

*Матуа Вахтанг Парменович, доктор технических наук, профессор кафедры «Автомобильные дороги и аэродромы» дорожно-транспортного института Ростовского государственного строительного университета, т.: (863)2208971;*

*Мирончук Сергей Александрович, аспирант кафедры «Автомобильные дороги и аэродромы» дорожно-транспортного института Ростовского государственного строительного университета, т.: 89885336330;*

*Блягоз Алик Моссович, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных и общепрофессиональных дисциплин ФГБОУ ВПО «Майкопский государственный технологический университет».*

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА НА ДЕФОРМАТИВНЫЕ СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА**  
(рецензирована)

*Данная статья посвящена исследованию остаточных деформаций асфальтобетонов под воздействием динамических нагрузок, с использованием разработанной методики в условиях приближенных к реальным. В статье приводятся результаты испытаний асфальтобетонов различных типов с варьированием в их гранулометрическом составе содержания щебня крупных фракций и установления связи между скоростью накопления деформаций от заданных свойств и температурных условий.*

*Ключевые слова: асфальтобетон, динамические нагрузки, остаточные деформации, новое испытательное оборудование, колеиность, срок эксплуатации.*

*Matua Vakhtang Parmenovich, Doctor of Technical Sciences, professor of the Department "Highways and airports" of the Road-Transport Institute, Rostov State University of Civil Engineering, tel.: (863) 2208971;*

*Mironchuk Sergey Alexandrovich, post graduate student of the Department "Highways and airports" of the Road-Transport Institute, Rostov State University of Civil Engineering, tel.: 89885336330;*

*Blyagoz Alec Mossovich, Candidate of Technical Sciences, assistant professor of the Department of Construction and General Professional disciplines of FSBEI HPE "Maikop State Technological University".*

**LABORATORY STUDIES OF INFLUENCE OF MINERAL STRUCTURE ON DEFORMATION PROPERTIES OF ASPHALT CONCRETE**  
(reviewed)

*This article is devoted to the study of asphalt concrete deformations under the influence of dynamic loads, using techniques developed in close to real conditions. The paper presents the results of tests of asphalt concretes of various types with the alteration in their content large fraction crushed stone and establishing the link between the rate of accumulation of deformations from the specified properties and temperature conditions.*

*Keywords: asphalt concrete, dynamic loads, the residual deformation, the new test equipment, rutting, life.*

Качество дорожных асфальтобетонных покрытий определяется их прочностью, ровностью, фрикционными свойствами, а также способностью сохранять эти параметры на заданном уровне в процессе эксплуатации в течение длительного времени, т.е. долговечностью. Продолжительность работы покрытия до того момента, когда хотя бы один из параметров в процессе эксплуатации становится ниже нормативных значений, определяет срок службы покрытия и дорожной конструкции в целом.

В рамках проблемы повышения долговечности дорожных конструкций и безопасности дорожного движения одной из важнейших справедливо считают задачу замедления потери ровности покрытия во времени.

Опыт эксплуатации автомобильных дорог в нашей стране показывает, что реальные сроки службы покрытий нередко ниже нормативных, что вызывает потребность в увеличении затрат на ремонтные работы.

В результате возросшей в последние годы интенсивности движения, грузоподъемности транспортных средств и средней скорости движения транспортного потока на основных магистралях резко возросло динамическое воздействие на дорожную конструкцию, что в свою очередь приводит к ускоренной потере продольной и поперечной ровности и интенсивному накоплению пластических

деформаций.

Действующая методика испытаний дорожно-строительных материалов недостаточно учитывает упруго-вязко-пластические свойства материалов дорожной одежды. Методика испытаний материалов на сжатие не способна адекватно описывать характер реального нагружения и условий, в которых находится материал, так как не учитывается динамический характер нагружения и боковое обжатие материала.

В последние годы сделаны серьезные шаги как в теоретическом плане рассмотрения процессов развития пластических деформаций в дорожных конструкциях, так и в практическом, направления по созданию новых методик, моделирующих динамическое воздействие автомобилей. В наибольшей степени подвержены воздействию транспортных средств верхние слои асфальтобетонных покрытий. Именно поэтому стоит уделять особое внимание процессу накопления остаточных деформаций в асфальтобетонах с целью получения объективных о процессах их деформирования, а также установления связи между скоростью накопления деформаций в различных типах асфальтобетонов под воздействием расчетных динамических нагрузок и температурных условий эксплуатации дороги. Критерием устойчивости асфальтобетона к колееобразованию может служить минимально-допустимая величина накопления остаточных деформаций как дорожной конструкцией в целом, так и отдельными ее слоями.

