

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК,  
СОДЕРЖАЩИХ  
ПОЛИФОСФОРНУЮ КИСЛОТУ,  
НА СВОЙСТВА БИТУМА И  
АСФАЛЬТОБЕТОНА**



**ЦЕЛЬ РАБОТЫ** — ПОЛУЧЕНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА ДЛЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ, СПОСОБНЫХ ЭФФЕКТИВНО РАБОТАТЬ В СЛОЖНЫХ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЗА СЧЕТ ВВЕДЕНИЯ В ИХ СОСТАВ ДОБАВОК, СОДЕРЖАЩИХ ПОЛИФОСФОРНУЮ КИСЛОТУ.

**ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ПОСТАВЛЕННОЙ ЦЕЛИ РЕШАЛИСЬ СЛЕДУЮЩИЕ ЗАДАЧИ:**

- ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА БИТУМА, АСФАЛЬТОБЕТОНА;
- РАЗРАБОТКА СОСТАВА АСФАЛЬТОБЕТОНА ТИПА Б ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДОБАВОК И ВЫЯВЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСФАЛЬТОБЕТОНА;
- ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА.

### **Физико-механические характеристики гранитного щебня**

Показатели	Требования ГОСТ	Щебень гранитный
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	-	1340
Марка по морозостойкости	-	F300
Содержание зерен пластинчатой и игольчатой формы, %	15-25	23
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	1	0,41
Содержание зерен слабых пород, %	5	0,9
Марка прочности	1000	1400

### **Физико-механические характеристики отсева гранитного**

Показатели	Требования ГОСТ	Отсев дробления гранита
Модуль крупности, %	от 2,5-3,0	2,87
Группа песка	крупный	Крупный
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	-	1320
Марка по морозостойкости	-	F300
Содержание илистых и глинистых частиц, %	не более 10	9
Марка прочности песка из отсевов дробления горных пород	1000	1200

## Характеристика используемого битума

Показатели	Требования ГОСТ	Фактически
Глубина проникания иглы 0,1 мм: при 25 С	61-90	84
При 0 С	Не менее 20	23
Растяжимость, см:		
при 25 С	55, не менее	107
при 0 С	3,5, не менее	3,7
Температура размягчения, С	47, не ниже	48
Температура хрупкости, С	-15, не выше	-22
Температура вспышки, С	230, не ниже	302

## Характеристики используемого минерального порошка



Показатели	Требования ГОСТ	Фактически
Зерновой состав, % по массе, не менее:		
мельче 1,25	100	100
мельче 0,315	90	96,4
мельче 0,071	70	71,5
Марка исходной горной породы	-	М 600
Влажность, % по массе, не более	1,0	0,58
Пористость, % по объему, не более	35	32,5
Набухание, % по объему, не более	2,5	2,2

# ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИТУМА ПРИ ВВЕДЕНИИ ДОБАВОК

№ п/п	Добавка	Пенетрация		Температура размягчения, °С	Растяжимость	
		25 °С	0 °С		25 °С	0 °С
Требования ГОСТ		61-90	не менее 20	не ниже 47	не менее 55	не менее 3,5
1	Без добавки	64	22	48	71,4	3,5
2	ФК	44	26	50	68,9	3,4
3	ПФК (35% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	42	28	51	64,5	3,3
4	ПФК(105% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	42	28	51	65,5	3,3
5	ДАД-КТ	52	24	52	93,7	4,0

**Битум становится жестким при повышенных температурах,  
при этом сохраняя требуемую мягкость при пониженных**

# ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА АДГЕЗИЮ БИТУМА ПО ОТНОШЕНИЮ К ГРАНИТУ

№ п/п	Добавка	Количество битума, оставшегося на поверхности камня, %	После кипячения	
			Без добавки	ДАД-КТ
1	Без добавки	40		
2	ФК	65		
3	ПФК (35% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	60		
4	ПФК (105% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	65		
5	ДАД-КТ	75		



**Введение добавок увеличило содержание битума на зернах гранита по сравнению с исходными показателями – в среднем на 30-40%. Значительное увеличение адгезии наблюдается с ДАД-КТ – практически в 2 раза**

# ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА КОГЕЗИЮ БИТУМА

Добавка	Без добавки	ФК	ПФК (35% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	ПФК (105% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	ДАД-КТ
Когезия, кгс/см <sup>2</sup>	6	9	8	9	11

