

# ООО НПП «ДорТрансНИИ-Инжиниринг»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО НПП

«ДорТрансНИИ-Инжиниринг»

М. В. Дегтярева

2016 г.



ОТЧЕТ

**Анализ влияния добавки Ecollose® СМ-А 1/6 на показатели физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-15**

г. Ростов-на-Дону


2016 г.

## Список исполнителей


Ст. науч. сотр.  
канд. техн. наук

  
\_\_\_\_\_ С.А. Чернов  
подпись


Науч. сотр.  
канд. техн. наук

  
\_\_\_\_\_ Е.В. Леконцев  
подпись

Мл. науч. сотр.

  
\_\_\_\_\_ Н.И. Ширяев  
подпись

Мл. науч. сотр.

  
\_\_\_\_\_ Е.А. Еременко  
подпись

Инженер

  
\_\_\_\_\_ К.Д. Голубин  
подпись

Инженер

  
\_\_\_\_\_ А.А. Худоконенко  
подпись

## Содержание

Введение.....	4
Нормативные ссылки.....	5
1. Подбор состава щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси с добавкой Ecollose® CM-A 1/6 и ее испытание на соответствие требованиям ГОСТ 31015-2002...	6
2. Испытания щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-15 на устойчивость к колееобразованию методом прокатывания нагруженного колеса и на устойчивость к накоплению остаточных деформаций на приборе ПДИ.....	16
Заключение.....	19

## Введение

В настоящей научно-исследовательской работе были выполнены исследования по выявлению влияния добавки Ecollose<sup>®</sup> CM-A 1/6 на показатели физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-15, устойчивости смеси к расслаиванию по показателю стекания вяжущего, к накоплению остаточных деформаций на приборе ПДИ и устойчивости к колееобразованию методом прокатывания нагруженного колеса. Результаты экспериментальных исследований и выводы, сделанные на основе анализа полученных результатов, представлены в соответствующем разделе отчета.

## Нормативные ссылки

В работе использовались следующие нормативные документы:

ГОСТ 22245-90 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия

ГОСТ 11501-78 Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы

ГОСТ 11506-73 Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару

ГОСТ 11507-78 Битумы нефтяные. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу

ГОСТ 11505-75 Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости

ГОСТ 11508-74 Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару

ГОСТ 31015-2002 Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичный

ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний

ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ Р 52129-2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия

ГОСТ 31424-2010 Материалы строительные нерудные из отсеков дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия

ОДМ 218.3.017-2011 Методические рекомендации по определению колееобразования асфальтобетонных покрытий прокатыванием нагруженного колеса.

ПНСТ Дороги автомобильные общего пользования. Асфальтобетон модифицированный для устройства верхних слоев покрытия на дорогах с высокой интенсивностью движения. Технические условия»

# 1. Подбор состава щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси с добавкой Ecollose® CM-A 1/6 и ее испытание на соответствие требованиям ГОСТ 31015-2002

Лабораторные исследования проводились на щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЦМАС-15. С целью выявления влияния исследуемой добавки на свойства ЦМАС-15 были приготовлены две смеси. В одну из смесей вводили добавку Ecollose® CM-A 1/6 в количестве 0,40 % сверх 100 % минеральной части смеси, а в другую - стабилизирующую добавку «VIATOR», содержание которой было аналогичным.

В качестве органического вяжущего, в щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесях применялось ПБВ 60, физико-химические показатели которого представлены в таблице 1. Подбор зернового состава щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЦМАС-15, осуществлялся на следующих минеральных материалах:

- щебень фр. 5-10 и фр. 10-15 мм (карьер Донской камень);
- песок из отсевов дробления щебня (карьер Донской камень);
- минеральный порошок марки МП-1 (активированный).

Результаты испытаний, применяемых дорожно-строительных материалов, представлены в таблицах 2-6.

Минеральная часть подобранного зернового состава щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЦМА-15 соответствует требованиям ГОСТ 31015-2002 и представлена в таблице 7.