Большое развитие получили методы прогнозирования, полевых наблюдений и лабораторных исследований колееобразования на асфальтобетонных покрытиях. В зарубежной практике научных исследований для оценки качества асфальтобетона все шире применяются новые методы определения устойчивости асфальтобетона к колееобразованию. Наибольшее распространение получили методы моделирующие колесную нагрузку: метод с помощью установки ускоренного нагружения (FHWA Accelerated Loading Facility – ALF); метод с использованием французского прибора для испытания покрытий на колееобразование (French Pavement Rutting Tester – FPRT); метод с помощью испытательной установки нагружения колесом штата Джорджия (Georgia Loaded – Wheel Tester – GLWT); метод с помощью Гамбургского устройства колееобразования (HWTД) и т.д.

Большинство методов испытаний асфальтобетонов на устойчивость к колееобразованию сводится к тому, что на стендах или установках пытаются имитировать движение автотранспорта по автомобильной дороге. Однако насколько бы ни были эти методы приближены к эксплуатационным условиям работы асфальтобетона, в сущности, они не в состоянии отразить реальное напряженно-деформированное состояние дорожной конструкции, так как время, скорость и число приложений расчетной нагрузки не соответствует реальным условиям эксплуатации дороги.

Из выше изложенного следует вывод о необходимости создания принципиально нового лабораторного оборудования, позволяющего проводить исследования дорожно-строительных материалов под воздействием расчетных динамических нагрузок, а также методики прогнозирования накопления остаточных деформаций в элементах дорожных конструкций, с оценкой устойчивости дорожно-строительных материалов к воздействию реальных динамических нагрузок и погодноклиматических факторов.

Наиболее полно процессы, происходящие в дорожных конструкциях в реальных условиях их эксплуатации, можно учесть при исследовании реологических характеристик материалов под воздействием расчетных динамических нагрузок. Использование данной методики позволит максимально объективно оценивать работоспособность и долговечность конструктивных слоев дорожных одежд в реальных условиях их эксплуатации.

В Ростовском государственном строительном университете на протяжении многих лет ведутся глубокие теоретические и экспериментальные исследования по изучению напряженно-деформированного состояния дорожных конструкций с учетом их неупругих свойств и пространственного динамического нагружения, в том числе по развитию и накоплению остаточных деформаций в слоях дорожных одежд.

В рамках этих исследований разработано принципиально новое лабораторное оборудование, позволяющее проводить испытания дорожно-строительных материалов конструктивных слоев дорожной одежды под воздействием кратковременно повторяющейся циклической нагрузки (рис. 1).

Конструкция испытательного оборудования состоит из стальной устойчивой рамы, способной не деформируясь, выдерживать большие динамические нагрузки. На рамный каркас установки закрепляются все основные детали и оборудование. Рама сконструирована таким образом, чтобы обеспечить удобный подход ко всем узлам, агрегатам и регулирующим механизмам.

Необходимая для испытания нагрузка создается при помощи тарированной пружины. Регулировка напряжения пружины осуществляется поворотным натяжителем. Циклические

кратковременные нагрузки создаются эксцентричным кулачком.

Частота приложений нагрузки может варьироваться в широких диапазонах от 1 до 23 Гц. Число оборотов двигателя и соответственно частота приложений нагрузки регулируется с высокой точностью (до 1 оборота) при помощи частотного преобразователя.

