

# УСТОЙЧИВОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНА НИЖНЕГО СЛОЯ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ РАСТЯЖЕНИИ ПРИ ИЗГИБЕ

## STABILITY OF THE LOWER LAYER OF ASPHALT CONCRETE TO THE IMPACTS OF CYCLIC LOADING WHILE TENSION IN BENDING

*С. А. Тимофеев, заместитель начальника лаборатории республиканского дочернего унитарного предприятия «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ», г. Минск, Беларусь*

*С. Е. Кравченко, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог» Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь*

*В статье рассматривается устойчивость асфальтобетонов различного состава к воздействию циклических нагрузок, приведены результаты лабораторных работ.*

*The article discusses the stability of asphalt concrete of different composition to the impacts of cyclic loading, the results of laboratory work are shown.*

### ВВЕДЕНИЕ

Воздействие транспортной нагрузки на дорожную одежду вызывает в подошве последней значительные растягивающие напряжения, ведущие к образованию дефектов и микротрещин. После определенного числа циклов приложения нагрузки в подошве покрытия, как правило, под полосой наката возникают микротрещины, объединяющиеся затем в макротрещины, которые, постепенно увеличиваясь в размере, становятся видимыми на поверхности.

Одной из причин, приводящих к возникновению разрушений (микрповреждений) в нижних конструктивных слоях, могут быть «слабые» по прочности на растяжение при изгибе асфальтобетонные слои для заданной транспортной нагрузки.

Поэтому при выборе материала для нижнего слоя покрытий автомобильных дорог с высокой грузонапряженностью и интенсивностью движения особое внимание следует уделять способности асфальтобетона сопротивляться транспортным нагрузкам, характеризуемым определенным режимом воздействия.

Режим воздействия транспортной нагрузки (а она характеризуется скоростью движения автомобиля и его массой) на дорожное покрытие следует определять как сложный режим нагружения, при котором последовательность значений амплитуд и напряжений изменяется случайным образом. При этом режиме нагружения

суммарное число циклов до разрушения зависит от характера нагружения – максимальных значений напряжений, доли максимальных напряжений в суммарном числе циклов нагружения, среднего напряжения цикла, частоты нагружения, последовательности высоких и низких напряжений и ряда других факторов. Данное обстоятельство вызвало необходимость разработки методов испытания усталостной долговечности материалов в лабораторных условиях с воспроизведением основных особенностей случайного нагружения и созданием расчетных методов, позволяющих по результатам испытаний при регулярном нагружении оценивать усталостную прочность при случайном нагружении. Регулярное нагружение характеризуется периодическим законом изменения нагрузок с одним максимумом и одним минимумом в течение одного периода при постоянстве параметров цикла нагружений в течение всего времени испытаний, примером чего является гармонический цикл нагружения. Применительно к асфальтобетону методом испытания его на усталостную долговечность может быть испытание на растяжение при изгибе при циклической нагрузке.

### ВЛИЯНИЕ СОСТАВА АСФАЛЬТОБЕТОНА НА ЕГО УСТОЙЧИВОСТЬ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

На сегодняшний день в европейской нормативной базе для определения устойчивости ас-





**Рисунок 1 – Общий вид установки для проведения циклических испытаний на растяжение при изгибе**



**Рисунок 2 – Образец асфальтобетона в момент испытания**



**Рисунок 3 – Разрушение образца асфальтобетона**

асфальтобетона к воздействию циклических нагрузок предусматриваются методы испытаний асфальтобетона на двух-, трех- и четырехточечный изгиб [1].

Испытания на трехточечный изгиб проводятся на образцах-балочках, которые подвергаются циклическому нагружению с постоянной амплитудой до уменьшения прочности образца на половину ее исходного значения. Во время всего испытания регистрируется удлинение в центральной зоне образца как функция количества циклов нагружения. Результат испытания рассчитывается на основании корреляции начального максимального удлинения в центральной зоне образца и количества циклов приложения нагрузки. Температура проведения испытания составляет 20 °С, частота приложения нагрузки – 10 Гц.

Имеющееся на сегодняшний день в государственном предприятии «БелдорНИИ» оборудование не позволяет проводить испытание асфальтобетона в соответствии с [1]. Поэтому испытание асфальтобетона на устойчивость к воздействию циклических нагрузок при изгибе проводилось в условиях, максимально приближенных к условиям [1], но с учетом специфики имеющегося испытательного оборудования.

Не имея возможности определять падение прочности образца-балочки на 50 % в процессе проведения испытания, первоначально определяли разрушающее усилие, необходимое для достижения предела прочности асфальтобетона при растяжении при изгибе согласно [2]. Температура проведения испытания составляла 20 °С, скорость движения плиты пресса при испытании составляла 10 мм/мин.

После определения разрушающего усилия, от полученного значения вычисляли 50 % и использовали данное значение для проведения циклических испытаний на растяжение при изгибе.

Циклические испытания проводили на установке «Точприбор» (рис. 1).

При проведении испытания нагружающее усилие на образец передавалось посредством индентора. Индентор опускался на образец, нагружающее усилие возрастало до расчетного значения, равного половине разрушающего усилия, и затем обратным ходом индентора уменьшалось до 50 Н, после чего цикл повторялся вновь до разрушения образца (рис. 2 и 3).

