

**VI Межотраслевая конференция
«Битум и ПБВ. Актуальные вопросы 2017».
г. Санкт-Петербург 6-7 апреля 2017г.**

**Верификация значений модулей упругости
конструктивных слоев нежестких дорожных одежд**

Зам. Ген. директора ФАУ РОСДОРНИИ
Мартинсон Владимир Леонидович

**Научно-исследовательская работа
«Верификация значений модулей упругости
конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на
основе результатов испытаний установками
динамического нагружения»**

Верификация - подтверждение соответствия конечного продукта predetermined эталонным требованиям

Верификация - сопоставление существующих нормативных значений модулей упругости материалов и конструктивных слоев нежестких дорожных одежд с фактическими значениями, полученными в ходе строительства автомобильной дороги с применением современных испытательных установок

Первый этап НИР

«Обзор отечественной зарубежной нормативной базы с анализом значений модулей упругости конструктивных слоев нежестких дорожных одежд, назначаемых на стадии проектирования в отечественной и зарубежной практике.

Обзор и анализ современного оборудования для динамического нагружения нежестких дорожных одежд.

Основные цели этапа:

1. Обзор отечественной и зарубежной нормативной базы с анализом значений модулей упругости конструктивных слоев нежестких дорожных одежд, назначаемых на стадии проектирования;
2. Обзор отечественной и зарубежной нормативной базы с анализом методик определения значений модулей упругости конструктивных слоев нежестких дорожных одежд;
3. Обзор и анализ современного оборудования для определения значений модулей упругости конструктивных слоев нежестких дорожных одежд.

1. Обзор отечественной и зарубежной нормативной базы с анализом значений модулей упругости конструктивных слоев нежестких дорожных одежд, назначаемых на стадии проектирования

Проанализированы следующие документы, посвященные проектированию нежестких дорожных одежд и содержащие расчетные значения модулей упругости:

- ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд;
- ТКП 45-3.03-112-2008 Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования
- ВСН 46-72 Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа;
- ВСН 46-83 Инструкция по проектированию одежд нежесткого типа;
- RDO Asphalt 09 Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht. (Указания по расчету дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием)
- RSTO 12 Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen» (Нормы и правила по выбору стандартных конструкций дорожных одежд)
- ASTM D 5858-96 (2008) Standard Guide for Calculating In Situ Equivalent Elastic Moduli of Pavement Materials Using Layered Elastic Theory

- Методика проектирования нежестких дорожных одежд согласно документам стран-членов ТР ТС, например, ТКП 45-3.03-112 аналогична методике действующего в РФ ОДН 218.046. Основы проектирования заложены еще в ВСН 46-72 и ВСН 46-83;
- Значения модулей упругости материалов, принимающиеся в расчете конструкций на прочность не актуализировались со времен вступления ВСН 46-83, т.е. более 30 лет. ОДН 218.046 не содержит значений модулей упругости материалов, в настоящее время широко применяющихся слоях дорожных конструкций, например, щебеночно-мастичных асфальтобетонов, асфальтобетонов на полимерно-битумном вяжущем (ПБВ) и др.;
- В действующих нормативно-технических документах отсутствуют указания на методики определения важнейших расчетных показателей для дорожно-строительных материалов, применяемых при проектировании – модулей упругости. Отсутствуют указания как на лабораторные, так и на полевые методы испытаний. Единственным документом, в котором имеется описание методик, по которым определялись расчетные значения показателей материалов, применяемых при проектировании является ВСН 46-83 (взамен его введен ОДН 218.046)
- Зарубежные документы, посвященные проектированию, например, немецкие подразделяются на два основных направления – проектирование типовых конструкций дорожных одежд и индивидуальное проектирование для дорог с наиболее высоким трафиком или иными особенностями.
- В рассмотренном документе Германии, посвященном индивидуальному проектированию RDO Asphalt 09 «Указания по расчету дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием» указывается на то, что модули упругости земляного полотна и слоев оснований определяются полевыми испытаниями жестким штампом и должны иметь определенные фактические значения, а модули слоев из асфальтобетона определяются лабораторно при различных температурах от -20°C до 50°C

