

УДК 691.168:691.2

**Солдатов Алексей Александрович, Борисенко Юрий Григорьевич,  
Яшин Сергей Олегович, Гордиенко Евгений Васильевич,  
Каспина Серафима Михайловна**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОТСЕВАМИ ДРОБЛЕНИЯ КЕРАМЗИТА**

*В статье приведены результаты экспериментальных исследований применения высокодисперсных отсевов дробления керамзита в составах асфальтобетона в качестве наполнителя с целью повышения термостабильности асфальтобетона.*

*Ключевые слова: высокодисперсные отсевы дробления керамзита, асфальтобетон, физико-механические свойства, термостабильность.*

**Soldatov Alexey Aleksandrovich, Borisenko Ury Grigorievich,  
Yashin Sergei Olegovich, Gordienko Evgeny Vasilievich,  
Kaspina Serafima Mikhailovna**

### **RESEARCH OF THERMOSTABILITY OF THE ASPHALT CONCRETE MODIFIED BY MICROATOMIZED SCREENINGS TREATMENT CERAMSITE**

*The given work presents the results of the experimental researches of application microatomized screenings treatment ceramsite in asphalt mixes in structure fill material with the purpose of increase of thermostability of asphalt concrete.*

*Key words: microatomized screenings treatment ceramsite, asphalt, mechanical-and-physical properties, thermostability.*

В настоящее время автомобильные дороги в России подвержены все увеличивающимся нагрузкам в связи с резким повышением интенсивности движения в первую очередь большегрузных транспортных средств. В то же время проводимый отечественными и зарубежными исследователями мониторинг состояния асфальтобетонных покрытий магистральных автомобильных дорог и городских улиц показывает, что по-прежнему актуальна проблема качества и увеличения межремонтных сроков эксплуатации дорожных покрытий.

Как известно, одним из основных недостатков асфальтобетона как дорожно-строительного материала является большая зависимость его прочности и деформативных свойств от температуры. Повысить устойчивость асфальтобетона к температурным воздействиям возможно снижением температурных напряжений, возникающих в материале в процессе эксплуатации. Одно из направлений решения этой задачи – использование в составах асфальтобетона легких пористых минеральных заполнителей и наполнителей (например, керамзита, вулканического туфа, перлита и др.) [1–3]. Важность этого направления, особенно для условий Юга России, обусловлена, прежде всего, тем, что климат региона порождает такую разницу температур в годовом цикле, противостоять которой традиционные асфальтобетоны практически не могут без образования пластических деформаций при высоких летних температурах и без трещинообразования при низких зимних температурах.

Авторами с целью повышения термостабильности асфальтобетона проведены экспериментальные исследования возможности применения высокодисперсных отсевов дробления керамзита в составе наполнителя (минерального порошка) горячих асфальтобетонных смесей. Для исследований были спроектированы составы плотных асфальтобетонных смесей мелкозернистого типа Б и песчаного типа Г. Смесей типа Г изучали по той причине, что свойства таких композиций в большей степени характеризуются качеством асфальтовяжущего вещества, а смеси типа Б были выбраны как наиболее часто используемые в верхнем слое дорожной одежды. Отсевы дробления керамзита получали в результате измельчения керамзитового гравия марки 600 в лабораторной шаровой мельнице и отбора фракций менее 0,16 мм.

Для определения физико-механических характеристик предложенных составов испытывались образцы асфальтобетонов согласно ГОСТ 12801-98. Термостабильность оценивали по коэффициенту термостабильности  $k_{mc}$ , представляющему отношению показателей прочности на сжатие образцов асфальтобетонов при температурах 0 °С и 50 °С:

$$k_{mc} = R_0 / R_{50}. \quad (1)$$

Предложенный показатель наиболее существенно, по нашему мнению, отражает деформативные характеристики асфальтобетонов в зависимости от эксплуатационных температур, нормируемых ГОСТ 9128-2009, и может быть легко получен в любой заводской лаборатории. Для асфальтобетонных смесей  $k_{mc}$  может изменяться в пределах от 10 до 1 в интервале эксплуатационных температур от 0 °С и 50 °С и чем значение  $k_{mc}$  ниже, тем более термостабилен исследуемый материал.