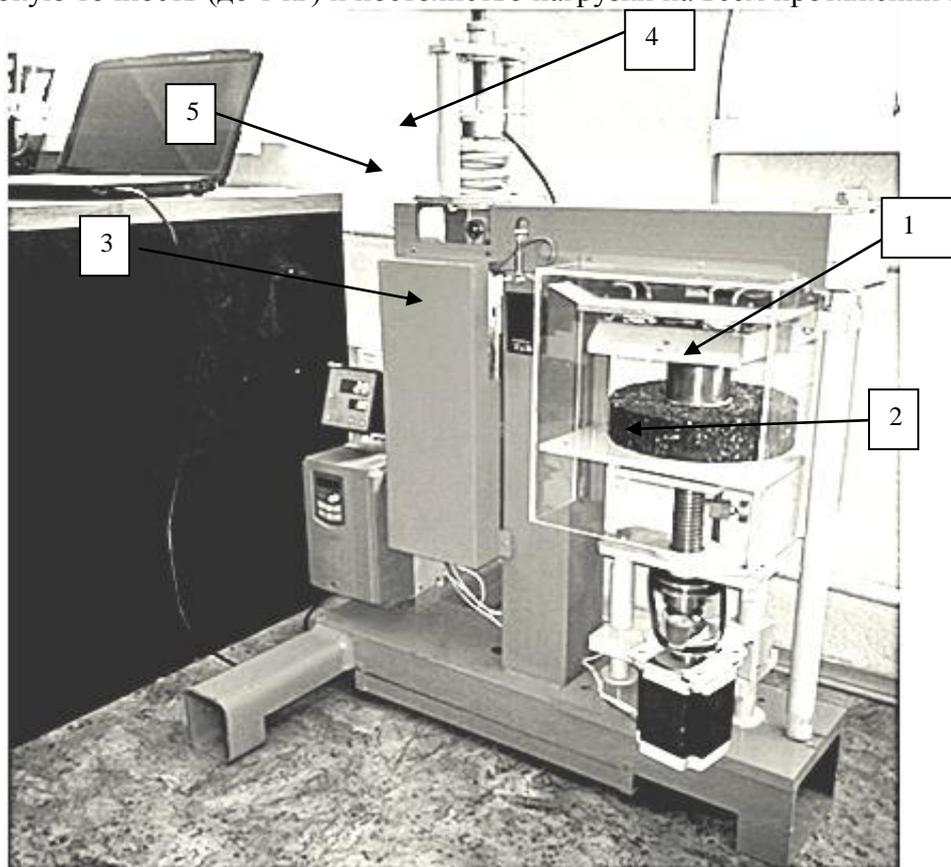
Конструкция обеспечивает испытание образцов материалов диаметром до 250 мм и высотой до 150 мм. Для испытания образцов предусмотрена форма для бокового обжатия, в которую помещается образец при испытании.

Для испытания асфальтобетонов при различных температурных режимах сконструирована специальная температурная камера, позволяющая поддерживать заданную температуру (до 60°C) и равномерный нагрев образца в течении всего испытания. Часть камеры сделана из прозрачного пластика, для визуальной оценки состояния образца во время испытания.

В устройстве установлены высокоточные датчики:

- Фотоэлектрический датчик линейных перемещений ЛИР-15, имеющий точность измерений до 0,01 мм. Датчик обеспечивает точную передачу характера кривой деформирования;

- Датчик силы Dacell CM-T1 контролирует величину динамической нагрузки, что обеспечивает высокую точность (до 1 кг) и постоянство нагрузки на всем протяжении испытания



*Рис. 1 – Общий вид испытательного стенда*

*1 - температурная камера, 2 - образец, 3 - датчик перемещений, 4 - датчик силы, 5 - пружина*

В конструкции прибора осуществляется автоматическое поддержание постоянной нагрузки динамического воздействия. Основание на котором находится образец при испытании имеет подвижность в вертикальном направлении, и при накоплении в образце остаточных деформаций постепенно поднимается на определенную величину, тем самым компенсируя деформации и поддерживая постоянную нагрузку.

Асфальтобетон представляет собой один из наиболее сложных строительных материалов. Эта сложность обусловлена, главным образом, особенностями его структуры, а также большой зависимостью свойств от многообразных факторов. Наиболее уязвимой структурной частью асфальтобетона является вяжущее вещество – битум, поэтому основные усилия технологов дорожной отрасли направлены на оптимизацию (управление качеством) этого компонента. В то же время на ще-бень – основной минеральный каркас асфальтобетона, обращают меньшее внимание, полагая, что управлять его качеством нецелесообразно. Как правило, на минеральный материал приходится 90-95 % массы смеси. От минерального каркаса асфальтобетона, слагаемого щебнем, зависит несущая способность покрытия, его

ровность, шероховатость, коэффициент сцепления, прочность и долговечность. Минеральный каркас из щебня (особенно крупные фракции), равно как и битум, является неотъемлемым, весьма активным и важным компонентом асфальтобетона. Управление составом минерального каркаса асфальтобетона может решить немалую часть эксплуатационных проблем.

Согласно таблице 3 ГОСТ 9128-2009 в гранулометрическом составе у фракций 5-10 и 10-15 достаточно широкая область допустимых значений между верхним и нижним пределом (до 40%). Исходя из этого можно предположить что асфальтобетонная смесь полностью удовлетворяющая по гранулометрическому составу в ГОСТ 9128-2009 может иметь совершенно различные реологические свойства, в зависимости от того к какому пределу ближе будет находится кривая гранулометрического состава.

