

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПЛОТНЫХ И ПОРИСТЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ ПО ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЕВРОПЕЙСКОЙ МЕТОДИКАМ

STUDY OF DENSE AND POROUS ASPHALT CONCRETE PROPERTIES UNDER LOCAL AND EUROPEAN METHODS



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 приводятся результаты исследований свойств плотных и пористых асфальтобетонов по отечественной и европейской методикам.

The article provides results of study of dense and porous asphalt concretes carried out using local and European methods.

Введение

В настоящее время в качестве материала для устройства нижних конструктивных слоев (нижний слой покрытия, верхний слой основания) автомобильных дорог используются плотные асфальтобетоны типа А и типа Б, а также пористые асфальтобетоны.

Очевидно, что асфальтобетон нижнего слоя покрытия должен препятствовать возникновению пластических деформаций (колеи) в нижележащих слоях (основании), т. е. быть максимально сдвигоустойчивым, а асфальтобетон верхнего слоя основания должен быть более устойчивым к воздействию усталостных разрушений (по причине снижения сдвигающих и возрастания растягивающих напряжений).

При переработке СТБ 1033 [1] существенно изменены требования к пористым асфальтобетонам. Так, к пористым асфальтобетонам марки I предъявляются новые требования по зерновому составу и по физико-механическим свойствам [2]. Однако остается вопрос: могут ли пористые асфальтобетоны быть альтернативой плотным?

Для ответа на этот вопрос были проведены исследования физико-механических и реологических свойств плотных и пористых асфальтобетонов по отечественной и европейской методикам.

Исследование свойств плотных и пористых асфальтобетонов по отечественной методике

Исследования проводили на плотных асфальтобетонах типа А и типа Б и пористых асфальтобетонах марки I и марки II. Пористый асфальтобетон марки I по содержанию щебня соответствовал асфальтобетону типа А, а пористый асфальтобетон марки II (традиционный пористый асфальтобетон) – асфальтобетону типа Б. Составы исследуемых асфальтобетонов представлены в таблице 1.

Присутствие песка природного (ограничение содержания отсева дробления) в плотном асфальтобетоне типа А обусловлено требованием СТБ 1033 [1], согласно которому в составе плотного асфальтобетона марки I не менее 50 % зерен мельче 0,071 мм должен составлять минеральный порошок.

Для исследуемых асфальтобетонов определяли показатели: среднюю плотность, водонасыщение, предел прочности при сжатии при 50 °С, предел прочности при сдвиге при 50 °С, предел прочности при растяжении при 0 °С. Методика испытаний – согласно СТБ 1115 [3].

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Результаты, представленные в таблице 2, показывают, что:

Таблица 1 – Составы исследуемых асфальтобетонов

Номер состава	Тип асфальтобетона	Щебень фр. 10–20 мм	Щебень фр. 5–10 мм	Отсев дробления, %	Песок природный, %	Минеральный порошок, %	Битум 70/100, %
1	Тип А	40	20	17	17	6	5
2	Тип Б	30	14	24	24	8	5,7
3	Пористый марки I	40	20	40	-	-	4,5
4	Пористый марки II	30	14	28	28	-	3,7

Таблица 2 – Физико-механические свойства асфальтобетонов

Номер состава	Тип асфальтобетона	Средняя плотность, г/см ³	Водонасыщение, %	Предел прочности при сжатии при 50 °С, МПа	Предел прочности при сдвиге при 50 °С, МПа	Предел прочности при растяжении при 0 °С, МПа
1	Тип А	2,52	1,2	1,86	3,70	3,42
2	Тип Б	2,48	1,9	1,64	2,76	2,81
3	Пористый марки I	2,49	3,4	1,71	4,05	2,68
4	Пористый марки II	2,38	7,6	0,91	2,91	1,86

Примечание – Требования СТБ 1033 [1] для плотных асфальтобетонов типа А и типа Б марки I:

- водонасыщение – 1,0 %–4,0 %;
- предел прочности при сжатии при 50 °С – не менее 1,1 МПа;
- предел прочности при сдвиге при 50 °С – не менее 2,75 МПа;
- предел прочности при растяжении при 0 °С – 2,0–3,5 МПа.

- пористый асфальтобетон марки I по физико-механическим свойствам соответствует требованиям, предъявляемым к плотным асфальтобетонам. При этом пористый асфальтобетон марки I обладает более высоким значением показателя «предел прочности при сдвиге при 50 °С» по сравнению с плотными асфальтобетонами, в том числе асфальтобетоном типа А;

- пористый асфальтобетон марки II обладает высоким значением показателя «предел прочности при сдвиге при 50 °С» (выше, чем у плотного асфальтобетона типа Б), однако имеет низкие значения показателей «предел прочности при сжатии при 50 °С» и «предел прочности при растяжении при 0 °С», что говорит о жесткости асфальтобетона и его неоптимальной (слабой) структуре.

