить в правой полосе наката правой полосы движения. При наличии хорошо заметных границ, разделяющих обследуемую дорогу по состоянию покрытия, измерения необходимо производить за 8-10 м перед границей и на таком же расстоянии за её пределами, отмечая местоположение границы в путевом журнале.

6.4. При наличии на обследуемой дороге участков, разрушенных пучением, измерения прочности в зоне пучин не производятся, необходимо про-

вести измерения за 5 – 10 м до визуально заметных разрушений и через 5 – 10 м после разрушений. Участку дороги, разбитому пучением, целесообразно присвоить модуль 50 МПа без выполнения замеров.

6.5. Измерения прогибов необходимо производить в местах, имеющих наибольшее количество дефектов. Как правило, наличие продольных трещин на полосах наката свидетельствует о низкой прочности дорожной одежды. В том случае, когда продольные трещины в большей степени располагаются в левой полосе наката, замеры прогибов также необходимо проводить и в левой полосе наката.

6.6. Замеры прогибов необходимо дополнять измерениями температуры дорожного покрытия. Измерения температуры необходимо выполнять в месте расположения штампа установки. Корректировка измеренного прогиба производится по методике, изложенной в п. 5 настоящего документа.

6.7. По скорректированному с учетом фактической температуры и степени разрушения дорожной одежды прогибу определяется фактический модуль упругости. Коэффициент прочности дорожной одежды рассчитывается как отношение требуемого модуля упругости к фактическому. При этом и требуемый модуль и фактический должны быть приведены к одной и той же температуре связных слоев.

6.8. При оценке прочности дорожной одежды в весенний период прогибы дорожной одежды необходимо измерять спустя 7-10 дней после момента полного оттаивания земляного полотна, когда земляное полотно претерпело осадку после его разуплотнения в результате промерзания и последующего оттаивания.

7. Оценка прочности дорожных одежд при капитальном ремонте участков автомобильных дорог

7.1. Прочность дорожных одежд на участках планируемого ремонта необходимо оценивать с целью определения фактического модуля упругости для выбора технологии выполнения ремонта и назначения дорожной кон-

струкции, обеспечивающей достижения модуля, отвечающего требованиям движения.

7.2. Измерения прочности на участке планируемого ремонта целесообразно выполнять по полосам движения в количестве не менее 20 замеров на 1 км, т.е. через 50 метров. При работе на двухполосных дорогах места измерений должны располагаться со смещением на 25 м в шахматном порядке. Такое количество измерений позволяет достичь уровня надежности 0,95. В случае обнаружения участков местного увеличения прогиба более чем на 20-25% от среднего значения, для выявления границ участка снижения модуля упругости, необходимо выполнить более частые замеры прогибов – через 5-7 метров.

7.3. Полученные прогибы должны быть откорректированы с учетом влияния температуры и степени разрушения связных слоев. Рассчитанные по скорректированным прогибам модули могут являться основой для назначения технологии ремонта и конструкции усиления дорожной одежды.

7.4. В том случае, когда технология ремонта предусматривает фрезерование покрытия с целью его выравнивания, целесообразно после выполнения фрезерования произвести повторное измерение прочности дорожной одежды. Повторные измерения необходимо производить в местах, где было выполнено наиболее глубокое фрезерование. После определения модулей упругости выровненной дорожной одежды необходимо выполнить расчет общего модуля упругости с учетом проектируемых слоев усиления. В случае, когда проектируемая конструкция не позволяет в конкретных местах достичь требуемых значений модуля, необходимо откорректировать принятое проектное решение.

8. Оценка прочности дорожной одежды при выполнении приемочных испытаний

8.1. При выполнении приемочных испытаний участков капитального ремонта и вновь построенных дорог прочность дорожной одежды необходи-

мо оценивать на двухполосных дорогах на каждом пикете прямого направления, а на автомобильных дорогах с разделительной полосой на каждом пикете прямого и обратного направления.

8.2. При обнаружении участков, значения модуля которых будет менее требуемого для принимаемой дороге, необходимо определить границы участка с неудовлетворительным модулем. С этой целью измерения необходимо производить через 10 метров до и после участка с неудовлетворительным модулем упругости.

8.3. Полученные на участке выполнения приемочных работ модули упругости необходимо откорректировать с учетом влияния на результаты измерения температуры связных слоев. Прочность дорожной одежды оценивается коэффициентом прочности, при этом и проектное значение модуля упругости, и фактически измеренные значения должны быть приведены к одной и той же температуре связных слоев.