Анализируя полученные данные (табл. и рис. 1) можно констатировать, что с повышением содержания отсевов дробления керамзита в составе наполнителя прочность при сжатии при 0 °С  $R_0$  устойчиво понижается и минимальна при содержании отсевов  $C_k$  равном 100 % по объему. Повышение содержания отсевов дробления керамзита в наполнителе ведет к закономерному повышению прочности при сжатии при 50 °С.

Зависимость коэффициента термостабильности  $k_{mc}$  от содержания отсевов дробления керамзита в наполнителе  $C_k$  горячих асфальтобетонов

№ состава	Содержание отсевов дробления керамзита, $C_k$ , % по объему	$R_0$ , МПа	$R_{50}$ , МПа	Коэффициент термостабильности, $k_{mc}$
Тип Б				
№ 1	0	9,7	2,15	4,51
№ 2	20	9,55	2,1	4,54
№ 3	40	9,3	1,95	4,76
№ 4	60	8,8	2,06	4,27
№ 5	80	8,6	2,01	4,25
№ 6	100	7,6	2,1	3,61
Тип Г				
№ 7	0	11,6	2,4	4,83
№ 8	20	9,4	2,24	4,19
№ 9	40	9,1	2,27	4,0
№ 10	60	9,0	2,28	3,94
№ 11	80	9,1	2,37	3,83
№ 12	100	9,0	2,43	3,7

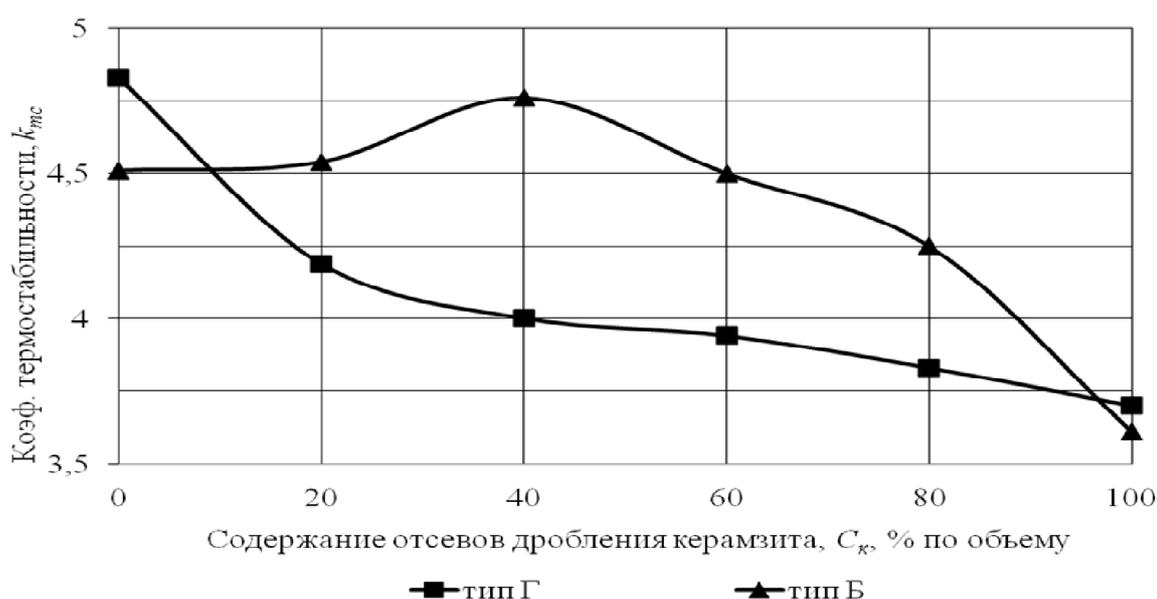


Рис. 1. Зависимость коэффициентов термостабильности  $k_{mc}$  асфальтобетонов от содержания отсевов дробления керамзита  $C_k$  в наполнителе и их зерновых составов

Согласно представленным результатам исследований (см. рис. 1 и табл.) асфальтобетоны на основе исследуемого пористого наполнителя имеют более высокую термостабильность и с повышением содержания высокодисперсных отсевов дробления этот показатель снижается. Наиболее низкий коэффициент термостабильности  $k_{мс}$ , равный 3,7, зафиксирован у асфальтобетонной смеси зернового состава типа Г (состав № 12, табл.). Для мелкозернистых асфальтобетонов отмечается следующее: при повышении содержания отсевов дробления керамзита в наполнителе наблюдается повышение коэффициента термостабильности с экстремумом при  $C_k$  равном 40 % объема; дальнейшее увеличение  $C_k$  в смеси приводит к снижению значений  $k_{мс}$ . Коэффициент термостабильности для смесей зернового состава типа Б также минимален при полной замене традиционного известнякового минерального порошка на отсевы дробления керамзита и составил 3,61.