Показатели физико-механических свойств щебеночно-мастичных асфальтобетонов представлены в таблице 8 и на рисунках 1-4.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОГО  
ВЯЖУЩЕГО МАРКИ ПБВ 60**

Наименование показателей	Требования ГОСТ 52056-2003 к «ПБВ 60»	Фактические показатели
Глубина проникания иглы 0,1 мм, не менее, при температуре: 25 °С 0 °С	60 не нормируется	63 20
Растяжимость, см, не менее, при температуре: 25 °С 0 °С	25 11	70,7 16
Температура размягчения по КиШ, °С, не ниже	54	74
Температура хрупкости по Фраасу, °С, не выше	-20	-20
Эластичность, %, не менее, при температуре: 25 °С 0 °С	80 70	93,3 73
Температура вспышки, °С, не ниже	230	279
Сцепление с мрамором или песком (адгезия)	Выдерживает по контрольному образцу №2	Выдерживает по контрольному образцу №2
Изменение температуры размягчения после прогрева, °С, не более	5	4
Однородность	Однородно	Однородно

## ЗЕРНОВЫЕ СОСТАВЫ МИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наименование	Размер зерен, мм, мельче, % по массе										
	40	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Щебень фр. 10-15 мм		100,00	98,50	1,40	0,20	0,00					
Щебень фр. 5-10 мм			100,00	91,70	2,50	0,20	0,00				
Песок из отсевов дробления				100,00	98,32	79,27	43,78	25,68	13,60	4,21	2,42
Минеральный порошок							100,00	99,53	99,48	90,88	84,54

Полные остатки на ситах, % по массе

Размер отверстий контрольных сит, мм	1,25D	D	0,5(D+d)	d	2,5	1,25
Щебень фр. 10-15 мм	0,00	1,50	64,10	98,60	-	-
Щебень фр. 5-10 мм	0,00	8,30	50,30	97,50	99,80	100,00
Требования ГОСТ 8267-93	До 0,5	До 10	От 30 до 80	От 90 до 100	От 95 до 100	От 95 до 100



Таблица №3

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЩЕБНЯ ФР.5-10 мм**

Наименование показателей	Щебень фр. 5-10 мм	Требования ГОСТ 8267-93 ГОСТ 31015-2002
Содержание ПиГ, %	1,25	Не более 2,0
Содержание зерен пластинчатой и игловатой формы, %	3,57	До 15 включ.
Потеря массы при сжатии в цилиндре, %	3,61	До 11 включ.
Марка по дробимости щебня	1200	1200
Содержание зерен слабых пород, %	0,20	Не более 5
Плотность насыпная, т/м <sup>3</sup>	1,48	-

Таблица №4

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЩЕБНЯ ФР.10-15 мм**

Наименование показателей	Щебень фр. 10– 15 мм	Требования ГОСТ 8267-93 ГОСТ 31015-2002
Содержание ПиГ, %	0,42	Не более 2,0
Содержание зерен пластинчатой и игловатой формы, %	3,17	До 15 включ.
Потеря массы при сжатии в цилиндре, %	4,68	До 11 включ.
Марка по дробимости щебня	1200	1200
Содержание зерен слабых пород, %	0,22	Не более 5
Плотность насыпная, т/м <sup>3</sup>	1,43	-

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕСКА ИЗ  
ОТСЕВОВ ДРОБЛЕНИЯ**

Наименование показателей	Песок из отсевов дробления	Требования ГОСТ 31424-2010, ГОСТ 31015-2002
Модуль крупности $M_k$ II класс	3,35 (повышенной крупности)	3,0 – 3,5 (повышенной крупности)
Полный остаток на сите №063, % по массе	74,32	Св. 65 до 75
Содержание зерен крупностью свыше 10 мм, % по массе	0,00	Не более 0,5
Содержание зерен крупностью свыше 5 мм, % по массе	1,68	Не более 5
Содержание зерен крупностью менее 0,16 мм, % по массе	4,21	Не более 5
Содержание глины в комках, %	0,00	Не более 2
Содержание глины по набуханию в цилиндре, %	0,22	Не более 0,5
Содержание ПиГ, %	2,10	Не более 10
Плотность истинная, г/см <sup>3</sup>	2,66	-
Плотность насыпная, кг/м <sup>3</sup>	1480	-