9. Прочность дорожной одежды в весенний период

9.1. В районах, где имело место промерзание земляного полотна, по влиянию на состояние автомобильной дороги весеннее время может быть разделено на три периода – ранневесенний, средневесенний и поздневесенний. Ранневесенний период наступает при появлении средних положительных температур в течение светового дня. В этот период положительные температуры проникают лишь в верхние связные слои дорожной одежды. При этом дорожная одежда работает с незначительными прогибами и характеризуется очень высокими модулями упругости. Ранневесенний период обычно характерен тем, что из-за интенсивного таяния снега на обочинах, частых осадков, выпадающих в виде мокрого снега и дождя, дорожное покрытие значительную часть времени находилось в мокром состоянии. Грузовые автомобили, имеющие большую площадь контакта шины с покрытием, создают значительное динамическое воздействие на воду, что способствует быстрому разрушению покрытий, имеющих раскрытые и нераскрытые трещины. Сни-

жение интенсивности разрушения дорожной одежды в ранневесенний период может быть достигнуто:

1) повышением продольной и поперечной ровности дорожных покрытий, а также соблюдением требуемых значений поперечного уклона проезжей части и обочин;

2) удалением снежного наката и снежных отвалов с обочин до наступления интенсивного снеготаяния;

3) своевременным обеспечением водонепроницаемости дорожного покрытия путем устройства поверхностных обработок, заделкой трещин, укладкой новых слоев дорожного покрытия.

На дорогах, имеющих существенные разрушения дорожной одежды трещинами, ранневесенний период является наиболее опасным, приносящим дорожной одежде больший, чем другие весенние периоды, вред. На дорогах с не разрушенным трещинами дорожным покрытием ограничивать движение в ранневесенний период не требуется, поскольку при отсутствии значительных прогибов и тяжелое движение не может причинить дорожной одежде существенного вреда.

9.2. Средневесенний период наступает, когда среднесуточные температуры становятся положительными. При этом наблюдается постепенное оттаивание слоев основания дорожной одежды и грунта земляного полотна. В этот период вода из трещин в покрытии может проникать в нижние слои дорожной одежды. В начале этого периода вследствие наличия отрицательных температур в верхних слоях земляного полотна вода не в состоянии опуститься ниже. Независимо от рабочих отметок земляного полотна в этот период может наблюдаться водонасыщение щебеночных и песчаных дренирующих слоев дорожной одежды. При недостаточной мощности верхних связных слоев, либо при их разрушении трещинами переувлажнение нижних слоев дорожной одежды при наличии тяжелого движения может привести к сдвиговым деформациям и к образованию проломов верхних связных слоев

дорожной одежды. В этот период прогибы дорожной одежды, из-за наличия отрицательных температур в земляном полотне еще не достигают своего максимума и определяются только деформациями оттаявших слоев.

9.3. Поздневесенний период наступает при полном оттаивании грунта земляного полотна. Он характеризуется постепенным уменьшением деформаций, фиксируемых при измерениях прочности методами и динамического и статического нагружения, что объясняется повышением плотности разрыхленного оттаиванием грунта и снижением его влажности. На дорогах с одиночным и нетяжелым движением после полного оттаивания по мере уплотнения грунта прогибы дорожной одежды, измеренные методом динамического нагружения, уменьшаются медленнее, чем на дорогах с интенсивным движением грузовых автомобилей.

9.4. При назначении времени ограничения движения в весенний период необходимо исходить из того, что движение грузовых автомобилей в весеннее время в зависимости от состояния дорожной одежды может играть и положительную и отрицательную роли. Отрицательная роль связана с тем, что при движении по мокрому покрытию, разрушенному трещинами, грузовые автомобили способствуют дальнейшему разрушению дорожной одежды, а положительная роль заключается в уплотнении земляного полотна по мере его оттаивания. Уплотнение грунта осуществляется через слой дорожной одежды, поэтому его интенсивность невелика. Опасность движения в весенний период связана с возможностью образования сдвига в разуплотненных и переувлажненных на границе оттаивания грунтах. Однако при прочной дорожной одежде в период оттаивания подстилающего грунта движение играет скорее положительную, чем отрицательную роль, поскольку уплотнение грунта после разуплотнения идет параллельно с процессом оттаивания. В итоге при полном оттаивании деформации покрытия от тяжелой колесной нагрузки будут меньшими, чем в случае прекращения тяжелого движения на период оттаивания с последующим открытием движения после полного оттаивания, когда весь объем грунта на глубине промерзания находится в

разуплотненном состоянии. Стратегия регулирования движения в весенний период должна базироваться на конкретных данных об интенсивности и составе движения, конструкции, состояния и прочности дорожной одежды, глубине промерзания и свойствах грунтов земляного полотна.

10. Приложение

Параметры динамического воздействия установки динамического нагружения с учетом массы падающего груза, высоты его падения и характеристик упругого элемента необходимые для расчета модуля упругости по прогибу, могут быть определены расчетным путем по зависимостям, приведенным в п.4 настоящего документа. Однако эти параметры более точно могут быть определены при помощи стенда, конструкция которого приведена на рис.10.1.

