

**РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН
МИНИСТЕРСТВО ИНДУСТРИИ И ИНФРАСТРУКТУРНОГО
РАЗВИТИЯ**

КОМИТЕТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

**КАЗАХСТАНСКИЙ ДОРОЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АО «КАЗДОРНИИ»**

УТВЕРЖДАЮ
Президент АО КАЗДОРНИИ»,
д.т.н., профессор

Б.Б. Телтаев
« 16 » 09 . 2020 г.

Заключение
по исследованию эффективности применения энергосберегающей
добавки «ДАД-ТА» для приготовления «теплой»
асфальтобетонной смеси

Алматы, 2020

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Директор департамента
дорожных конструкций и
материалов



Г.В. Назаренко
(все разделы)

Начальник отдела ДСМ



Е.Д. Амирбаев
(все разделы)

Ведущий инженер
отдела ДСМ



С.Т. Бегалиева
(экспериментальная
часть)

Ведущий инженер
отдела ДСМ



Д.А.Алижанов
(экспериментальная
часть)

Инженер
отдела ДСМ



Н.Н. Сарыбаев
(экспериментальная
часть)

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4
1	Методический подход к выполнению исследований	5
1.1	Характеристика исходных материалов	5
1.2	Методика проведения работ	10
2	Результаты исследования влияния энергосберегающей добавки «ДАД-ТА» на свойства асфальтобетона при различных температурах приготовления и уплотнения	11
3	Заключение	12
	Нормативные ссылки	13

Введение

При производстве горячей асфальтобетонной смеси большое количество энергии используется для нагревания каменного материала. Это процесс является не только затратным, но и сопровождается значительными выбросами CO_2 , что создает парниковый эффект. Высокая рабочая температура на этапах приготовления и укладки смеси вызывает эффект образования дыма и испарений от горячей смеси.

Понижение температуры производства асфальтобетонных смесей обеспечивает экономию энергии, уменьшает окисление битума и уменьшает вредные выбросы смесительных заводов в атмосферу.

Понижение температуры укладки позволяет уменьшить вредное воздействие на работающих специалистов при выпуске и укладке, увеличить строительный сезон укладки, увеличить дальность возки на объекты производства работ.

Применение энергосберегающих «теплых» асфальтобетонных смесей с физико-механическими свойствами, аналогичными горячим смесям позволяет снизить температуру приготовления, укладки и уплотнения в среднем на 30-50 °С, что влечет за собой экономию энергоресурсов до 30 % и снижение выбросов вредных веществ в атмосферу до 50 %.

Энергосберегающая добавка «ДАД-ТА», предоставлена ООО «Селена».

Основные преимущества асфальтобетонных смесей с применением данной добавки по указанию разработчиков заключается в:

- возможности укладки асфальтобетона при пониженных температурах окружающей среды;
- увеличение дальности перевозки готовой асфальтобетонной смеси за счет снижения температуры уплотнения;
- уменьшение вредных выбросов в рабочей зоне и атмосферу;
- сокращение потребления электроэнергии за счет экономии энергоресурсов, потребляемых АБЗ;
- обеспечение высокой активной адгезии битума с каменным материалом, что исключает применение дополнительных адгезионных добавок.

Целью настоящей работы является определение эффективности энергосберегающей добавки «ДАД-ТА» представленной ООО «Селена», в составе дорожных битумов для расширения температурного диапазона приготовления и устройства асфальтобетонных смесей с физико-механическими свойствами идентичными традиционным горячим смесям.

Заключение
по исследованию эффективности применения энергосберегающей
добавки «ДАД-ТА» для приготовления «теплой»
асфальтобетонной смеси

Согласно договора №12-ДСМ от 29.04.2020 г. представителем ООО «Селена» в АО «КаздорНИИ» доставлена энергосберегающая добавка «ДАД-ТА» с целью применения в составе «теплой» асфальтобетонной смеси и определения физико-механических свойств.

Энергосберегающая добавка «ДАД-ТА» – это высокоактивная жидкая композиция, состоящая из смеси ПАВ на основе полиаминов. Позволяет снизить температуру приготовления и укладки асфальтобетонной смеси на 30-50 °С без потери качества и обеспечивает отличное сцепление битума с каменным материалом.

1 Методический подход к выполнению исследований

1.1 Характеристика исходных материалов

Выбор исходных материалов обоснован имеющимися результатами испытаний асфальтобетонов, отработанных и апробированных в КаздорНИИ, соответствующих требованиям СТ РК 1225.