Для выяснения влияния содержания отсевов дробления керамзита в составе наполнителя асфальтобетонов на прочностные показатели и теплостойкость при стандартных температурах (0 °С, 20 °С и 50 °С) были построены следующие графические зависимости (рис. 2, 3 и 4).

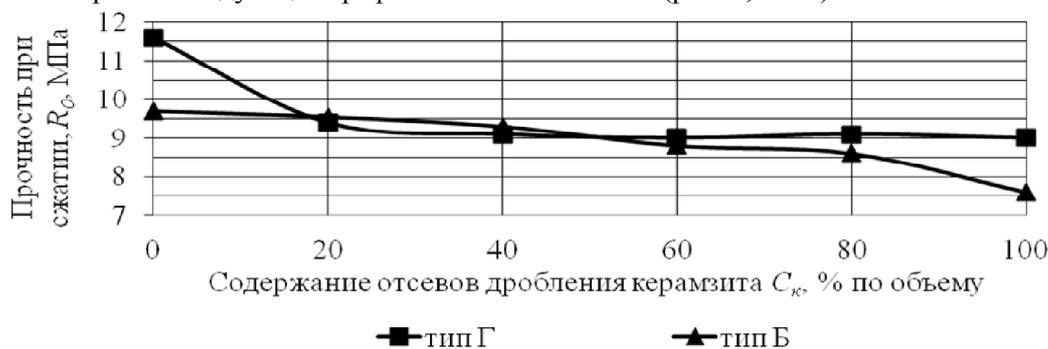


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии  $R_0$  асфальтобетонов от содержания отсевов дробления керамзита  $C_k$  в наполнителе

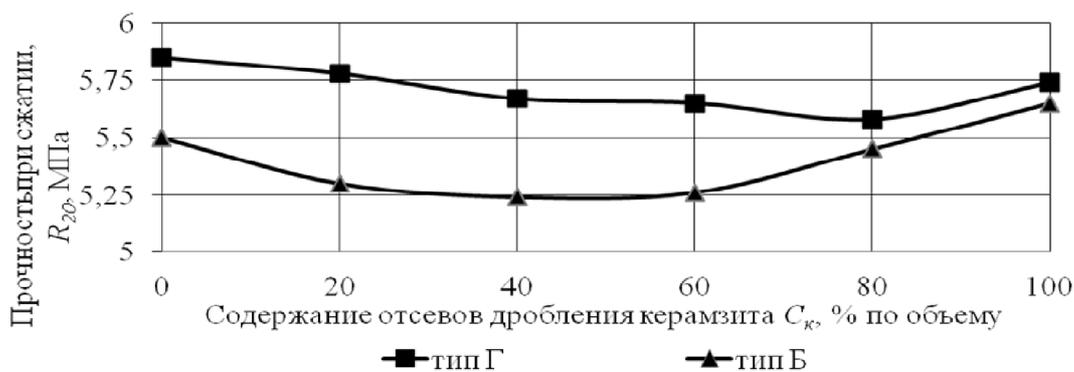


Рис. 3. Зависимость прочности при сжатии  $R_{20}$  асфальтобетонов от содержания отсевов дробления керамзита  $C_k$  в наполнителе

