

БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. Шухова

УТВЕРЖДАЮ

проректор по научной и  
инновационной деятельности

БГТУ им. В.Г. Шухова



Т.М. Давыденко

2020 г.

ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ  
**«ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ  
ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИКАТОРА  
«УНИРЕМ-002» В АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЯХ  
ДЛЯ НИЖНИХ СЛОЁВ**

Руководитель темы

к.т.н., Е.А. Яковлев.

Заведующий  
Денисов В.П.

лабораторией

## Общее положение.

Настоящий отчёт включает в себя результаты инструментальной оценки несущей способности конструкций дорожных одежд с применением модификатора асфальтобетона «Унирем-002» в нижних слоях асфальтобетона.

## Цель исследования.

Получить подтверждение повышения несущей способности натурными замерами. Сопоставить теоретические расчеты с реальными участками применения модификатора «Унирем-002» в нижних слоях пакета асфальтобетонных слоёв конструкции автомобильной дороги.

## Регламент выполнения работ.

Перечень исследований необходимых для проведения расчета конструкции дорожной одежды:

- определение модулей упругости на участке весового контроля в районе населенного пункта Ломово и на участке автомобильной дороги Губкин – Аверино – Архангельское – Никоноровка – Ольховатка КМ 14+100 – КМ 17+275», на участке КМ 14+370 – 14+590;
- анализ полученных с учетом ранее проведенных исследований.

## Данные полученные по результатам замера модуля упругости

на участке автомобильной дороги Губкин – Аверино – Архангельское –

Никоноровка – Ольховатка

Направление: Прямое (от перекрестка)

Полоса: Полоса 1

Положение, км	Номер удара	Прогиб, мм	Нагрузка, кН	Прочность, МПа	Прочность приведенная к 10 градусам, МПа	Прочность статическая, МПа	Тем-ра покрытия	Тем-ра воздуха	Акс №2 мм	Акс №3 мм	Акс №4 мм	Акс №5 мм	Акс №6 мм	Акс №7 мм
0.200	Удар №1:	0.245	30.6	457.1	414.8	272.9	31.6	25.2	0.154	0.108	0.082	0.064	0.050	0.038
	Удар №2:	0.240	30.6						0.154	0.107	0.082	0.065	0.051	0.039
	Удар №3:	0.238	30.6						0.153	0.105	0.082	0.064	0.052	0.041
	Среднее:	0.241	30.600						0.154	0.107	0.082	0.065	0.051	0.039
0.700	Удар №1:	0.286	30.5	389.7	345.0	226.9	35.1	24.7	0.177	0.119	0.085	0.062	0.049	0.038
	Удар №2:	0.283	30.5						0.177	0.118	0.085	0.062	0.049	0.039
	Удар №3:	0.276	30.5						0.176	0.118	0.084	0.062	0.049	0.038
	Среднее:	0.282	30.500						0.176	0.118	0.085	0.062	0.049	0.038

Направление: обратное (к перекрестку)

Полоса: Полоса 1

Положение, км	Номер удара	Прогиб, мм	Нагрузка, кН	Прочность, МПа	Прочность приведенная к 10 градусам, МПа	Прочность статическая, МПа	Тем-ра покрытия	Тем-ра воздуха	Акс №2 мм	Акс №3 мм	Акс №4 мм	Акс №5 мм	Акс №6 мм	Акс №7 мм
0.685	Удар №1:	0.282	30.3	393.2	357.5	244.9	31.3	22.4	0.147	0.102	0.078	0.060	0.048	0.038
	Удар №2:	0.278	30.4						0.146	0.102	0.078	0.060	0.048	0.038
	Удар №3:	0.274	30.4						0.147	0.101	0.078	0.060	0.047	0.038
	Среднее:	0.278	30.400						0.147	0.101	0.078	0.060	0.048	0.038
0.220	Удар №1:	0.247	30.6	449.4	404.5	277.1	33.0	22.3	0.148	0.095	0.073	0.058	0.047	0.038
	Удар №2:	0.246	30.5						0.147	0.094	0.073	0.058	0.046	0.037
	Удар №3:	0.243	30.7						0.145	0.092	0.071	0.057	0.045	0.037
	Среднее:	0.245	30.600						0.147	0.094	0.072	0.057	0.046	0.037

По результатам натурных замеров выявлено, что несущая способность участка с применением «Унирем-002» выше чем на контрольном участке.

В ранее выполненной работе (Исследование эффективности применения модификатора «Унирем-002» от 15.03.2019) были получены лабораторные замеры, которые говорят о 12 процентом различии в модулях упругости при 30 °С, что перекликается с натуральными замерами.