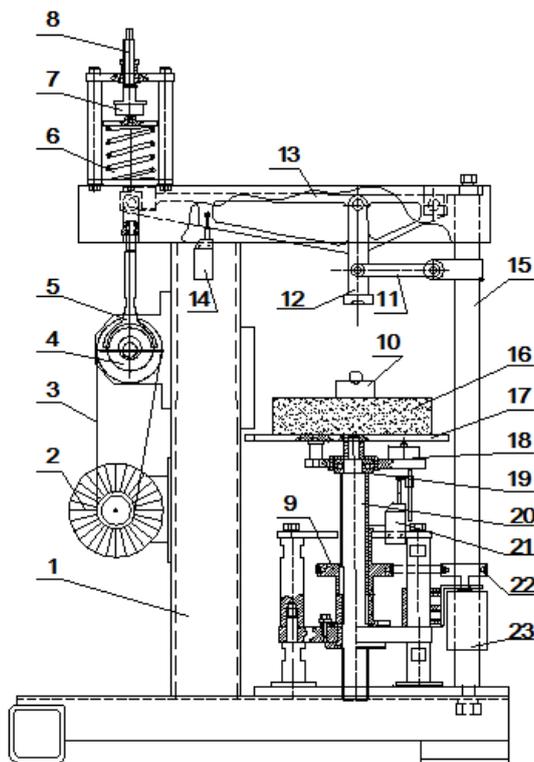


Рис. 2 – Вид с боку с указанием основных элементов:

- 1 - рама, 2 - электродвигатель, 3 - ременная передача, 4 - эксцентрик, 5 - шатун, 6 - пружина, 7 - датчик силы, 8 - фиксатор-натяжитель пружины, 9 - шкив, 10 - штамп, 11 - серьга, 12 - толкатель, 13 - рычаг, 14 - датчик перемещений, 15 - распорная стойка, 16 - образец, 17 - подъемный стол, 18 - датчик силы, 19 - упорная полка, 20 - регулировочный подъемный винт, 21 - датчик перемещений, 22 - шкив, 23 - шаговый двигатель

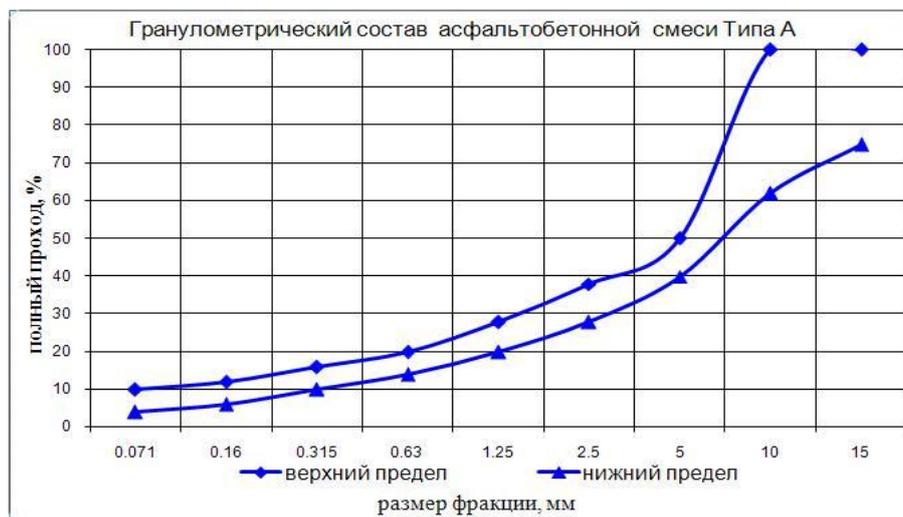


Рис. 3 – Предельные кривые оптимального гранулометрического состава асфальтобетонной смеси типа А

На разработанной установке были проведены испытания различных типов асфальтобетонов с кривой гранулометрического состава в верхнем, среднем и нижнем пределе.

Некоторые результаты сравнительных испытаний асфальтобетонов при 750 тыс. приложений расчетной нагрузки с частотой 15 Гц и температуре 60°С приведены на рис. 4-6.