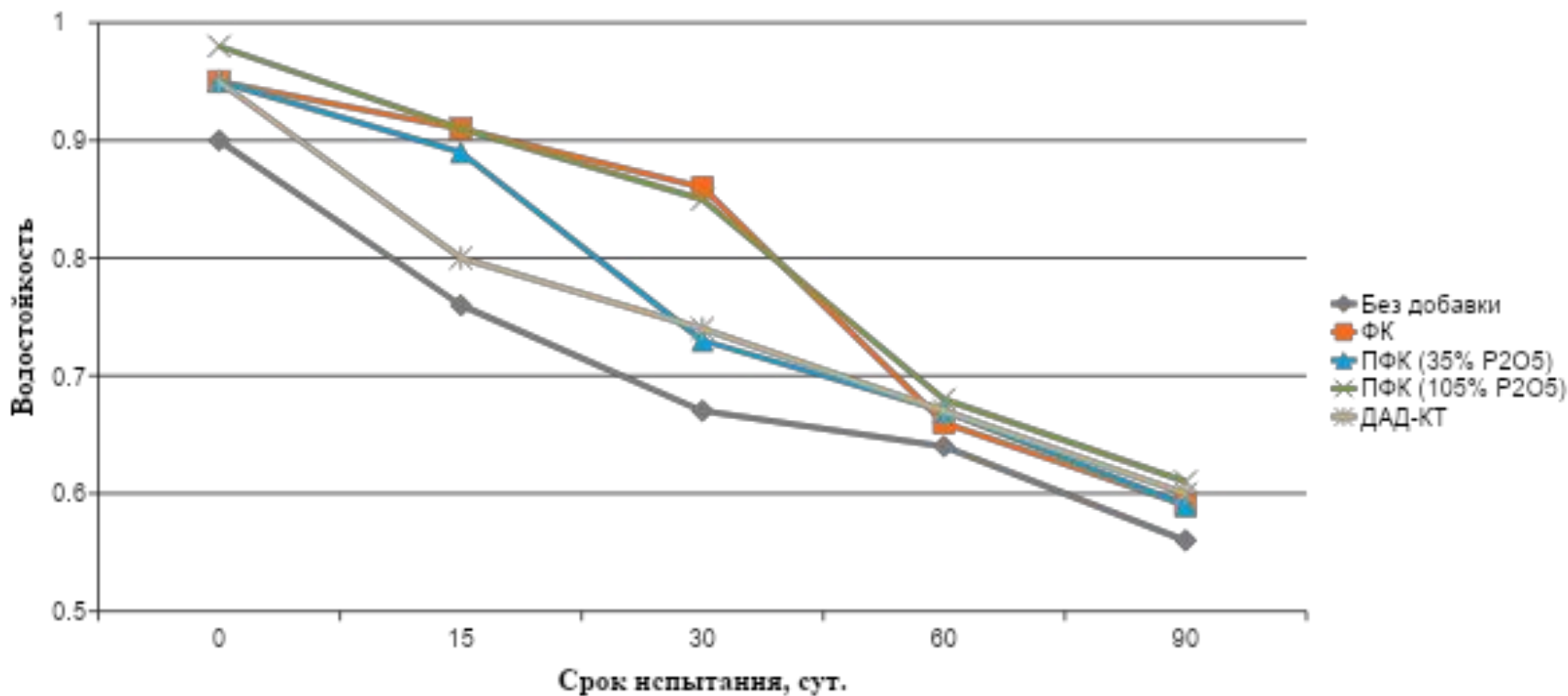
**Увеличение когезии наглядно подтверждается данными таблицы. В связи с ростом адгезии и когезии битумов, модифицированных ПФК, асфальтобетоны, приготовленные с использованием этих вяжущих, должны характеризоваться повышенными значениями водо-, тепло- и морозостойкости, а также устойчивости к колееобразованию**

# ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСФАЛЬТОБЕТОНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДОБАВОК

Физико-механические показатели	Треб. ГОСТ	Добавка				
		Без добавки	ФК	ПФК (35% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	ПФК (105%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	ДАД-КТ
Предел прочности при сжатии, МПа:						
при 20 °С	от 2,2	3,9	4,2	4,2	4,0	4,2
при 50 °С	от 1	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4
при 0 °С	до 12	11,3	10,4	10,0	10,0	9,9
Предел прочности водонасыщенных образцов, МПа	-	3,5	4,0	4,0	3,9	4,1
Водонасыщение	1,5-4,0	3,3	1,8	2,2	2,0	2,0
Водостойкость	0,85	0,90	0,95	0,95	0,98	0,98



# ИЗМЕНЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ВОДОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДОБАВОК