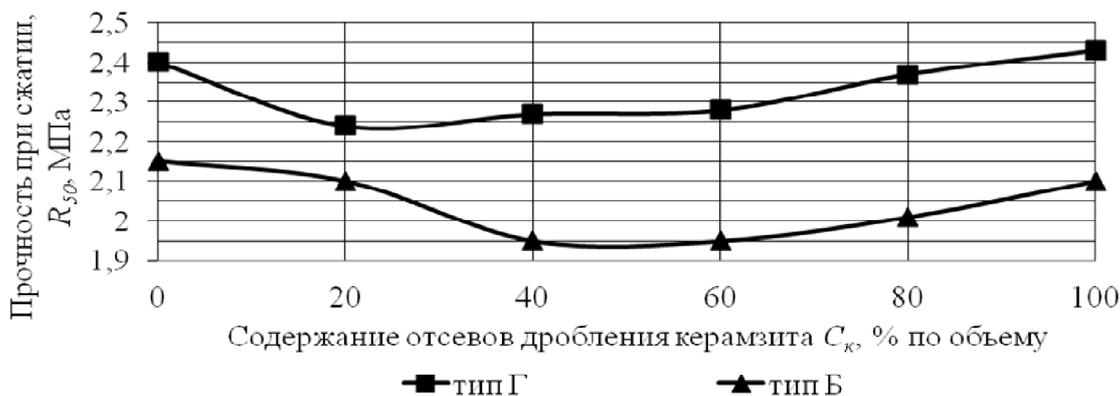


Рис. 4. Зависимость прочности при сжатии  $R_{50}$  асфальтобетонов от содержания отсевов дробления керамзита  $C_k$  в наполнителе

Уравнения зависимостей прочности горячих асфальтобетонов при  $0^{\circ}\text{C}$   $R_0$  от содержания отсевов дробления керамзита  $C_k$  в наполнителе для различных зерновых составов имеют следующий вид:

– для мелкозернистых асфальтобетонов

$$R_0 = -0,0002C_k^2 - 0,0017C_k + 9,67, \quad (2)$$

при величине достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,9757$ ;

– для песчаных асфальтобетонов

$$R_0 = 0,0005C_k^2 - 0,074C_k + 11,254 \quad (3)$$

при величине достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,8681$ .

Уравнения зависимостей прочности асфальтобетонов при  $20^{\circ}\text{C}$   $R_{20}$  от содержания отсевов дробления керамзита  $C_k$  в наполнителе для различных зерновых составов имеют следующий вид:

– для мелкозернистых асфальтобетонов

$$R_{20} = 0,0001C_k^2 - 0,00117C_k + 5,4914, \quad (4)$$

при величине достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,9862$ ;

– для песчаных асфальтобетонов

$$R_{20} = 0,000005C_k^2 - 0,0075C_k + 5,8732 \quad (5)$$

при величине достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,8421$ .

Уравнения зависимостей прочности асфальтобетонов при  $50^{\circ}\text{C}$   $R_{50}$  от содержания отсевов дробления керамзита  $C_k$  в наполнителе для различных зерновых составов имеют следующий вид:

– для мелкозернистых асфальтобетонов

$$R_{50} = 0,000005C_k^2 + 0,0052C_k + 2,3721, \quad (6)$$

при величине достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,8375$ ;

– для песчаных асфальтобетонов

$$R_{50} = 0,000005C_k^2 + 0,0076C_k + 2,1721, \quad (7)$$

при величине достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,8834$ .

В результате проведенных исследований термостабильности асфальтобетонов, модифицированных высокодисперсными отсевами дробления керамзита, установлено, что введение высокодисперсных отсевов дробления керамзита в состав наполнителя значительно повышает прочностные свойства асфальтобетона, улучшает их эксплуатационные показатели (температуроустойчивость, термостабильность), снижает температурные напряжения. Это возможно объяснить следующим образом: при объединении битума с пористыми минеральными материалами органическое вяжущее, в связи с проходящими процессами избирательной фильтрации в поры наполнителя, претерпевает значительные структурные изменения, изменения состава и концентрации различных по молекулярному весу и реакционной способности составляющих битума – масел, смол и асфальтенов. Интенсивность и кинетика таких изменений зависят от температуры, вязкости вяжущего, размера и количества пор пористого наполнителя. Вследствие этого процесса вяжущее в смеси обогащается наиболее активными компонентами – смолами и асфальтенами, что улучшает физико-химические взаимодействия вяжущего и минеральной части и повышает прочность материала.

Основываясь на результатах экспериментальных исследований, необходимо отметить, что асфальтобетоны, модифицированные высокодисперсными отсевами дробления керамзита, отличаются повышенной стабильностью свойств при перепадах температур в сравнении с традиционными асфальтобетонами стандартных составов.

#### *Литература*

1. Борисенко Ю. Г., Борисенко О. А. Использование керамзитовой пыли в составе легких асфальтобетонов // Строительные материалы. 2007. № 9. С. 48–49.
2. Прокопец В. С., Галдина В. Д., Подрез Г. А. Асфальтобетоны на основе пористых заполнителей Западной и Восточной Сибири // Строительные материалы. 2009. № 11. С. 26–28.
3. Коротаяев А. П. Повышение качества асфальтобетона за счет использования пористого минерального порошка: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Белгород: БГТУ, 2009. 21 с.