

асфальтобетона в процессе эксплуатации / Э. В. Котлярский, О. А. Воейко. Московский автомобильно-дорожный институт (Гос. технический университет). – М.: Техполиграфцентр, 2007. – 136 с.

УДК 625.855.3

## **Исследование влияния изменения физико-механических свойств на формирование структуры и доуплотнения свежееуложенного асфальтобетона**

Ходан Е.П., Кравченко С.Е.

Белорусский национальный технический университет

*Практика строительства дорог с асфальтобетонным покрытием показывает, что преждевременное открытие движения по участкам со свежееуложенными асфальтобетонными слоями может стать причиной появления остаточных деформаций в форме колеи. До настоящего времени неизвестно при каких температурах можно открывать движение по свежееуложенным слоям, чтобы с достаточной надёжностью предотвратить появление преждевременных деформаций. Эта проблема имеет большое значение, так как с одной стороны должны соблюдаться интересы заказчика: открытие движения без длительных задержек, а с другой стороны подрядчик заинтересован в том, чтобы разрешить движение в тот момент времени, когда не существует опасности преждевременного возникновения остаточных деформаций [1]. Эта проблема может быть решена только тогда, когда будут определены величины соответствующих температур, при которых можно открывать движение транспорта (или после какого промежутка времени), чтобы избежать опасности преждевременного возникновения остаточных деформаций.*

Причинами возникновения остаточных деформаций в свежееуложенных асфальтобетонных слоях на стадии охлаждения специалисты считают:

- 1) структурообразование в тиксотропном битуме;
- 2) пониженное давление воздуха в закрытых порах уплотненных асфальтобетонных при их охлаждении.

Согласно первой гипотезе, вязкость битума при одной и той же температуре испытания зависит не только от самой температуры, но и от того, изменяется ли эта температура, снижаясь с более высокого уровня, или, повышаясь с более низкого уровня.

Вторая гипотеза учитывает то обстоятельство, что при уплотнении свежесжатых асфальтобетонных слоев образуются закрытые поверхностные пустоты, в которых только из-за охлаждения возникает пониженное давление воздуха, которое дополнительно усиливается за счёт термически обусловленной объёмной контракции вяжущего и вызванным этим увеличением объёма закрытых пустот. Под воздействием этих процессов, подчиняющихся закону Бойля-Мариотта, асфальт испытывает предварительное напряжение, направленное на уменьшение общего объёма, которое может зависеть не только от температуры, но также от температурного перепада. Если на это предварительное напряжение накладываются сжимающие напряжения, вызванные транспортными нагрузками, то это может привести к деформациям, которые больше, чем те, которые могли бы появиться при постоянной температуре и постоянной транспортной нагрузке, если после повторного нагревания асфальтобетона воздух находится в закрытых пустотах под пониженным давлением.

*Исследование влияния температурных режимов на прочностные свойства асфальтобетона*

Для исследования влияния температурных режимов на прочностные свойства были изготовлены образцы асфальтобетона типа Б в соответствии с СТБ 1115 [2]. Часть образцов испытывалась сразу после изготовления, с условием, что температура образцов не снижалась ниже температуры проведения испытаний. Оставшиеся образцы испытывались по тем же методам испытаниям, но после выдерживания не менее 24 часов при температуре воздуха 20 °С ±2 °С.

Таблица 1. Результаты определения предела прочности при сжатии (среднее значение)

Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С, МПа	
Испытание непосредственно после изготовления	Испытание после 24 часов
1,52	1,54

Результаты испытаний, приведенные в таблице 1 показывают, что время, прошедшее от изготовления до испытания образцов, не оказывает существенного влияния на значение показателя предела прочности при сжатии асфальтобетона.

*Исследование долговечности асфальтобетона*

Расчетный срок службы по критерию устойчивости к пластическим деформациям  $T_{пласт}$  определяют в соответствии с [3] по формуле

$$T_{пласт} = (K_{усл} \cdot H_{кр}) / (H_1 \cdot I_{расч} \cdot T_{50}),$$

где  $K_{\text{усл}}$  – коэффициент условий движения; для стесненных условий движения (мосты, путепроводы, тоннели) принимают 1,0, в остальных случаях – 1,3;

$H_{\text{кр}}$  – критическая деформация (допустимая глубина колеи); для расчетов принимают 0,01 м;

$H_1$  – величина пластической деформации (глубина колеи), м, после одного цикла воздействия колесной нагрузки при температуре 50 °С;

Ирасч – интенсивность движения по полосе расчетных автомобилей, авт./ч; определяют по результатам наблюдений за конкретным участком автомобильной дороги;

$T_{50}$  – количество часов в году с температурой покрытия 50 °С и выше, ч/год; определяется по данным метеостанций в каждом конкретном регионе; при отсутствии данных рекомендуется принять 190 ч/год.

Величина пластической деформации  $H_1$  определяется на цилиндрических образцах диаметром 100 мм, изготовленных в лабораторных условиях в соответствии с СТБ 1115.

Асфальтобетонные образцы подвергаются колесной циклической нагрузке при температуре 50 °С в установке циклического нагружения.

Колесо установки совершает возвратно-поступательное движение по испытуемой поверхности – один цикл нагружения. После завершения 1000, 2000, 4000, 6000, 8000, 10 000, 15 000 и 20 000 циклов нагружений измеряется глубина колеи в каждом образце.

Пластическую деформацию асфальтобетона после одного цикла нагружения  $H_1$ , м, определяют по формуле

$$H_1 = \frac{h_2 - h_1}{N_2 - N_1} * 0,01,$$

где  $N_1$  – минимальное количество циклов нагружений, принимаемое при расчете, равное 4000;

$N_2$  – максимальное количество циклов нагружений, принимаемое при расчете, равное 20 000;

$h_1$  – деформация образца после минимального количества циклов нагружений, мм;

$h_2$  – деформация образца после максимального количества циклов нагружений, мм.