- щебень из гравия фракции 15-20 мм карьера Озентас (ТОО «Асфальтобетон-1»);
- щебень из гравия фракции 10-15 мм карьера Озентас (ТОО «Асфальтобетон-1»);
- щебень из гравия фракции 5-10 мм карьера Озентас ТОО «Асфальтобетон-1»;
- отсев дробления щебня из гравия фр.0-5 мм карьера Озентас (ТОО «Асфальтобетон-1»);
- битум марки БНД 70/100 ТОО «СП «Caspi Bitum»;
- активированный минеральный порошок ТОО «Жартас»;
- добавка «ДАД-ТА».

Физико-механические свойства исходных каменных материалов определены в соответствии с требованиями СТ РК 1213, СТ РК 1218, СТ РК 1221.

Физико-механические свойства битума БНД 100/130 - согласно требованиям СТ РК 1210, СТ РК 1211, СТ РК 1224, СТ РК 1226, СТ РК 1227, СТ РК 1228, СТ РК 1229, СТ РК 1374, СТ РК 1375, ГОСТ 4333, ГОСТ 18180.

Характеристики исходных материалов приведены в таблицах 1-5.

**Таблица 1 – Физико-механические свойства исходного битума
БНД 70/100 ТОО «СП «Caspi Bitum»**

№ п/п	Наименование показателей	НД на методы испытаний	Норма по НД	Фактические результаты
1.	Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температуре 25 °С при температуре 0°С	СТ РК 1226	71-130 не менее 22	76 29
2.	Температура размягчения по кольцу и шару, °С	СТ РК 1227	не ниже 45	47,0
3.	Растяжимость, см, : при 25 °С при 0 °С	СТ РК 1374	не менее 75 3,8	150 4,7
4.	Температура хрупкости по Фраасу, °С	СТ РК 1229	не выше -20	-22,3
5.	Температура вспышки, °С	СТ РК 1804	не ниже 230	260
6.	Изменение температуры размягчения после прогрева, °С	СТ РК 1224 СТ РК 1227	не более 7	5,0
7.	Индекс пенетрации	СТ РК 1373	от – 1,0 до +1,0	-0,73
8.	Динамическая вязкость при 60 °С, П·с	СТ РК 1211	не ниже 145	225
9.	Кинематическая вязкость при 135 °С	СТ РК 1210	не ниже 250	442
10.	Устойчивость к старению после прогрева при температуре 163 °С: - изменение массы, % - глубина проникания иглы, %, от исходной - растяжимость, см, при температуре 25°С - коэффициент возрастания динамической вязкости при 60 °С - температура хрупкости после прогрева, °С	СТ РК 1224 СТ РК 1226 СТ РК 1374 СТ РК 1211 СТ РК 1229	не более 0,6 не менее 60 не менее 50 не более 2,5 не норм.	0,5 60 % 107 2,5 -21,5

**Таблица 2 – Физико-механические свойства щебня из гравия фракции 5-10 мм
карьера Озентас (ТОО Асфальтобетон-1)**

№ п/п	Наименование показателей	НД на методы испытаний	Норма по НД	Фактичес- кие результаты
1	2	3	4	5
1	Зерновой состав, % Полные остатки на ситах d 0,5(d+D) D 1,25D	СТ РК 1213	от 90 до 100 от 30 до 60 до 10 до 0,5	85,1 49,6 7,3 0
2	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, % Группа	СТ РК 1213	до 15 включ. 1	12,9 1
3	Прочность по дробимости - потеря массы, % - марка	СТ РК 1213	до 10 включ. 1000	8,9 1000

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
4	Истираемость, - потеря массы, % - марка	СТ РК 1213	до 25 включ. И1	17,3 И1
5	Содержание зерен слабых пород, %,	СТ РК 1213	не более 10	6,1
6	Морозостойкость - насыщение в растворе сернокислого натрия, число циклов - потеря массы, % - марка	СТ РК 1213	10 не более 5 F100	10 3,3 F100
7	Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	СТ РК 1213	не более 1,0	0,2
8	Содержание глины в комках, %	СТ РК 1213	не более 0,25	отсутствует
9	Содержание дробленых зерен, %	СТ РК 1213	не менее 80	87,5

Таблица 3 - Физико-механические свойства щебня из гравия фракции 10-20 мм карьера Озентас (ТОО Асфальтобетон-1)