Исследование свойств плотных и пористых асфальтобетонов по европейской методике

Определение модуля жесткости асфальтобетона

Цель данного испытания – определение модуля жесткости асфальтобетона, полученного при вертикальном нагружении образца асфальтобетона, при заданном боковом расширении 5 мкм. Испытание носит циклический характер при кратковременном приложении нагрузки.

Испытания проводили на образцах диаметром 100 мм и высотой 50 мм при помощи установки «Nottingham» (рис. 1, 2). Температура испытаний составляла 0 ± 2 °С и 20 ± 2 °С.

Испытание проводили на образцах из асфальтобетонов, составы которых приведены в таблице 1.



Рисунок 1 – Общий вид испытательной установки «Nottingham»

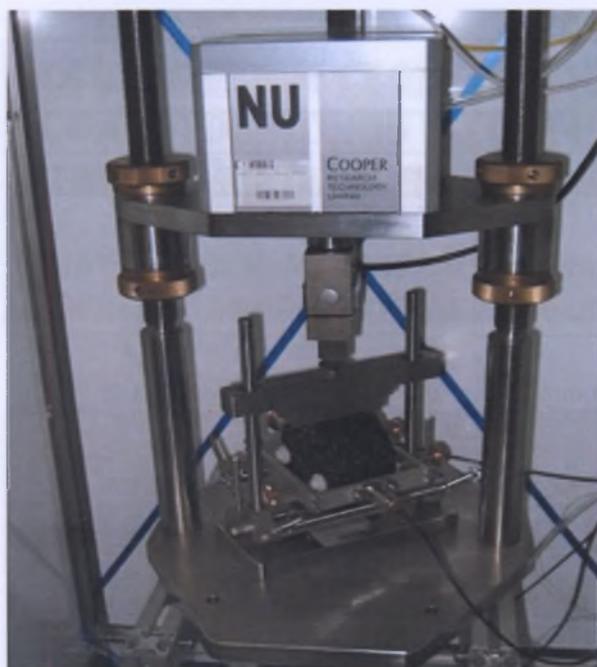


Рисунок 2 – Определение модуля жесткости асфальтобетонного образца на установке «Nottingham»

Результаты определения модуля жесткости исследуемых асфальтобетонов представлены в таблице 3.

Результаты, представленные в таблице 3, показывают, что пористый асфальтобетон марки I имеет более высокий модуль жесткости (большую деформационную устойчивость) при высоких температурах и меньший модуль жесткости (большую трещиностойкость) при низких температурах по сравнению с плотными асфальтобетонами типов А и Б.

Пористый асфальтобетон марки II имеет более низкий модуль жесткости при высоких и низких температурах по сравнению с плотными асфальтобетонами типов А и Б и пористым асфальтобетоном марки I, что говорит о его неоптимальной (слабой) структуре.

Определение динамической ползучести асфальтобетона (относительной деформации асфальтобетона) методом циклического сжатия

С помощью этого метода определяется деформация образца асфальтобетона (изменение высоты образца) при повторяющейся осевой нагрузке. Цикл приложения нагрузки чередуется с циклом снятия нагрузки. Длительность цикла – 1 с. Количество циклов приложения нагрузки – 1800. Изменение высоты образца фиксируется при помощи датчиков.

Испытания проводили на образцах диаметром 100 мм и высотой 50 мм при помощи уста-



1 – испытательная рама; 2 – нагрузочные пластины; 3 – прибор периодического импульсного нагружения; 4 – датчики деформации

Рисунок 3 – Схема размещения образца при испытании на динамическую ползучесть

новки «Nottingham» (рис. 1, 3). Температура испытаний составляла 40 ± 2 °С.

Испытание проводили на образцах из асфальтобетонов, составы которых приведены в таблице 1.

Результаты определения относительной деформации исследуемых асфальтобетонов представлены в таблице 4 и на рисунке 4.

Таблица 3 – Модуль жесткости исследуемых асфальтобетонов

Номер состава	Тип асфальтобетона	Модуль жесткости при 0 °С, МПа	Модуль жесткости при 20 °С, МПа
1	Тип А	11601	3779
2	Тип Б	11062	3451
3	Пористый марки I	9874	4196
4	Пористый марки II	8590	3051

Таблица 4 – Относительная деформация исследуемых асфальтобетонов

Номер состава	Тип асфальтобетона	Относительная деформация образца, %
1	Тип А	0,42
2	Тип Б	0,47
3	Пористый марки I	0,45
4	Пористый марки II	0,60