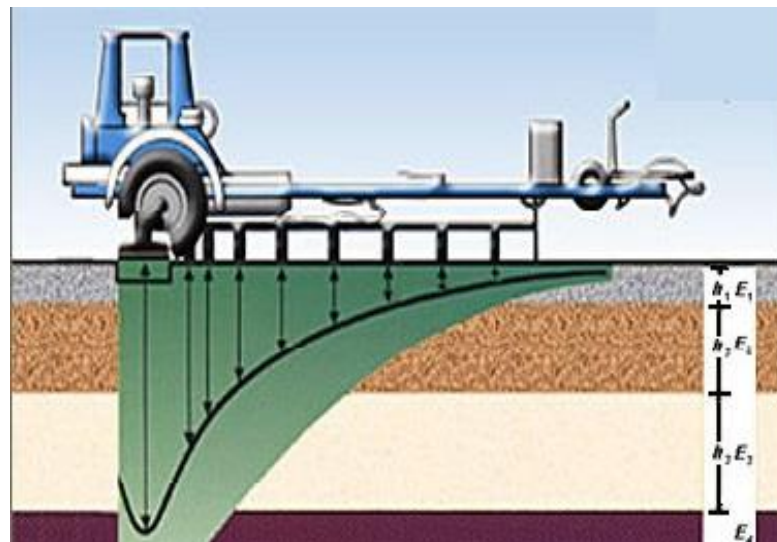
2. Обзор отечественной и зарубежной нормативной базы с анализом методик определения значений модулей упругости конструктивных слоев нежестких дорожных одежд

- ОДН 218.1.052-2002 Оценка прочности нежестких дорожных одежд
- ОДМ 218.2.024-2012 Методические рекомендации по оценке прочности нежестких дорожных одежд
- ГОСТ 32729-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Метод измерения упругого прогиба нежестких дорожных одежд для определения прочности
- ОДМ 218.5.007-2016 Методические рекомендации по определению модуля упругости статическим штампом
- DIN 18134:2012-04 Soil - Testing procedures and testing equipment - Plate load test
- СТО АВТОДОР 10.1-2013 Определение модулей упругости слоев эксплуатируемых дорожных конструкций с использованием установки ударного нагружения
- ДМД 02191.5.008-2009 Рекомендации по оценке прочности нежестких дорожных одежд по чаше прогиба
- AASHTO T 256-01 Standard Method of Test for Pavement Deflection Measurements
- СТО АВТОДОР 10.3 – 2014 Метод оценки качества несущих оснований из необработанных вяжущим материалов по деформативности их поверхности на стадии приемочного контроля при устройстве дорожных одежд

3. Обзор и анализ современного оборудования для определения значений модулей упругости конструктивных слоев нежестких дорожных одежд

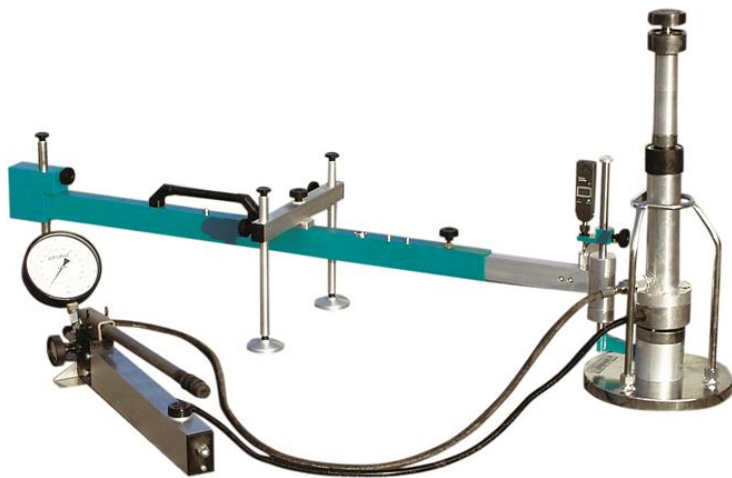
Были рассмотрены:

- современные установки динамического нагружения нежестких дорожных одежд - прогибомеры с падающим грузом FWD согласно ГОСТ 32729-2014, СТО АВТОДОР 10.1-2013, ДМД 02191.5.008-2009, AASHTO T 256



Испытания прогибомерами с падающим грузом в большинстве случаев проводятся на верхнем слое покрытия строящейся дороги или на эксплуатируемых участках автомобильных дорог для оценки состояния конструкции в целом и отдельных конструктивных слоев. Прогибомеры с падающим грузом так же позволяют проводить испытания на грунтах и слоях оснований, выполненных из укрепленных и неукрепленных материалов, однако испытания на указанных слоях не регламентированы в действующих нормативных документах и до настоящего времени не имеет широкого применения. Создаваемая нагрузка от 7 до 120 кН

- штамповые установки статического нагружения для определения модулей упругости слоев основания и грунтов земляного полотна согласно ОДМ 218.5.007, DIN 18134:2012-04, СТО АВТОДОР 10.3 – 2014, СТБ 1501-2013.



Статические штамповые установки применяются в основном для определения модулей упругости на слоях оснований. Допускается применение статических штамповых установок на земляном полотне, но имеется вероятность проваливания штампа под значительной нагрузкой.

Создаваемая нагрузка на слоях оснований 50 кН, на грунтах может быть снижено.