Направление: из Белгорода Полоса 1 (правая)

Положение, км	Номер удара	Прогиб, мм	Нагрузка, кН	Прочность, МПа	Прочность приведенная к 10 градусам, МПа	Прочность статическая, МПа	Тем-ра покрытия	Тем-ра воздуха	Акс №2 мм	Акс №3 мм	Акс №4 мм	Акс №5 мм	Акс №6 мм	Акс №7 мм
0.117	Удар №1:	0.285	56.6	722.3	672.4	395.5	27.4	22.2	0.192	0.143	0.117	0.095	0.074	0.058
	Удар №2:	0.278	56.5						0.190	0.143	0.117	0.093	0.074	0.059
	Удар №3:	0.283	56.6						0.190	0.142	0.115	0.096	0.078	0.058
	Среднее:	0.282	56.600						0.190	0.143	0.116	0.094	0.075	0.058
0.071	Удар №1:	0.341	57.4	607.7	567.1	333.6	27.0	21.8	0.217	0.154	0.120	0.095	0.076	0.061
	Удар №2:	0.339	57.3						0.215	0.153	0.119	0.094	0.076	0.060
	Удар №3:	0.340	57.4						0.216	0.153	0.120	0.094	0.077	0.060
	Среднее:	0.340	57.400						0.216	0.153	0.120	0.095	0.076	0.060
0.010	Удар №1:	0.519	56.9	397.7	369.8	217.5	27.6	21.7	0.365	0.255	0.180	0.130	0.096	0.070
	Удар №2:	0.527	58.9						0.368	0.265	0.181	0.134	0.098	0.071
	Удар №3:	0.520	57.1						0.360	0.263	0.178	0.127	0.093	0.069
	Среднее:	0.522	57.600						0.364	0.261	0.180	0.130	0.095	0.070

Направление: из Белгорода Полоса 2 (левая)

Положение, км	Номер удара	Прогиб, мм	Нагрузка, кН	Прочность, МПа	Прочность приведенная к 10 градусам, МПа	Прочность статическая, МПа	Тем-ра покрытия	Тем-ра воздуха	Акс №2 мм	Акс №3 мм	Акс №4 мм	Акс №5 мм	Акс №6 мм	Акс №7 мм
0.113	Удар №1:	0.234	57.2	877.3	811.8	477.5	28.4	22.8	0.141	0.105	0.083	0.067	0.056	0.045
	Удар №2:	0.233	57.2						0.141	0.104	0.083	0.067	0.055	0.045
	Удар №3:	0.237	57.2						0.141	0.105	0.083	0.067	0.056	0.045
	Среднее:	0.235	57.200						0.141	0.105	0.083	0.067	0.056	0.045
0.065	Удар №1:	0.246	56.8	844.8	776.9	457.0	29.5	23.4	0.155	0.118	0.095	0.077	0.062	0.050
	Удар №2:	0.240	57.0						0.154	0.117	0.095	0.077	0.061	0.050
	Удар №3:	0.242	57.0						0.154	0.117	0.095	0.076	0.061	0.050
	Среднее:	0.243	56.900						0.155	0.118	0.095	0.076	0.062	0.050
0.005	Удар №1:	0.285	56.7	718.6	659.4	387.9	29.9	23.8	0.178	0.130	0.101	0.080	0.065	0.052
	Удар №2:	0.285	56.6						0.178	0.130	0.101	0.080	0.065	0.052
	Удар №3:	0.280	56.5						0.177	0.130	0.102	0.079	0.064	0.050
	Среднее:	0.284	56.600						0.178	0.130	0.101	0.080	0.065	0.051

Направление: в Белгород  
Полоса: Полоса 1 (правая)

Положение, км	Номер удара	Прогиб, мм	Нагрузка, кН	Прочность, МПа	Прочность приведенная к 10 градусам, МПа	Прочность статическая, МПа	Тем-ра покрытия	Тем-ра воздуха	Акс №2 мм	Акс №3 мм	Акс №4 мм	Акс №5 мм	Акс №6 мм	Акс №7 мм
0.018	Удар №1:	0.527	56.5	387.2	357.8	275.2	28.7	22.5	0.367	0.259	0.189	0.140	0.105	0.078
	Удар №2:	0.525	56.5						0.364	0.257	0.189	0.138	0.106	0.077
	Удар №3:	0.525	56.6						0.364	0.258	0.190	0.139	0.104	0.077
	Среднее:	0.526	56.600						0.365	0.258	0.190	0.139	0.105	0.078
0.067	Удар №1:	0.378	57.9	566.0	524.4	403.4	28.2	22.2	0.255	0.184	0.138	0.107	0.085	0.065
	Удар №2:	0.363	57.7						0.249	0.181	0.137	0.105	0.082	0.064
	Удар №3:	0.362	57.8						0.248	0.180	0.137	0.105	0.082	0.065
	Среднее:	0.368	57.800						0.251	0.182	0.137	0.105	0.083	0.065
0.169	Удар №1:	0.423	56.9	493.5	455.9	350.7	28.7	21.8	0.257	0.189	0.141	0.106	0.081	0.061
	Удар №2:	0.419	57.7						0.257	0.190	0.142	0.107	0.083	0.061
	Удар №3:	0.415	57.8						0.258	0.191	0.146	0.109	0.083	0.062
	Среднее:	0.419	57.500						0.257	0.190	0.143	0.107	0.082	0.061