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА**

Наименование показателей	Требования ГОСТ Р 52129-2003 к минеральному порошку МП-1 активированному	Значения показателей
Зерновой состав, % по массе:		
мельче 1,25 мм	Не менее 100	100,00
« 0,315 «	Не менее 90	99,48
« 0,071 «	Не менее 80	84,54
Пористость, %, не более	30	27
Набухание образцов из смеси порошка с битумом, %, не более	1,8	1,6
Гидрофобность	Гидрофобен	Гидрофобен
Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	-	2,66

## РЕЦЕПТ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА ЩМА-15

## 1. ПРИМЕНЯЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ

№ пп	Наименование материала	Содерж. %	Зерновой состав (прошло через сито с отверстиями, мм) % от массы												
			40	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071		
1	Щебень фр. 10-15 мм		100,00	100	98,50	1,40	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Щебень фр. 5-10 мм		100,00	100,00	100,00	91,70	2,50	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Песок из отсеков дробления		100,00	100,00	100,00	100,00	98,32	79,27	43,78	25,68	13,60	4,21	2,42	0,00	0,00
4	Минеральный порошок		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,53	99,48	90,88	84,54	0,00	0,00

## 2. ЗЕРНОВОЙ СОСТАВ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

№ пп	Наименование материала	Содержание материала, %	Зерновой состав (прошло через сито с отверстиями, мм) % от массы												
			40	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071		
1	Щебень фр. 10-15 мм	55	55,00	55,00	54,18	0,77	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Щебень фр. 5-10 мм	15	15,00	15,00	15,00	13,76	0,38	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Песок из отсеков дробления	18	18,00	18,00	18,00	18,00	17,70	14,27	7,88	4,62	2,45	0,76	0,44	0,00	0,00
4	Минеральный порошок	12	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	11,94	11,94	10,91	10,14	0,00	0,00
Готовая смесь			<b>100</b>	<b>100,00</b>	<b>99,18</b>	<b>44,53</b>	<b>30,18</b>	<b>26,30</b>	<b>19,88</b>	<b>16,57</b>	<b>14,39</b>	<b>11,66</b>	<b>10,58</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Рекомендуемые пределы полных проходов по ГОСТ 31015-2002			100	100	100	60	35	28	25	22	20	16	14	9	9
			100	100	90	40	25	18	15	12	10	9	9	9	9

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ШЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА ШМА-15

Номер смеси	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Водонасыще ние, %	Предел прочности при сжатии, МПа		Водостойкость	Коэффициент внутреннего трения	Сцепление при сдвиге, МПа	Трещино- стойкость, МПа	Показатель стекания, %
			R <sub>20</sub>	R <sub>50</sub>					
Требования ГОСТ 31015-2002 к щебеночно-мастичному асфальтобетону ШМА-10 для III дорожно-климатической зоны		от 1,5 до 4,0	не менее 2,2	не менее 0,65	не менее 0,85	не менее 0,93	не менее 0,18	от 2,5 до 6,0	не более 0,20
ПВВ 60 6,5 % + 0,4 % Ecollose® CM-A 1/6	2,395	2,98	3,86	1,37	0,89	0,94	0,20	4,42	0,12
ПВВ 60 6,5% + 0,4% Viatop	2,393	2,58	3,84	1,28	0,89	0,93	0,23	4,85	0,10