- штамповые установки динамического нагружения для определения модулей деформации и однородности уплотнения грунтов земляного полотна согласно СТО АВТОДОР 10.3 – 2014 и СТБ 1501-2013

Динамические штамповые установки, как правило, применяют для определения степени и однородности уплотнения грунтов и слоев из несвязных материалов при приемочном и операционном контроле

Создаваемая нагрузка 7 кН



- Различные виды и принципы действия оборудования обусловлены применимостью на различных слоях конструкции и типах материалов.
- Наиболее широко применяемыми установками для определения несущей способности нежестких дорожных одежд и модулей упругости отдельных конструктивных слоев являются прогибомеры с падающим грузом FWD.
- Штамповые установки статического нагружения нашли широкое применение за рубежом и в Российской Федерации ввиду простоты их конструкции и возможности оперативного использования во время устройства или приемки слоев. Так же одним из определяющих факторов широкого распространения ручных штамповых установок является их низкая стоимость по отношению к прогибомерам с падающим грузом.
- Для проведения испытаний на грунтах и слоях оснований, выполненных из укрепленных и неукрепленных материалов, широкое применение имеют статические и динамические штамповые установки.
- Испытания прогибомерами с падающим грузом на конструктивных слоях, выполненных без асфальтобетона актуальны ввиду того, что действующие нормативные значения модулей упругости для слоев оснований и грунтов земляного полотна были получены путем проведения длительных испытаний статическим штампом, что не полностью отражает реальную картину их деформирования под воздействием нагрузок от транспортного потока.

Второй этап НИР

«Разработка методики и инструментального обеспечения проведения экспериментальных натурных исследований по оценке модулей упругости конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на строящихся участках автомобильных дорог. Определение номенклатуры конструктивных слоев нежестких дорожных одежд для производства верификация значений их модулей упругости. Формирование перечня участков строительства автомобильных дорог для проведения натурных испытаний с использованием установок динамического нагружения»

Основные цели этапа

- Определение методик и инструментального обеспечения для проведения натурных испытаний конструктивных слоев дорожных одежд;
- Определение методик и инструментального обеспечения для проведения лабораторных испытаний по определению модулей упругости асфальтобетонов;
- Разработка методики проведения натурных и лабораторных испытаний в рамках НИР по оценке модулей упругости конструктивных слоев;
- Определение номенклатуры материалов конструктивных слоев для производства верификации их модулей упругости;
- Формирование перечня участков строительства автомобильных дорог для проведения полевых испытаний с использованием установок динамического нагружения.

Методики и инструментальное обеспечение для проведения натурных испытаний

В соответствии с техническим заданием на выполнение НИР и ввиду того, что определение устойчивой корреляции между прогибами, полученными на установках различного действия (статического и динамического), практически невозможно, а определение корреляционных зависимостей модулей упругости требует проведения значительных сравнительных испытаний на каждом отдельном участке, предполагается проведение испытаний всех конструктивных слоев и материалов установкой динамического нагружения FWD (прогибомером с падающим грузом)

Дополнительно для определения модуля деформации и степени уплотнения слоя земляного полотна будет применяться динамическая штамповая установка

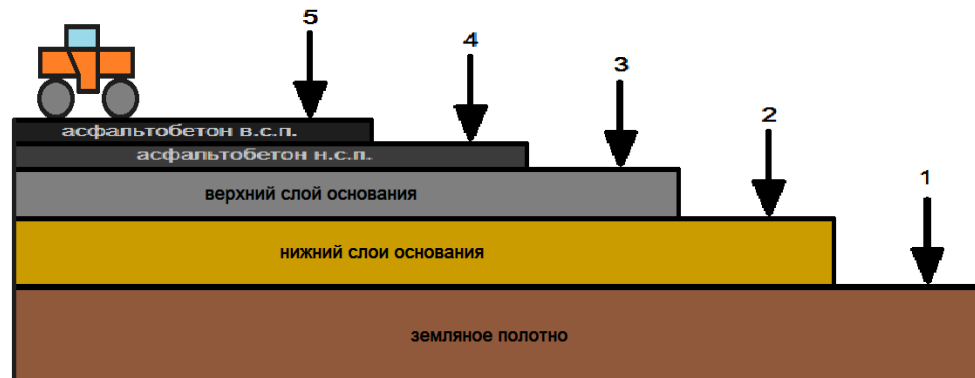


Методика проведения натуральных испытаний в рамках НИР

Испытания планируются выполнять начиная с нижнего слоя на каждом новом устройшем слое вплоть до верхнего слоя покрытия в одних и тех же точках. Таким образом, возможно определить модуль упругости каждого отдельного конструктивного слоя при строительстве. На одном типовом участке испытания будут проводиться в следующей последовательности:

- испытания на грунте земляного полотна;
- испытания на слоях основания;
- испытания на слоях из асфальтобетона.