Температура проведения испытания составляла 20 °С, скорость движения индентора при испытании – 10 мм/мин.

На сегодняшний день для устройства нижних конструктивных слоев могут использоваться плотные асфальтобетоны типа А и типа Б, а также пористые и высокопористые асфальтобетоны. При этом существующие нормативные документы не дают четких указаний по применению данных асфальтобетонов (в каком случае какой асфальтобетон должен применяться). Поэтому для проведения испытаний использовали асфальтобетоны типа А, типа Б и пористые асфальтобетоны с различной величиной остаточной пористости. Для проведения исследований использовали пористый асфальтобетон с физико-механическими характеристиками, приведенными в [3]. Составы асфальтобетонов приведены в таблице 1.

Величину остаточной пористости асфальтобетона определяли согласно СТБ 1115 [4],

**Таблица 1 – Составы асфальтобетонов**

Исходные материалы	Пористый асфальтобетон	Тип А	Тип Б
Щебень фр. 5–20 мм, %	40,0	40,0	30,0
Щебень фр. 5–10 мм, %	20,0	20,0	15,0
Отсев дробления, %	40,0	32,0	47,0
Минеральный порошок, %	-	8,0	8,0
Битум 70/100, %	3,5	5,0	5,7
	4,0		
	4,5		



модуль содержания битума в асфальтобетоне – согласно ДМД 02191.7.003 [5]. Значения остаточной пористости и модуля содержания битума приведены в таблице 2.

В качестве модифицирующей добавки в составе пористых асфальтобетонов использовалась резиновая крошка марки «Модус-0,63» белорусского производства, получаемая в результате механического измельчения изношенных автомобильных шин и других резиновых отходов.

Количество модифицирующей добавки составило 1 % от массы минеральной части.

Результаты определения разрушающего усилия при растяжении при изгибе и максимальной деформации растяжения при изгибе представлены в таблице 3.

Результаты определения количества циклов приложения нагрузки при растяжении при изгибе до разрушения образца приведены в таблице 4.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные в результате исследований данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Плотные асфальтобетоны обладают большей устойчивостью к воздействию повторяющихся нагрузок при растяжении при изгибе по сравнению с пористыми асфальтобетонами при той же величине значения модуля содержания битума за счет структурирования битума минеральным порошком, содержащимся в плотных асфальтобетонах.

2. Снижение показателя остаточной пористости ведет к увеличению, до 50 %, устойчивости пористых асфальтобетонов к воздействию повторяющихся нагрузок при растяжении при изгибе.

3. Использование модифицирующих добавок на основе резины в составе пористых асфальтобетонов способствует увеличению устойчивости пористых асфальтобетонов к воздействию повторяющихся нагрузок при растяжении при изгибе до 50 % по сравнению с исходным асфальтобетоном. □

### ЛИТЕРАТУРА

1. Смеси битумные. Методы испытаний горячих асфальтобетонных смесей. Часть 24. Усталостная прочность : СТБ EN 12697-24-2011.
2. Тимофеев, С. А., Кравченко, С. Е. Способы повышения усталостной долговечности асфальтобетона нижнего слоя дорожного покрытия // Автомобильные дороги и мосты. – 2012. – № 2 (10). – С. 48–51.
3. Тимофеев, С. А., Кравченко, С. Е. Пути улучшения физико-механических свойств пористых асфальтобетонов // Автомобильные дороги и мосты. – 2011. – № 1 (7). – С. 54–58.
4. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Методы испытаний : СТБ 1115-2004.
5. Рекомендации по подбору составов асфальтобетонных смесей : ДМД 02191.7.003-2007.

Таблица 2 – Значения остаточной пористости и модуля содержания битума асфальтобетонов

Тип асфальтобетона	Содержание битума, %	Остаточная пористость, %	Модуль содержания битума
Пористый	3,5	8,7	2,05
Пористый	4,0	6,9	2,34
Пористый	4,5	5,8	2,63
Тип А	5,0	1,6	2,36
Тип Б	5,7	2,5	2,64

Таблица 3 – Значения разрушающего усилия при растяжении при изгибе и максимальной деформации растяжения при изгибе

Тип асфальтобетона	Содержание битума, %	Содержание резиновой крошки, %	Разрушающее усилие при растяжении при изгибе, МПа	Максимальная деформация растяжения при изгибе, мм
Пористый	3,5	0	1137	0,75
Пористый	4,0	0	1237	0,94
Пористый	4,5	0	1240	0,98
Пористый	3,5	1	1060	0,92
Пористый	4,0	1	1257	0,98
Пористый	4,5	1	1230	1,18
Тип А	5,0	0	1220	1,60
Тип Б	5,7	0	998	1,45

Таблица 4 – Количество циклов приложения нагрузки при растяжении при изгибе до разрушения образца

Тип асфальтобетона	Содержание битума, %	Содержание резиновой крошки, %	Количество циклов до разрушения образца
Пористый	3,5	0	25
Пористый	4,0	0	43
Пористый	4,5	0	46
Пористый	3,5	1	49
Пористый	4,0	1	56
Пористый	4,5	1	93
Тип А	5,0	0	136
Тип Б	5,7	0	149

Статья поступила в редакцию 28.03.13.