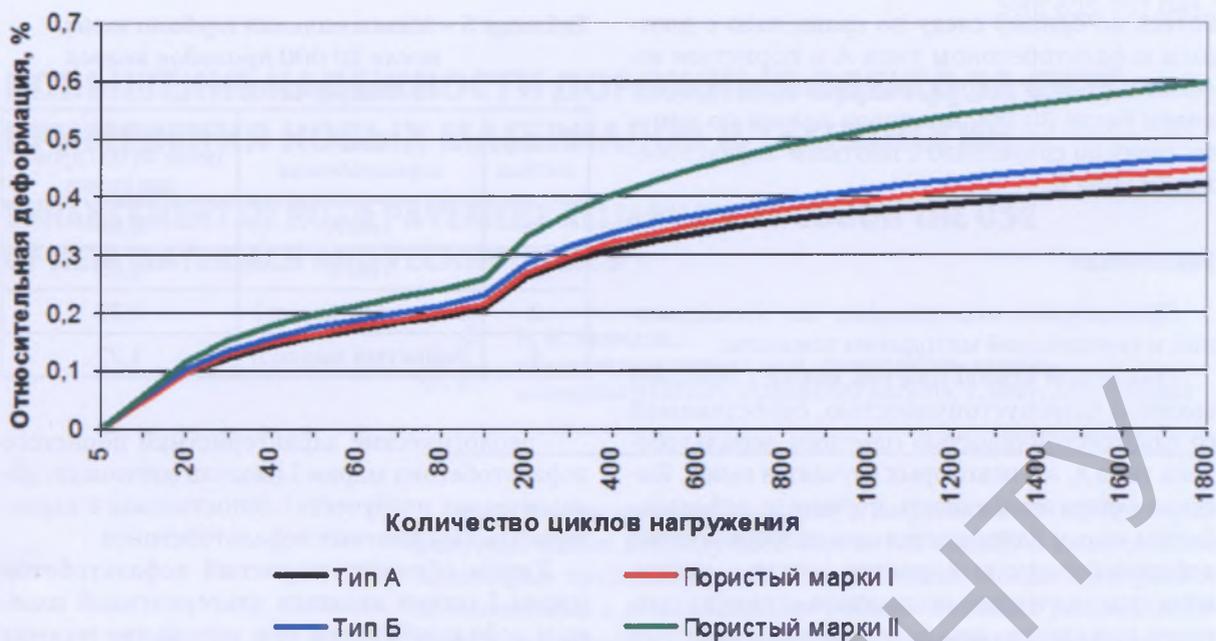


Рисунок 4 – Относительная деформация исследуемых асфальтобетонов

Результаты, представленные в таблице 4, показывают, что пористый асфальтобетон марки I по значению относительной деформации образца при циклическом осевом сжатии сопоставим с плотными асфальтобетонами типов А и Б. Кривая относительной деформации пористого асфальтобетона марки I (рис. 4) схожа с кривыми относительной деформации плотных асфальтобетонов типов А и Б.

Пористый асфальтобетон марки II имеет большее значение относительной деформации (на 20 %–30 %) по сравнению с плотными асфальтобетонами типов А и Б и пористым асфальтобетоном марки I. Кривая относительной деформации пористого асфальтобетона марки II (рис. 4) говорит о более интенсивном разрушении данного асфальтобетона при циклическом осевом сжатии (низкая усталостная долговечность) по сравнению с плотными асфальтобетонами типов А и Б и пористым асфальтобетоном марки I.

Определение устойчивости асфальтобетона к колееобразованию при циклическом воздействии колесной нагрузки

Исследование асфальтобетона на устойчивость к колееобразованию при циклическом воздействии колесной нагрузки проводили на установке нагружения колесом (рис. 5) в соответствии с ДМД 02191.2.051 [4].

Суть метода испытания заключается в измерении глубины колеи в асфальтобетонном образце после заданного числа проходов колеса тележки по одному следу при температуре

50 °С. Максимальное количество проходов колеса по одному следу – 30 000.

Устойчивость асфальтобетона к колееобразованию определяли на цилиндрических образцах диаметром 100 мм и высотой 50 мм, зафиксированных в испытательной форме установки при помощи цементного раствора.

Испытание проводили на образцах асфальтобетонов, составы которых приведены в таблице 1.

Результаты испытаний исследуемых асфальтобетонов на установке нагружения колесом представлены в таблице 5 и на рисунке 6.

Результаты, представленные в таблице 5 и на рисунке 6, показывают, что пористый асфальтобетон марки I по глубине колеи после 30 000 проходов колеса по одному следу сопоставим с плотным асфальтобетоном типа А.

Пористый асфальтобетон марки II имеет большую глубину колеи после 30 000 проходов



Рисунок 5 – Общий вид установки нагружения колесом

колеса по одному следу по сравнению с плотным асфальтобетоном типа А и пористым асфальтобетоном марки I и меньшую глубину колеи после 30 000 проходов колеса по одному следу по сравнению с плотным асфальтобетоном типа Б.