Рисунок 1 - Предел прочности при сжатии при температуре 20°C, МПа

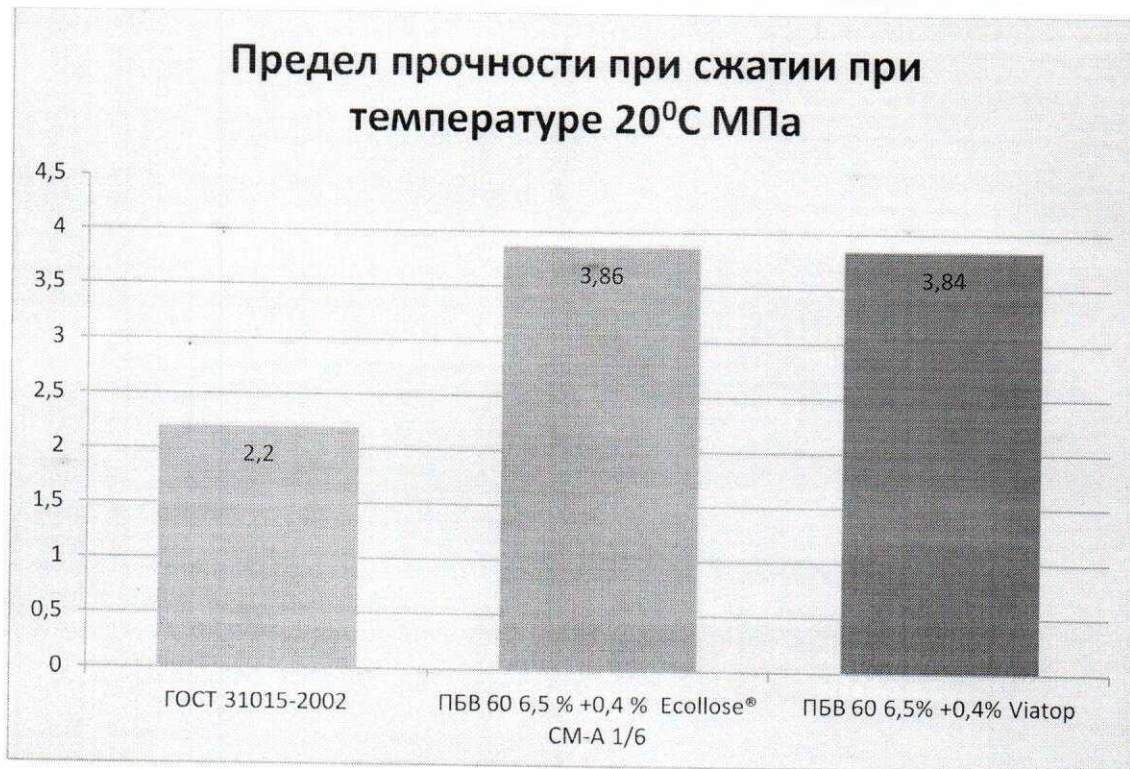


Рисунок 2 - Предел прочности при сжатии при температуре 50°C, МПа

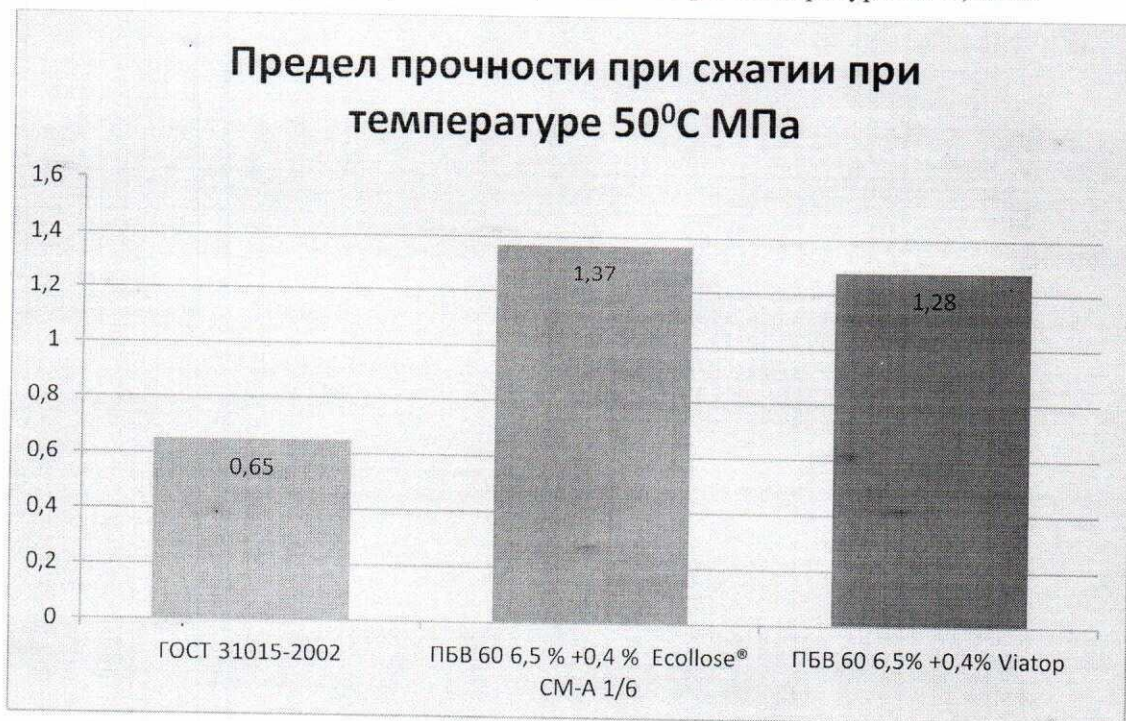


Рисунок 3 – Трещиностойкость, МПа

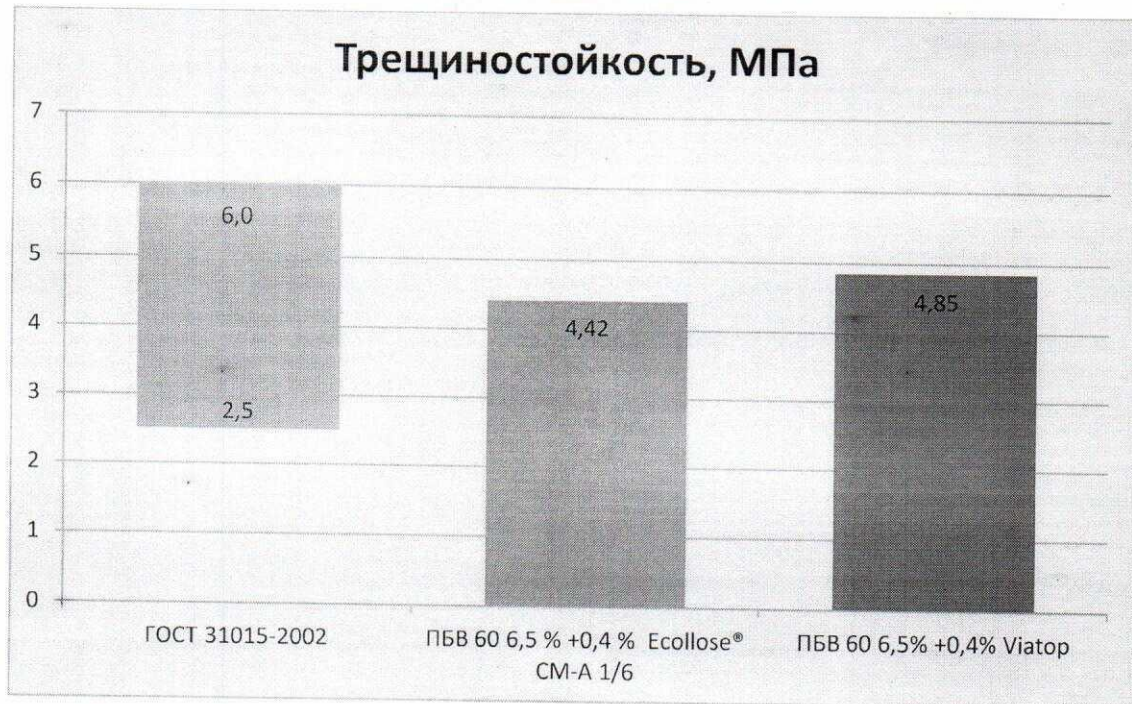


Рисунок 4 – Устойчивость смеси к расслаиванию по показателю стекания, %



По результатам анализа экспериментальных исследований щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей выявлено положительное влияние стабилизирующих свойств добавки Ecollose® СМ-А 1/6. Следует обратить внимание