№ п/п	Наименование показателей	НД на методы испытаний	Норма по НД	Фактические результаты
1	Зерновой состав, % Полные остатки на ситах d 0,5(d+D) D 1,25D	СТ РК 1213	от 90 до 100 от 30 до 60 до 10 до 0,5	81,1 52,5 6,4 0
2	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, % Группа	СТ РК 1213	до 15 включ. 1	6,8 1
3	Прочность по дробимости - потеря массы, % - марка	СТ РК 1213	до 10 включ. 1000	6,4 1000
4	Истираемость, - потеря массы, % - марка	СТ РК 1213	до 25 включ. И1	14,1 И1
5	Содержание зерен слабых пород, %,	СТ РК 1213	не более 10	5,0
6	Морозостойкость - насыщение в растворе сернокислого натрия, число циклов - потеря массы, % - марка	СТ РК 1213	10 не более 5 F100	10 2,7 F100
7	Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	СТ РК 1213	не более 1,0	0,11
8	Содержание глины в комках, %	СТ РК 1213	не более 0,25	отсутствует
9	Содержание дробленых зерен, %	СТ РК 1213	не менее 80	90,0

**Таблица 4- Физико-механические свойства отсева дробления щебня из гравия
Озентас 0-5 мм (ТОО «Асфальтобетон-1»)**

№ п/п	Наименование показателей	НД на методы испытаний	Норма по НД	Фактические результаты
1.	Модуль крупности, крупный	СТ РК 1217	Св. 2,5 до 3,0	2,8
2.	Полный остаток на сите с сеткой № 063, крупный	СТ РК 1217	Св.45 до 65	64,9
3.	Содержание зерен крупностью, II класс св. 10 мм св. 5 мм менее 0,16 мм	СТ РК 1217	5 15 15	- 0,4 12,7
4.	Содержание глинистых и пылевидных частиц, %	СТ РК 1217	не более 10	6,1
5.	Содержание глины в комках, %	СТ РК 1217	не более 0,25	отсутствует
6.	Содержания глинистых частиц методом набухания, %,	СТ РК 1217	не более 0,5	0,23

**Таблица 5- Физико-механические свойства активированного минерального
порошка ТОО «Жартас»**

№ п/п	Наименование показателей	НД на методы испытаний	Норма по НД	Фактические результаты
1	Зерновой состав, % по массе: - мельче 1,25 мм - мельче 0,315 мм - мельче 0,071 мм	СТ РК 1221- 2003	не менее 100 не менее 90 не менее 80	100 99,02 85,39
2	Пористость, %	СТ РК 1221	не более 28	26,0
3	Набухание образцов из смеси порошка с битумом, %	СТ РК 1221	не более 1,5	0,8
4	Показатель битумоемкости, г,	СТ РК 1221	не более 50	40,5
5	Влажность, %	СТ РК 1221	не более 0,5	0,15

Исследования выполнены на асфальтобетоне типа Б, I марки, обычно применяемом в исследованиях такого рода и широко используемом при устройстве покрытий в г. Алматы.

Результаты подбора зернового состава минеральной части асфальтобетонной смеси для типа Б представлены в таблице 6, гранулометрическая кривая показана на рисунке 1.

Таблица 6 - Подбор зернового состава минеральной части
асфальтобетонной смеси для типа Б

Состав смеси типа Б	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Щебень фр.15-20	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Щебень фр.10-15	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Щебень фр.5-10	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
Отсев фр. 0-5	100	100	100	99,6	65,3	49	35,1	19,5	12,7	7,6
М.п.	100	100	100	100	100	100	99,63	99,02	96,14	85,39
%										
Щебень фр.15-20	10	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Щебень фр.10-15	14	14,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Щебень фр.5-10	20	20,0	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Отсев фр. 0-5	49	49	49	49	48,8	32,0	24,0	17,2	9,6	6,2
М.п.	7	7	7	7	7	7	7,0	7,0	6,9	6,7
	100	100,0	90,0	76,0	55,8	39,0	31,0	24,2	16,5	13,0
Требование к асфальтобетону типа Б		100	100	100	60	48	37	28	22	16
		90	80	70	50	38	28	20	14	10