Анализ результатов, полученных при испытаниях различных типов асфальтобетонов на устойчивость к накоплению остаточных деформаций под воздействием расчетной динамической нагрузки, показал:

1. На устойчивость асфальтобетонов к накоплению остаточных деформаций наибольшее влияние оказывает тип его структуры. Значение остаточных деформаций у асфальтобетона типа Б составило в среднем 8,6 мм, что на 55% больше чем у образцов из асфальтобетона типа А (3,9 мм) и на 65% больше, чем у образцов щебеночно-мастичного асфальтобетона, остаточные деформации которого составили в среднем 3 мм. Также существенное влияние на результаты испытаний оказало процентное содержания щебня крупных фракций, особенно это заметно у образцов асфальтобетона с каркасной структурой, таких как тип А и ЩМА. У образцов асфальтобетона типа А (с содержанием щебня фр. 10-15 мм 18% от общего содержания щебня) максимальное значение деформации после 700000 приложений расчетной нагрузки составило 4,4 мм, что на 20% больше, чем у образца с содержанием 38% фр. 10-15 от общего содержания щебня. Для щебеночно-мастичного асфальтобетона оптимальным, с точки зрения минимальных остаточных деформаций, оказалось содержание щебня фр. 10-15 мм в количестве 50% от общего количества. Для данных образцов максимальное значение деформаций после 700000 приложений нагрузки составило 2,4 мм, что на 35% меньше, чем у образца ЩМА с 40% фр. 10-15. Наименьшее влияние на накопление остаточных деформаций оказывает изменение содержания щебня фр. 10-15 мм для асфальтобетонов типа Б, поскольку структура асфальтобетона типа Б не является каркасной и изменение процентного содержания крупной фракции не вносит существенных изменений в результаты испытаний.