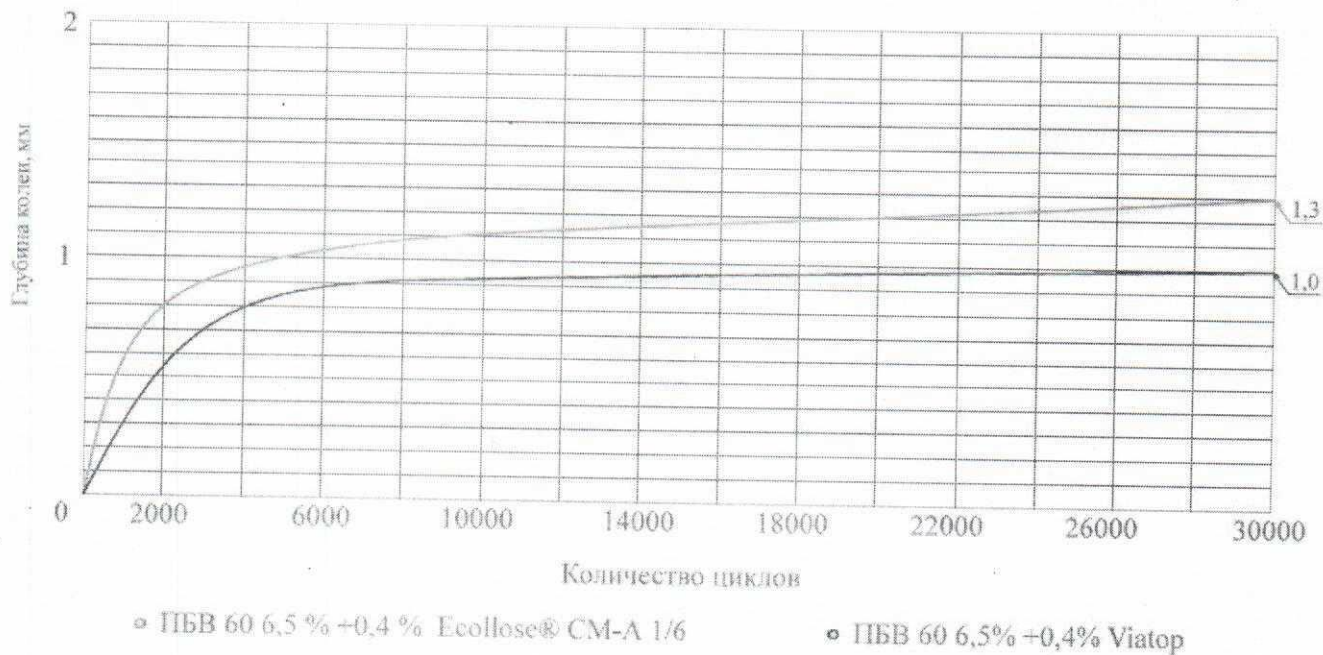
на то, что при идентичном содержании органического вяжущего в асфальтобетоне с добавкой Ecollose® CM-A 1/6 в количестве 0,4 % от массы минеральной части, значения показателей физико-механических свойств не уступают значениям асфальтобетона, содержащего в своем составе 0,4% от массы минеральной части, добавки «Viator».

Таким образом, стабилизирующая добавка Ecollose® CM-A 1/6 полностью выполняет свое предназначение и может быть рекомендована для применения в составе щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей.

## 2. Испытания щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-15 на устойчивость к колееобразованию методом прокатывания нагруженного колеса и на устойчивость к накоплению остаточных деформаций на приборе ПДИ

С целью определения устойчивости к колееобразованию щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЩМА-15, были проведены испытания на приборе УК-1 путем прокатывания нагруженного колеса по одному и тому же следу при температуре 60 °С в соответствии с методикой ОДМ 218.3.017-2011. Результаты испытаний представлены в виде кривых колееобразования (рисунок 5).

Рисунок 5 – График накопления глубины колеи в щебеночно-мастичном асфальтобетоне ЩМА-15



По результатам экспериментальных исследований выявлено, что на устойчивость к колееобразованию стабилизирующие добавки оказывают



равнозначное влияние и фактические значения глубины не превышают требований ПНСТ.

Для оценки устойчивости щебеночно-мастичных асфальтобетонов, содержащих разного рода стабилизирующие добавки, к накоплению остаточных деформаций в работе были проведены испытания на приборе ПДИ (патент РФ № 152287, регистрационный № 54987-13). Прибор был разработан с целью проведения испытаний дорожно-строительных материалов в ГК «Автодор». Он позволяет проводить лабораторные исследования устойчивости различных материалов дорожного покрытия к динамическому воздействию нагрузки. Общий вид испытательного стенда представлен на рисунке 6.