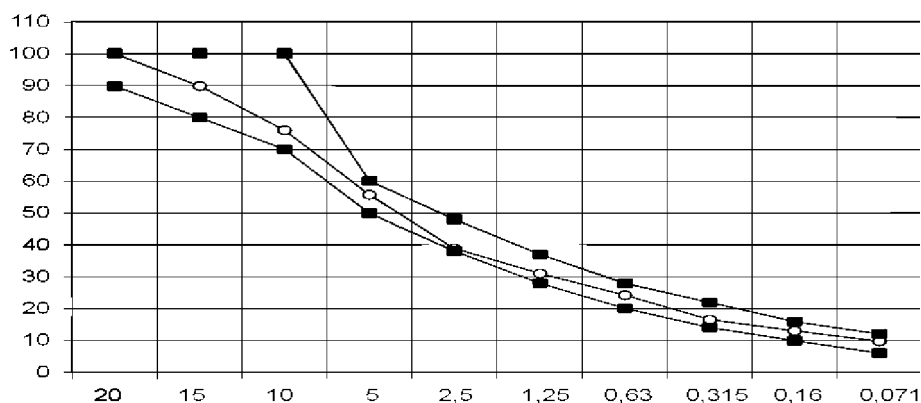


Рисунок 1- График гранулометрического состава асфальтобетона типа Б

В лабораторных условиях была приготовлена подобранная смесь, сформованы образцы асфальтобетонов и испытаны согласно СТ РК 1218.

Для приготовления плотного мелкозернистого асфальтобетона типа Б марки I согласно требованиям СТ РК 1225 использовался щебень фракции 10-20 мм, разделенный на узкие фракции 10-15 мм и 15-20 мм.

Таким образом, для исследований принят следующий состав асфальтобетонной смеси типа Б:

- Щебень из гравия фр. 15-20 мм – 10 %;
- Щебень из гравия фр. 10-15 мм – 14 %;
- Щебень из гравия фр. 5-10 мм – 20 %;
- Отсев дробления фр. 0-5 мм – 49 %;
- Минеральный активированный порошок – 7 %;
- Битум БНД 70/100 – 5,0 %.

1.2 Методика проведения исследований

Методической основой исследований явился сопоставительный анализ результатов лабораторных испытаний образцов асфальтобетона с энергосберегающей добавкой и без добавки «ДАД-ТА» при различных температурах приготовления и уплотнения и оценка их соответствия требованиям СТ РК 1225.

Поскольку при применении «теплых» асфальтобетонных смесей большой интерес представляет не только снижение температуры приготовления и укладки, но и транспортировка ее на большее расстояние, а также их укладка при пониженной температуре воздуха при обеспечении качественных показателей идентичных горячим смесям. Приготовление смеси и образцов асфальтобетона проводилось в следующих температурных режимах, указанных в таблице 7.

Таблица 7 - Температура асфальтобетонных смесей с применением «ДАД-ТА»

№ смеси	Добавка, %	Температура приготовления смеси, °С	Температура приготовления (уплотнения) образца, °С
1 (контрольная)	-	145-150	140
2	0,3	140	100-110
3	0,4	140	100-110
4	0,5	140	100-110
5	0,6	140	100-110

Приготовление асфальтобетонных смесей производилось путем взвешивания расчетного количества исходных материалов, нагрева каменных материалов в сушильном шкафу до требуемой температуры, перемешивания в лабораторной лопастной мешалке, введения минерального порошка, битума марки БНД 70/100. Время перемешивания определялось визуально. Добавку «ДАД-ТА» вводили в битум при рабочей температуре 140 °С.

Для испытания были приготовлены асфальтобетонные смеси с содержанием 0,3%, 0,4%, 0,5% и 0,6% «ДАД-ТА» в составе вязкого битума марки БНД 70/100 «СП «Caspi Bitum».

Технологичность асфальтобетонных смесей на основе добавки «ДАД-ТА» оценивалась по показателям плотности, водонасыщения и предела прочности при температуре 50 °С (таблица 8).

Таблица 8 - Подбор содержания добавки «ДАД-ТА»

Наименование показателей	Содержание добавки, % от массы битума БНД 70/100 «СП «Caspi Bitum»				Требования СТ РК 1225
	Содержание добавки «ДАД-ТА»				
	0,3	0,4	0,5	0,6	
1.Плотность, г/см ³	2,36	2,39	2,40	2,40	не норм.
2. Водонасыщение, %	5,1	4,1	3,6	3,4	1,5-4,0
3. Предел прочности при сжати, МПа, при температуре 50 °С	0,8	1,1	1,35	1,4	не менее 1,3

2. Результаты исследования влияния добавки «ДАД-ТА» на свойства асфальтобетона при различных температурах приготовления и уплотнения