**Длительная водостойкость при использовании добавок повышается, что можно объяснить улучшением сцепления битума с минеральными материалами асфальтобетона. Так сравнительно с начальной водостойкостью водостойкость через 15 суток у исходного битума и битума с добавками уменьшилась на 15% и в среднем на 8% соответственно, через 30 суток – на 26 и 16% соответственно. Через 60 и 90 суток и у битума без добавки, и у битума с добавками водостойкость уменьшилась на 30% и 38% соответственно. С увеличением срока испытания наблюдается закономерное падение длительной водостойкости.**

# ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА

А/б	Без добавки	ФК	ПФК (35% P2O5)	ПФК (105% P2O5)	ДАД-КТ
Колея, мм.	8,9	8,6	7,6	4,4	6,4

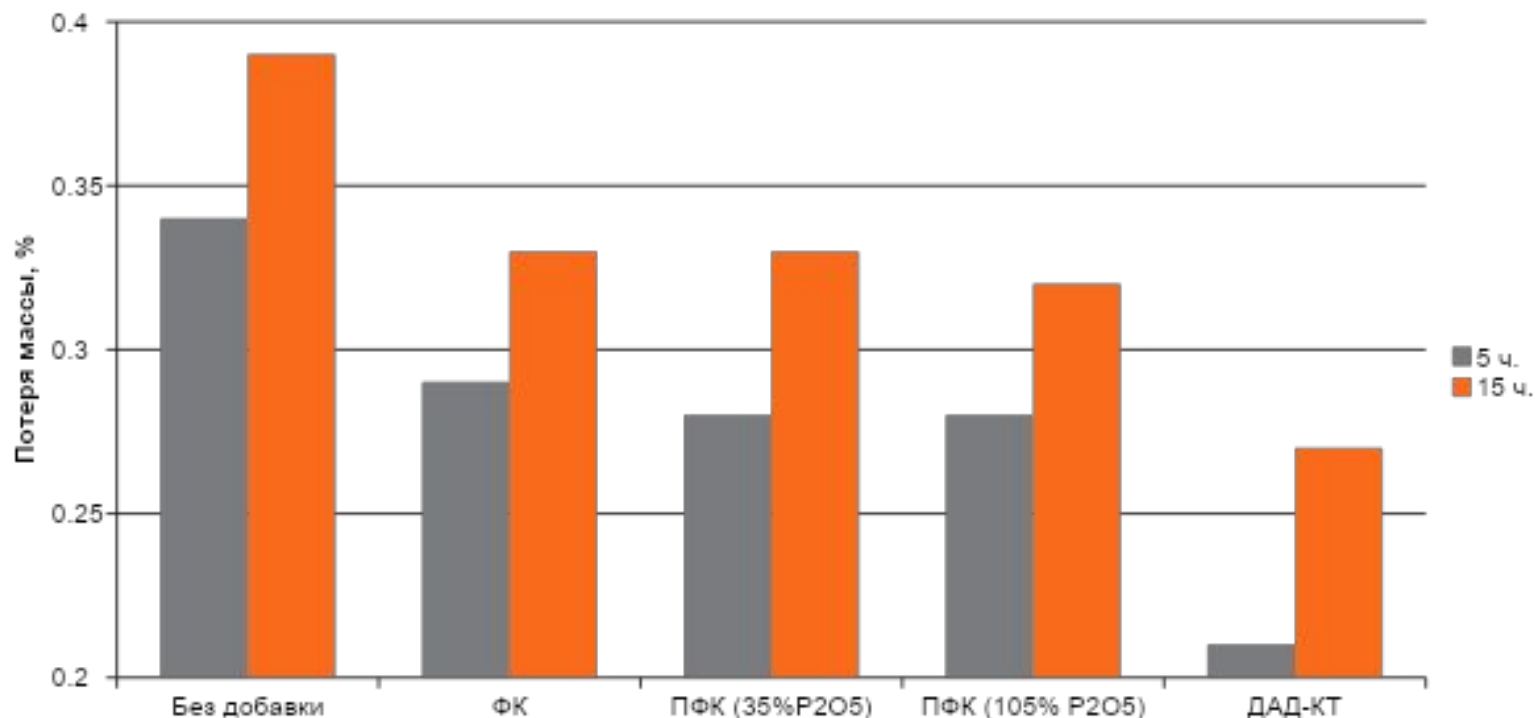
**Применение ПФК в составе асфальтобетонной смеси позволяет уменьшить глубину колеи от 15 до 50%, по сравнению с асфальтобетоном на битуме без добавки**

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕНЕНИЯ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ И УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДОБАВОК

Добавка	Без добавки	ФК	ПФК (35% Р205)	ПФК (105% Р205)	ДАД-КТ
Модуль упругости, МПа	838	872	934	892	920
Усталостная прочность, цикл	81000	127000	128500	131000	130000