Заключение

Проведенные исследования по отечественной и европейской методикам показали:

- пористый асфальтобетон марки I обладает высокой сдвигоустойчивостью, сопоставимой со сдвигоустойчивостью плотного асфальтобетона типа А, а в некоторых случаях и выше. Высокая сдвигоустойчивость пористого асфальтобетона марки I достигается при подборе состава асфальтобетона: выбирается состав с максимальным значением показателя «предел прочности при сдвиге» при более высоком (в случае необходимости) по сравнению с плотным асфальтобетоном значении показателя «водонасыщение»;

Таблица 5 – Максимальная глубина колеи после 30 000 проходов колеса по одному следу

Номер состава	Тип асфальтобетона	Глубина колеи, мм, после 30 000 проходов колеса
1	Тип А	0,86
2	Тип Б	1,85
3	Пористый марки I	0,76
4	Пористый марки II	1,27

- реологические характеристики пористого асфальтобетона марки I (модуль жесткости, динамическая ползучесть) сопоставимы с характеристиками плотных асфальтобетонов.

Таким образом, пористый асфальтобетон марки I может являться альтернативой плотным асфальтобетонам при устройстве нижних конструктивных слоев покрытий автомобильных дорог с высокой грузонапряженностью и интенсивностью движения. ❖

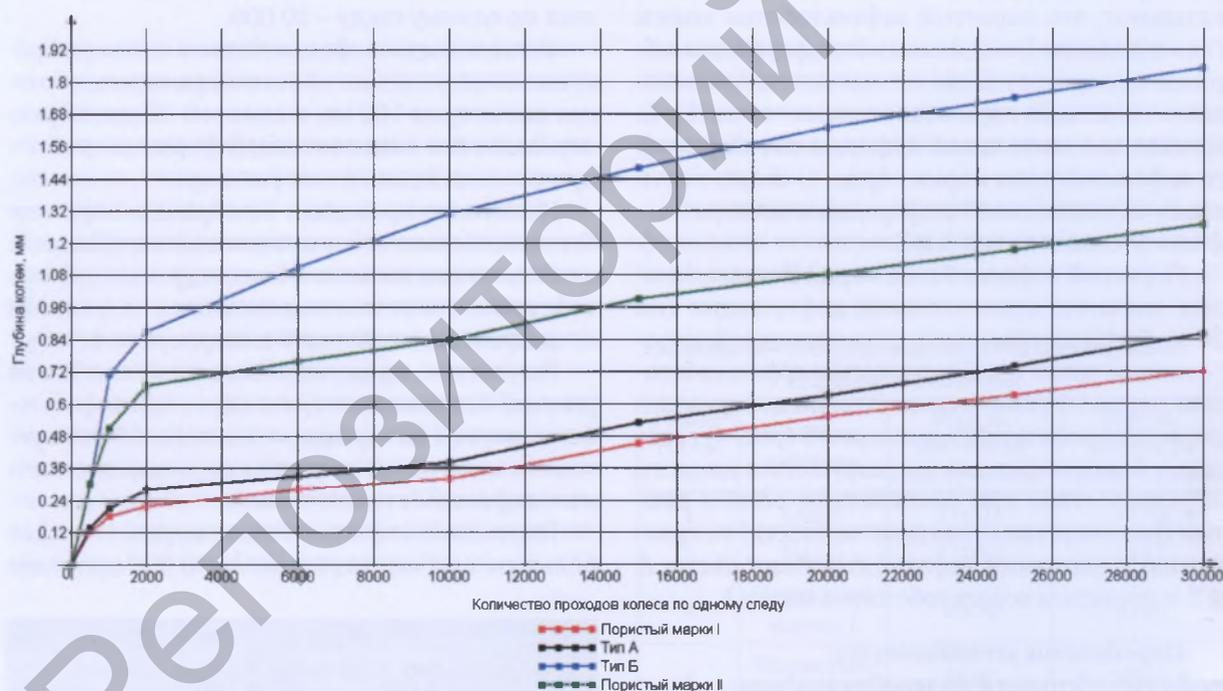


Рисунок 6 – Зависимость глубины колеи от количества проходов колеса

Список использованной литературы

1. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия : СТБ 1033-2004.
2. Тимофеев, С. А., Кравченко, С. Е. Новые требования к качеству пористых асфальтобетонов // Автомобильные дороги и мосты. – 2014. – № 1 (13). – С. 28–31.
3. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Методы испытаний : СТБ 1115-2013.
4. Рекомендации по подбору составов асфальтобетонных смесей по асфальтовяжущему : ДМД 02191.2.051-2012.

Статья поступила в редакцию 10.09.2014