Из анализа результатов испытаний асфальтобетона, представленных в таблице 8, приготовленных с использованием «ДАД-ТА» при температуре приготовления 140 °С и уплотнения 100-110 °С следует, что при введении в количестве от 0,3 % до 0,4 % от массы битума БНД 70/100 ($P_{25}=76$) показатели предела прочности при температуре 50 °С составляет от 0,8 до 1,1 МПа, что не соответствует требованиям СТ РК 1225 (при требования не менее 1,3 МПа). При введении в количестве 0,5 % и 0,6 % от массы битума БНД 70/100 показатели предела прочности при температуре 50 °С составляет 1,35 МПа и 1,4 МПа. При этом при снижении температуры уплотнения асфальтобетонных смесей на 30-40 °С сохраняется плотность и водонасыщение образцов.

Таким образом для дальнейшего испытания было выбрано содержание добавки 0,5 %, при котором предел прочности при 50 °С соответствует требованиям СТ РК 1225 (1,35 МПа при требования не менее 1,3 МПа).

Результаты испытаний физико-механических свойств «теплого» асфальтобетона с содержанием добавки 0,5% приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Показатели сопоставительных анализов физико-механических свойств асфальтобетонных смесей типа Б с добавкой и без нее

Наименование		Средняя плотность г/см ³	Водонасыще- ние, %	Предел при сжатии, МПа, при температуре		
Добавка	Температура приготовления образца, °С			0 °С R ₀	20 °С R ₂₀	50 °С R ₅₀
Без добавки	140	2,40	3,5	8,2	3,4	1,4
«ДАД-ТА»	100-110	2,40	3,6	7,8	3,5	1,35
Требования СТ РК 1225		не норм.	от 1,5 до 4,0	не более 13	не менее 2,5	не менее 1,3

Наименование	Трещиностойкость - предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, МПа	Сцепление при сдвиге, Сл, МПа, при 50°С	Водостойкость при длительном водонасыщении
Без добавки	4,0	0,40	0,92
«ДАД ТА»	4,3	0,39	0,90
Требования СТ РК 1225	3,5-6,5	не менее 0,38	не менее 0,75

3. Заключение:

1. Работа выполнена с целью выявления эффективности применения энергосберегающей добавки «ДАД-ТА», предлагаемой на рынок Казахстана ООО «Селена» (Россия) для улучшения технологичности асфальтобетонных смесей с ее применением, расширения температурного диапазона (за счет увеличения дальности возки), уменьшения вредных выбросов в атмосферу и снижения энергоемкости асфальтобетонных заводов.

2. Из анализа результатов испытаний асфальтобетона, приготовленного с применением в составе битума добавки «ДАД-ТА» в количестве 0,5 % при температуре приготовления 140 °С и уплотнения при температуре 100-110 °С следует, что показатели физико-механических свойств по всем показателям соответствует требованиям СТ РК 1225 (прочность обеспечивается при снижении температуры уплотнения на 30- 40 °С).

Таким образом, применение в составе битума БНД 70/100 (П₂₅=76) ТОО «СП «Caspi Bitum» энергосберегающей добавки «ДАД-ТА» в количестве 0,5 % позволяет снизить температуру приготовления смесей и ее уплотнения без снижения качества.

Энергосберегающая добавка «ДАД-ТА» не апробирована на территории Казахстана при приготовлении асфальтобетонных смесей. Считаем необходимым провести апробирование состава в производственных условиях с выпуском пробных партий на АБЗ с укладкой на дороге с последующим мониторингом.

Нормативные ссылки

В настоящем отчете использованы ссылки на следующие стандарты:

СТ РК 1213-2003 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний»

СТ РК 1217-2003 «Песок для строительных работ. Методы испытаний»

СТ РК 1218-2003 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний».

СТ РК 1221-2003 «Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Методы испытаний».

СТ РК 1225-2019 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия».

СТ РК 1226-2003 «Битумы и битумные вяжущие». Метод определения глубины проникания иглы».

СТ РК 1227-2003 «Битумы и битумные вяжущие. Определение точки размягчения методом кольца и шара»

СТ РК 1229-2003 «Битумы и битумные вяжущие. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу»

СТ РК 1276-2004 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органических минеральных смесей. Технические условия»

СТ РК 1284-2004 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия»

СТ РК 1373-2013 «Битумы нефтяные дорожные, вязкие. технические условия».

СТ РК 1374-2005 «Битумы и битумные вяжущие. Метод определения растяжимости»

ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ. Технические условия».