Направление: в Белгород  
Полоса: Полоса 2 (левая)

Положение, км	Номер удара	Прогиб, мм	Нагрузка, кН	Прочность, МПа	Прочность приведенная к 10 градусам, МПа	Прочность статическая, МПа	Тем-ра покрытия	Тем-ра воздуха	Акс №2 мм	Акс №3 мм	Акс №4 мм	Акс №5 мм	Акс №6 мм	Акс №7 мм
0.015	Удар №1:	0.234	57.2	877.3	811.8	477.5	28.4	22.8	0.141	0.105	0.083	0.067	0.056	0.045
	Удар №2:	0.233	57.2						0.141	0.104	0.083	0.067	0.055	0.045
	Удар №3:	0.237	57.2						0.141	0.105	0.083	0.067	0.056	0.045
	Среднее:	0.235	57.200						0.141	0.105	0.083	0.067	0.056	0.045
0.070	Удар №1:	0.246	56.8	844.8	776.9	457.0	29.5	23.4	0.155	0.118	0.095	0.077	0.062	0.050
	Удар №2:	0.240	57.0						0.154	0.117	0.095	0.077	0.061	0.050
	Удар №3:	0.242	57.0						0.154	0.117	0.095	0.076	0.061	0.050
	Среднее:	0.243	56.900						0.155	0.118	0.095	0.076	0.062	0.050
0.175	Удар №1:	0.285	56.7	718.6	659.4	387.9	29.9	23.8	0.178	0.130	0.101	0.080	0.065	0.052
	Удар №2:	0.285	56.6						0.178	0.130	0.101	0.080	0.065	0.052
	Удар №3:	0.280	56.5						0.177	0.130	0.102	0.079	0.064	0.050
	Среднее:	0.284	56.600						0.178	0.130	0.101	0.080	0.065	0.051

Данные по модулям упругости конструктива различаются и имеется разброс значений. Вероятнее всего это связано с тем что на данном объекте производилась замена двух слоев пакета асфальтобетонных слоёв, ниже которых тоже расположен асфальтобетон и толщины остального конструктива не известны.

Тем не менее тенденция к увеличению модуля упругости на участке с применением «Унирем-002» сохраняется, но ввиду большого разброса значений и малой протяженности объекта выразить в процентном отношении различия будет не корректным.

## **Анализ результатов.**

Анализируя результаты определения показателей модуля упругости видно, что «Унирем-002» оказал влияние на несущую способность конструкции дорожной одежды, что подтверждается большими значениями модуля упругости на участках применения модификатора в нижнем слое. На участке автомобильной дороги Губкин – Аверино – Архангельское – Никоноровка – Ольховатка данная тенденция прослеживается явно. На участке весового контроля в районе населенного пункта Ломово прослеживается, что несущая способность крайней правой полосы в обоих направлениях ниже значений, полученных с левой полосы движения. Вероятнее всего это связано со снижением несущей способности под воздействием грузового транспорта, который как правило движется в крайней правой полосе. В целом тенденция увеличения модуля упругости сохраняется на участке весового контроля в местах применения в нижнем слое асфальтобетонного покрытия смеси, модифицированной «Унирем-002».

## **Выводы.**

Данные полученные в результате выполнения текущего инструментального контроля, а также данные лабораторных исследований выполненных ранее подтверждают предположения о повышении несущей способности конструкции дорожной одежды.

Результаты двухлетнего мониторинга участка дороги «Крым-Ясные зори - Архангельское» и улиц «проспект Славы» и «Белгородский проспект» выполненных ранее свидетельствуют о преимуществе применения модификатора «Унирем-002» в верхних слоях асфальтобетонных покрытий.

Сопоставление данных полученных в ходе лабораторных и мониторинговых исследований позволяет сделать вывод о необходимости совместного использования модификации асфальтобетонной смеси как в верхнем, так и в нижнем слоях покрытия для достижения наилучшего эффекта.

Использование в конструкции дорожной одежды нижнего слоя покрытия из модифицированной смеси толщиной 7 см. имеет одинаковый коэффициент

надежности, как и слой покрытия из немодифицированной асфальтобетонной смеси толщиной 10 см.

Так-как использование модифицированного асфальтобетона в принципе повышает несущую способность конструкции дорожной одежды и повышает колеестойкость то применение в верхних слоях пакета асфальтобетонных слоев обеспечит целостность покрытия с точки зрения трещинообразования (по результатам мониторинга), повысит показатели усталостной долговечности и продлят срок службы покрытия, а использование реальных показателей усталости модифицированного асфальтобетона в нижних позволит в процессе расчета конструкций дорожной одежды сократить толщину конструкции тем самым компенсировать расходы на модификацию асфальтобетона или продлить межремонтные сроки в случае если к уменьшению толщин не прибегать.