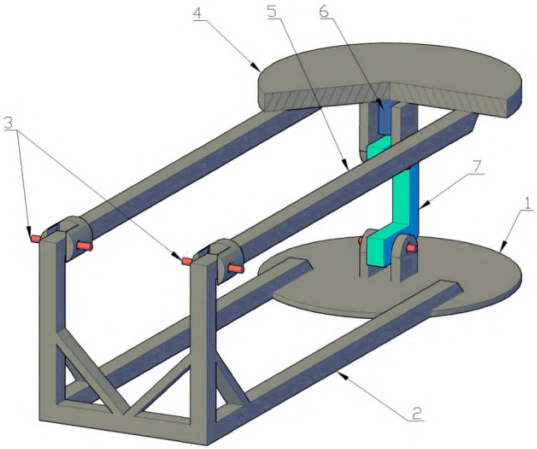


Рис. 10.1. Конструкция стенда, предназначенного для определения параметров воздействия установок динамического нагружения.

Стенд состоит из жесткой станины, выполненной в виде нижней пластины 1 и кронштейна Г-образной формы 2, который одним своим концом

жестко крепится к пластине, а на другом его конце размещен горизонтальный шарнир 3. Над нижней пластиной, играющей роль опоры, в горизонтальной плоскости размещена верхняя пластина 4 с прикрепленным к ней кронштейном 5, который другим своим концом крепится к шарниру 3. Верхняя опора выполнена в виде пластины, имеющей форму круга, диаметр которого равен диаметру штампа установки динамического нагружения (33-34см). С нижней стороны к пластине в её центре установлен прецизионный датчик ускорения 6, рабочая ось которого должна быть перпендикулярна плоскости верхней пластины. Между верней пластиной и опорой вертикально установлено динамометрическое звено 6. Положение горизонтального шарнира 3 на кронштейне 2 должно быть подобрано таким образом, чтобы верхняя пластина была параллельна плоскости опоры.

Для определения характеристик динамического воздействия тарируемой установки стенд устанавливают на горизонтально расположенную металлическую либо цементобетонную плиту. На верхнюю пластину стенда 2 опускают штамп установки динамического нагружения таким образом, чтобы его вертикальная ось совпала с вертикальной осью пластины 2 стенда. При этом датчик ускорения установки будет прижат к верхней пластине стенда, а его ось совпадет с осью прецизионного датчика ускорения, закрепленного к той же пластине, но с нижней стороны. Затем таким же образом, как это производят при измерениях прогиба дорожной одежды, груз поднимают и сбрасывают на штамп установки динамического нагружения. При этом динамометрическое звено 3 воспринимает, а регистрирующая аппаратура фиксирует характеристики динамического воздействия штампа – величину вертикального усилия и продолжительность динамического импульса. По эпюре динамического воздействия определяется среднее значение усилия.

Для определения работоспособности датчика ускорения установки динамического нагружения стенд устанавливают на дорожную одежду либо с использованием прокладок различной толщины и жесткости на ту же металлическую либо цементобетонную плиту. При этом прокладку размещают

между плитой и нижней опорой стенда. После этого производят динамичес кое воздействие подобно тому, как это делают при измерениях прочности. Далее при помощи регистрирующей аппаратуры установки динамического нагружения и аппаратуры стенда измеряют упругие перемещение верхней пластины стенда. Разница между перемещениями, определенными аппаратурой установки и перемещениями, зарегистрированными прецизионной аппаратурой стенда не должна превышать 5%. Измерения выполняют с использованием не менее трех прокладок, отличающихся упругими свойствами. Прокладки должны быть подобраны таким образом, чтобы фиксируемые датчиками перемещения находились в диапазоне реальных прогибов дорожных одежд – от 0,2 до 0,8мм.

Конструкция приведенного устройства позволяет определить параметры динамического воздействия для установок с гибким штампом, в которых в качестве штампа используется пневматические колеса и для которых параметры импульса рассчитать теоретически вследствие гистерезисных потерь в резине колеса не представляется возможным.

11. Библиография

[1]. ОДН 218.0.006-2002 Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог.

[2]. ОДН 218.1.052-2002 Оценка прочности нежестких дорожных одежд

[3]. ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд

[4]. Проектирование автомобильных дорог. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД) Т. V/ Федотов Г.А., Поспелов П.И., Кузахметова Э.К., Казарновский В.Д., и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. Федотова Г.А., д-ра техн. наук, проф. Поспелова П.И., - М.: Информавтодор, 2007. – 668с.

УДК625.72 ОКС_____

Ключевые слова: автомобильная дорога, дорожная одежда, прочность, прогиб дорожной одежды, модуль упругости, диагностика, ремонт.

gost.e-ecolog.ru