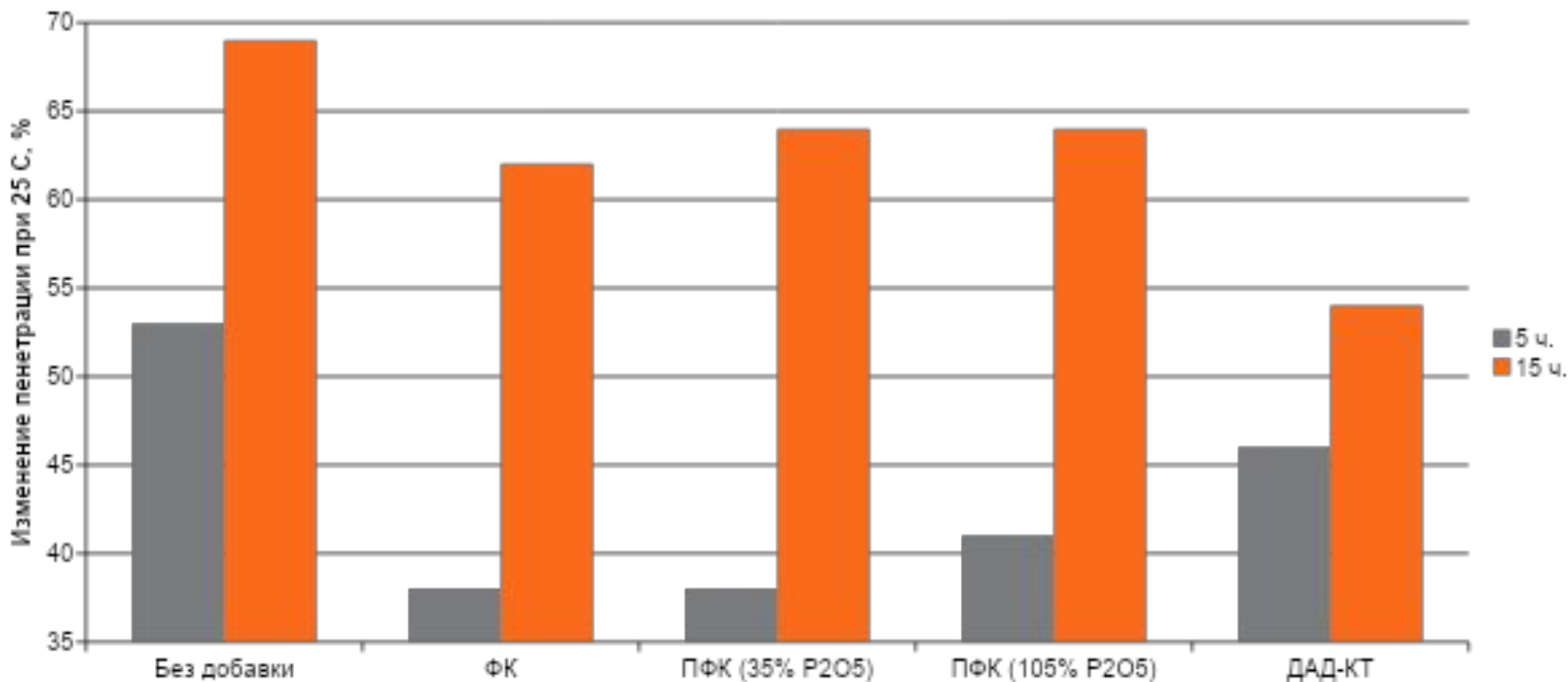
Под действием добавок увеличиваются модуль упругости и усталостная прочность асфальтобетона. Так модуль упругости по сравнению с битумом без добавки увеличился в среднем на 8%, в то время как усталостная прочность возросла практически на 60%