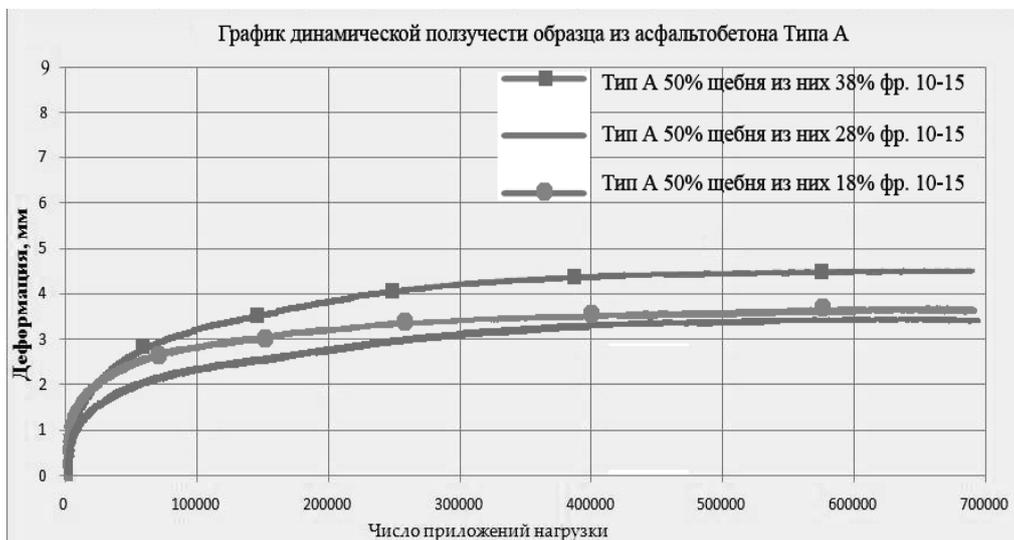


Рис. 4 – Тип А с различным содержанием щебня крупных фракций

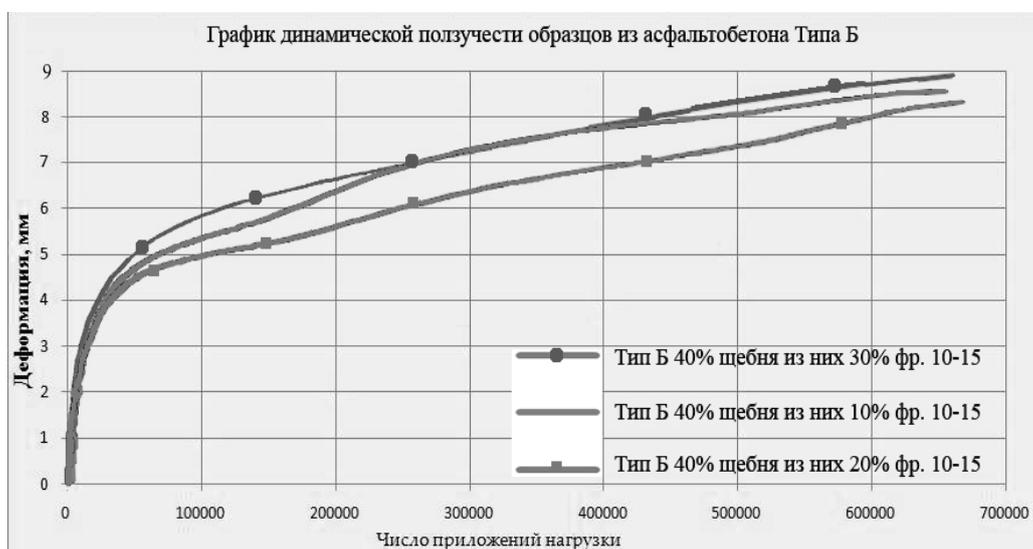


Рис. 5 – Тип Б с различным содержанием щебня крупных фракций

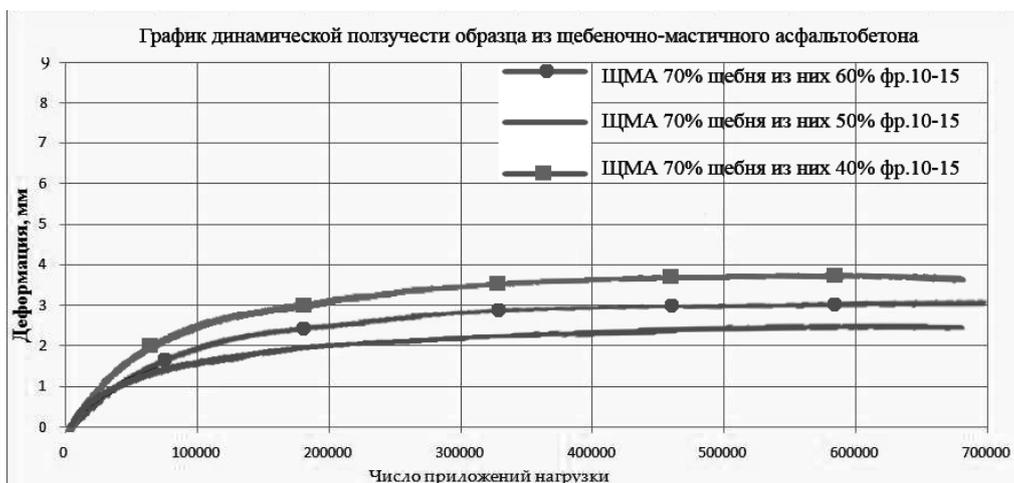


Рис. 6 – ЦМА с различным содержанием щебня крупных фракций

#### Литература:

- ГОСТ 9128-2009. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. - Введ. 2011-01-01. - Москва: Стандартинформ, 2010.
- Матуа В.П. Прогнозирование и учет накопления остаточных деформаций в дорожных

конструкциях / В.П. Матуа, Л.Н. Панасюк. - Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2001.

3. Проектирование состава асфальтобетона и методы его испытаний: обзорная информация // Автомобильные дороги и мосты. - 2005. - Вып. 6. - С. 106.

4. Установка для определения деформаций динамической ползучести дорожно-строительных материалов: патент: МПК: [G01N](#) / Матуа Вахтанг Парменович, Чирва Дмитрий Владимирович, Мирончук Сергей Александрович, Сизонец Сергей Владимирович, Матуа Рауль Вахтангович. Опубл. 10.12.10.

#### **References:**

1. *Gost 9128-2009. Asphalt concrete road and airfield mixtures. Technical Specifications. – Intr. 2011-01-01.-M.: Standardinform, 2010.*

2. *Matua V.P. Prediction and accounting accumulation of residual strains in the road constructions / Matua V.P., Panasyuk L.N. - Rostov-on/D: RSUCE, 2001.*

3. *Design of asphalt concrete composition and test methods: overview // Roads and bridges. -2005.- Issue 6.- P. 106.*

4. *Device for determining deformations of the dynamic creep of road-building materials: patent MPC: [G01N](#)/ Matua Vakhtang Parmenovich, Chirva Dmitry Vladimirovich, Mironchuk Sergei Alexandrovich, Sizonets Sergei Vladimirovich, Matua Raul Vachtangovich. Pub.: 10.12.10.*