Данный испытательный стенд позволяет проводить экспериментальные исследования дорожно-строительных материалов с частотой приложения нагрузки от 1 до 23 Гц и диапазоном нагрузок 50-1000 кг, при температуре до 60 °С. Полученные с использованием прибора данные позволят адекватно оценивать устойчивость дорожно-строительных материалов к динамическому воздействию автотранспортных средств, приближенных к реальным условиям эксплуатации дороги, с целью дальнейшего использования полученных результатов при прогнозировании накопления остаточных деформаций в элементах дорожных конструкций.

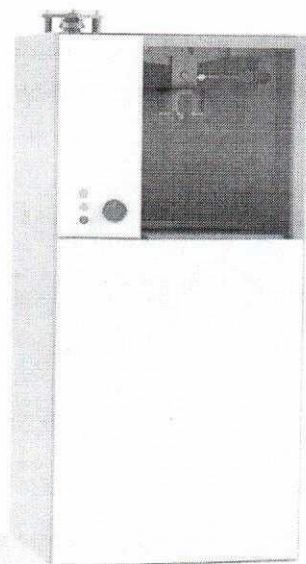


Рисунок 6 - Общий вид прибора динамических испытаний

Стенд обеспечивает испытание образцов материалов диаметром до 250мм и высотой до 149мм. Для испытания образцов предусмотрена форма для бокового обжатия, в которую помещается образец при испытании.

Для испытания материалов при различных температурных режимах сконструирована специальная температурная камера, позволяющая поддерживать заданную температуру. Часть камеры сделана из прозрачного пластика для визуальной оценки состояния образца во время испытания.

В ходе эксперимента с помощью специальной программы на ЭВМ фиксировалось число приложений нагрузки, а датчики линейных перемещений контролировали изменение глубины погружения штампа. На рисунках 7-8 представлены графики накопления остаточных деформаций исследуемых щебеночно-мастичных асфальтобетонов.

Рисунок 7 – Остаточные деформации щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-15, содержащего в своем составе стабилизирующую добавку Ecollose® CM-A 1/6