# ПОТЕРЯ МАССЫ БИТУМА С ДОБАВКАМИ ПОСЛЕ 5 И 15 ЧАСОВ СТАРЕНИЯ



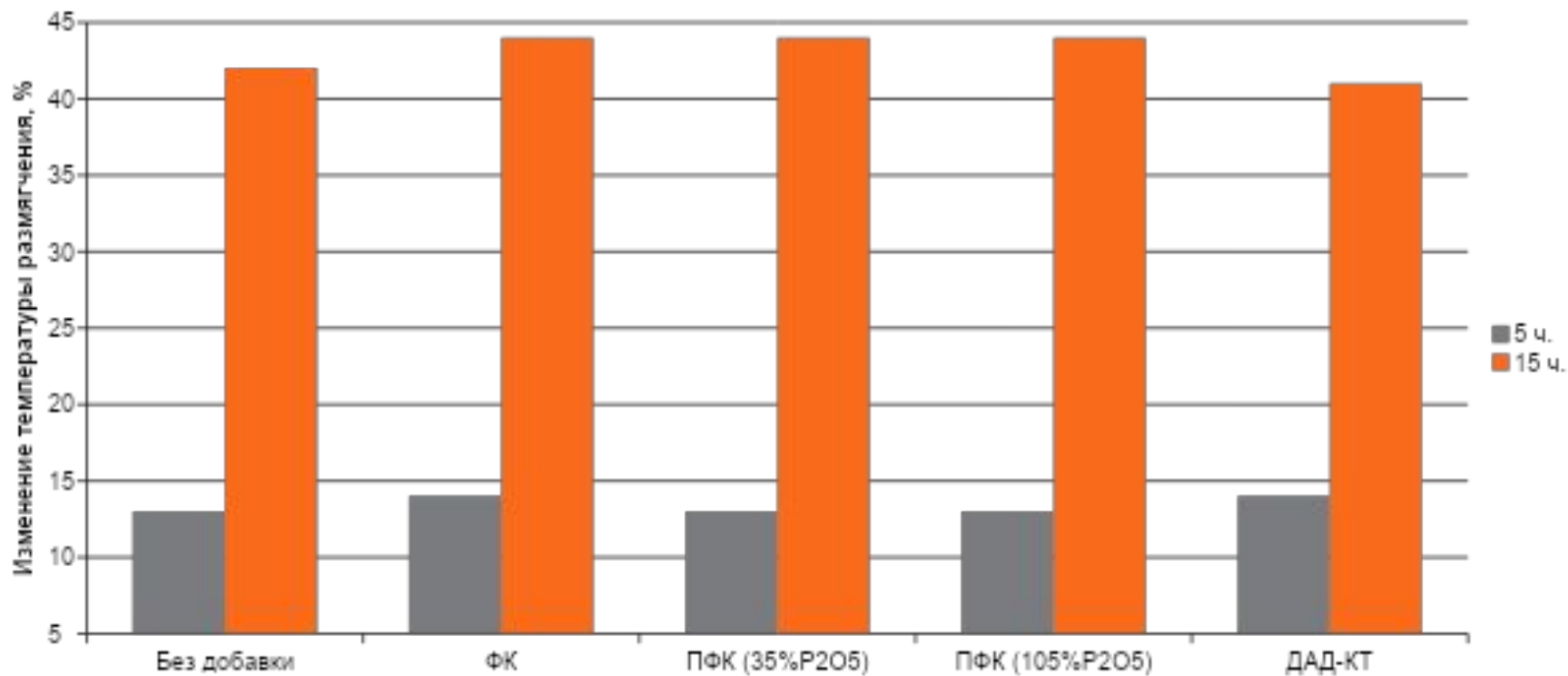
**Потеря массы битума с добавками после 5 и 15 часов старения уменьшилась на 15%, относительно контрольного образца, а с добавкой ДАД-КТ почти на 40%**

# ПЕНЕТРАЦИЯ БИТУМА ПРИ 25 °С ПОСЛЕ 5 И 15 ЧАСОВ СТАРЕНИЯ В ТОНКОМ СЛОЕ



**Пенетрация при 25 °С после старения значительно уменьшилась, битум стал более вязким, а температура размягчения, наоборот, возросла после 5 и 15 часов старения – на 17 и 45% соответственно**

# ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РАЗМЯГЧЕНИЯ БИТУМА ПОСЛЕ СТАРЕНИЯ



## ВЫВОДЫ

1. ОБОСНОВАН И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ПОДТВЕРЖДЕН ХАРАКТЕР ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК, СОДЕРЖАЩИХ ПФК, НА СЦЕПЛЕНИЕ БИТУМА С КАМЕННЫМ МАТЕРИАЛОМ И НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСФАЛЬТОБЕТОНА.
2. ВЫЯВЛЕНО ПОЛОЖИТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА БИТУМА
3. ВЫЯВЛЕНО, ЧТО РАЗРАБОТАННЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОНЫ ОБЛАДАЮТ ПОВЫШЕННОЙ ВОДО-, МОРОЗОСТОЙКОСТЬЮ, А ТАКЖЕ УСТОЙЧИВОСТЬЮ ПРОТИВ СТАРЕНИЯ И КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЮ, ЧТО ДАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫСИТЬ КАЧЕСТВО И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ АВТОДОРОГ.