Испытания на слоях из асфальтобетона предполагается проводить при различных температурах в диапазоне от 10°C до 50°C. Планируется отбор кернов (вырубок) в местах проведения испытаний прогибомером с падающим грузом для дальнейшего определения модулей упругости в лаборатории



Планируемый перечень материалов конструктивных слоев:

Грунты земляного полотна

- супесь;
- суглинок;
- глина;
- песок

Слои оснований:

- несвязные ;
- связные (укрепленных органическими вяжущими, минеральными вяжущими, комплексно укрепленными)

Слои из асфальтобетона

- ЩМА
- Плотные

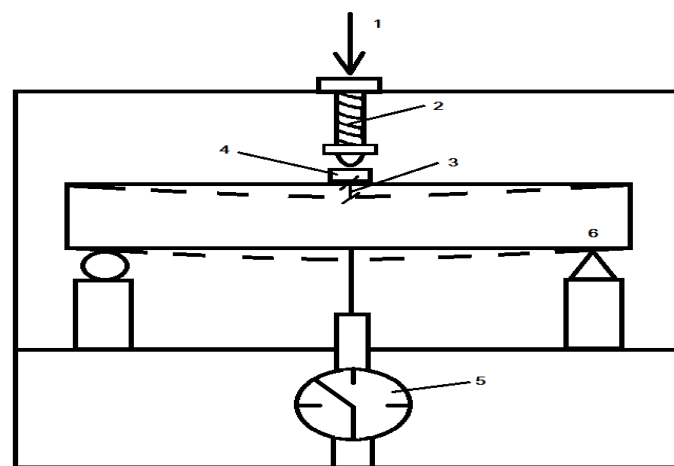
Методики и инструментальное обеспечение для проведения лабораторных испытаний по определению модулей упругости асфальтобетонов

Проведение лабораторных испытаний в соответствии с отечественной методикой, представленной в ВСН 46-83

В рамках НИР будут проведены выборочные испытания по оценке модулей упругости асфальтобетонов по отечественной методике с целью экспериментального подтверждения модулей упругости, заложенных в ОДН 218.046

Испытания проводятся на образцах-балочках при температурах от 0°С до 50°С

Время приложения нагрузки – 0,1 с.

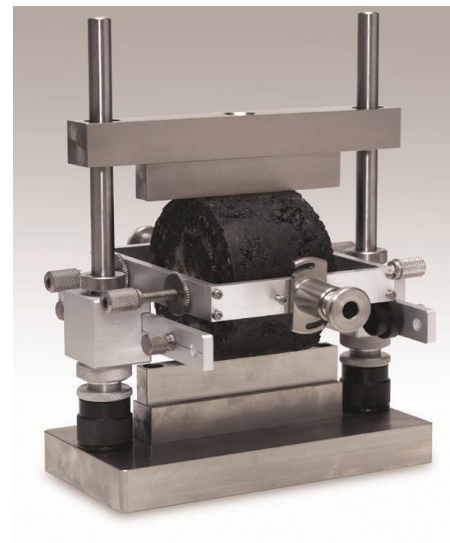


1- пластина; 2- образец-балочка; 3- подвижная опора; 4- опора; 5- индикатор перемещений

Проведение лабораторных испытаний в соответствии с передовыми зарубежными методиками

Испытательное оборудование, представленное в ВСН 46-83 произведено в единичных экземплярах, поэтому в рамках проведения НИР планируется проведение испытаний в соответствии с зарубежными методиками при температурах, указанных в ОДН 218.046 - от 0°C до 50°C на современных универсальных испытательных установках - COOPER

Цель - определение зависимости между различными лабораторными методами и с целью сравнения с результатами, полученными при полевых испытаниях. Методики испытаний нормированы европейскими нормами (EN 12697-24, EN 12697-25, EN 12697-26), и стандартами США (ASTM D4123, AASHTO TP31/T342(TP62) /T307(TP8)).



Актуальность и планируемые результаты НИР

В рамках проведения НИР будет проведен комплекс натурных испытаний на строящихся и введенных в эксплуатацию автомобильных дорогах, а также исследований свойств материалов в лаборатории. Это даст возможность верифицировать значения полученные в полевых и лабораторных исследованиях по экспериментальным зависимостям.

До настоящего времени такие комплексные исследования в Российской Федерации не проводились.

По результатам НИР будут разработаны рекомендации по уточнению нормативных значений модулей упругости конструктивных слоев нежестких дорожных одежд, принимаемых на стадии проектирования

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ
ФАУ «РОСДОРНИИ»

rosdornii.ru

Адрес: Россия, Москва, 125493, ул. Смольная, д. 2
+7 (495) 452-42-35

Мартинсон Владимир Леонидович

+7(916) 691-46-69

E-mail: martinson@rosdornii.ru