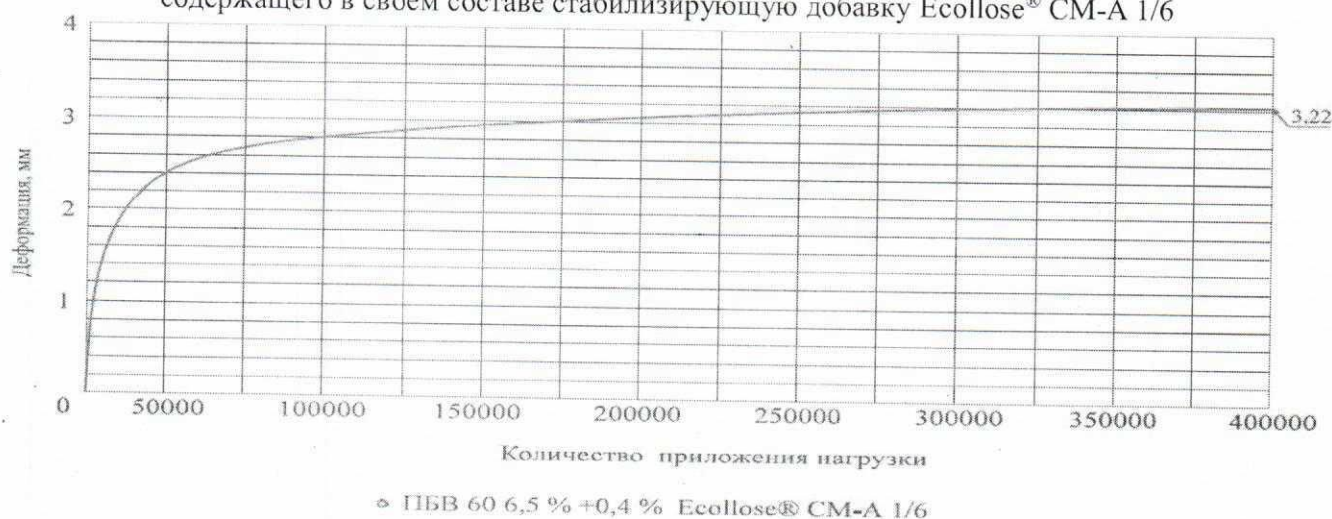
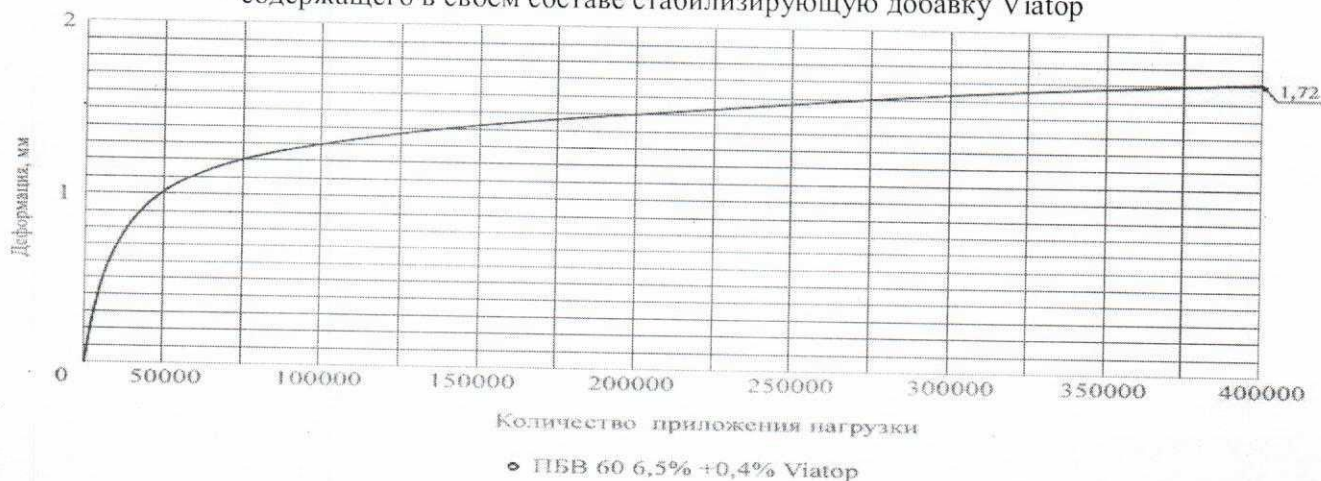


Рисунок 8 – Остаточные деформации щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-15, содержащего в своем составе стабилизирующую добавку Viator



## Заключение

В рамках исследовательской работы по выявлению влияния стабилизирующей добавки на свойства щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси были выполнены экспериментальные исследования, по результатам анализа которых можно сделать следующие выводы:

- 1) В асфальтобетоне, с применением добавки Ecollose<sup>®</sup> CM-A 1/6 в количестве 0,4 % от массы минеральной части, значения показателей физико-механических свойств не уступают значениям асфальтобетона, содержащего в своем составе 0,4% добавки Viator от массы минеральной части.
- 2) Устойчивость к колееобразованию щебеночно-мастичного асфальтобетона ЦМА-15, содержащего добавку Ecollose<sup>®</sup> CM-A 1/6, на 30 % меньше по сравнению с щебеночно-мастичным асфальтобетоном, содержащим стабилизирующую добавку Viator.
- 3) Накопление остаточных деформаций в щебеночно-мастичном асфальтобетоне ЦМА-15, содержащем добавку Ecollose<sup>®</sup> CM-A 1/6, осуществляется значительно быстрее, чем в аналогичном по зерновому составу и содержанию вяжущего щебеночно-мастичном асфальтобетоне, содержащем добавку Viator.
- 4) Стабилизирующая добавка выполняет свое основное назначение и обеспечивает устойчивость к расслаиванию щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси. Фактическое значение показателя «стекание вяжущего» для ЦМАС-15, содержащей добавку Ecollose<sup>®</sup> CM-A 1/6, составляет 0,12 %.