Результаты испытаний, приведенные в таблице 2 и на рисунке 1 показывают, что время, прошедшее от изготовления до испытания образцов, оказывает существенное влияние на долговечность асфальтобетона.

*Испытание асфальтобетонных образцов на устойчивость к динамической ползучести проводилось в соответствии с EN 12697-24 [4]*

Сущность методики заключается в оценке изменения высоты асфальтобетонного образца под воздействием импульсной нагрузки, действующей параллельно его вертикальной оси, при температуре 40 °С, и последующем анализе соотношения упругой и пластической деформаций, деформации упругого последействия и определения коэффициентов аппроксимирующих функций максимальной деформации при циклической нагрузке и упругой составляющей деформации образца.

Таблица 2. Результаты определения расчетного срока службы по критерию устойчивости к пластическим деформациям

Условие проведения испытания	Деформация за 1 проход колеса, $1 \cdot 10^{-8}$ м	Расчетный срок службы, лет
Испытание непосредственно после изготовления	5,6	4,9
Испытание после 24 часов	5,1	5,4

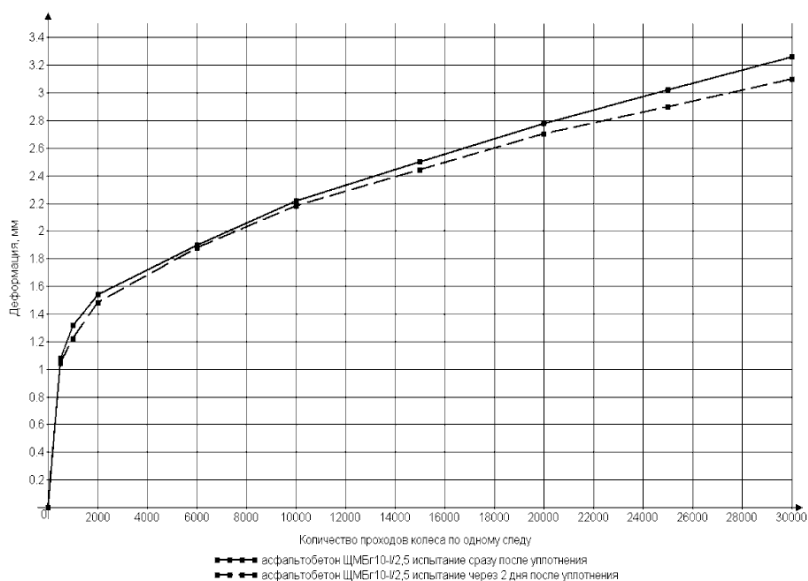


Рис. 1. Результаты испытаний

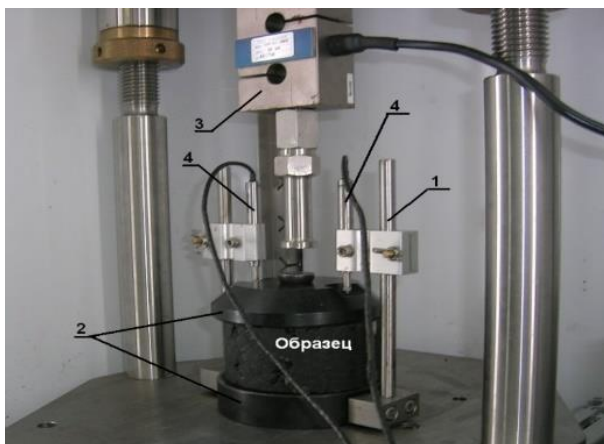


Рис. 2. Схема размещения образца в испытательном комплексе CRT NU 14, производитель Cooper Technology, Великобритания:  
 1 – испытательная рама; 2 – нагрузочные пластины; 3 – прибор периодического импульсного нагружения; 4 – датчики деформации

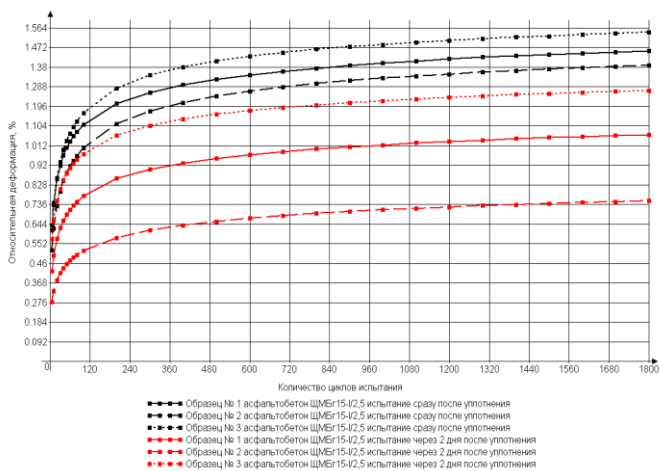


Рис. 3. Результаты определения динамической ползучести асфальтобетона

При проведении испытаний использовался испытательный комплекс Cooper Technology (рисунок 2), Система измерения деформации обеспечивает измерение вертикальной деформации в минимальном диапазоне 5 мм

с точностью  $\pm 0,1\%$  в измеряемом интервале. Результаты испытания асфальтобетонных образцов на устойчивость к динамической ползучести приведены на рисунке 3.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы: время, прошедшее от изготовления до испытания образцов, не оказывает существенного влияния на значение показателя предела прочности при сжатии асфальтобетона, но влияет на долговечность, устойчивость к динамической ползучести и доуплотнение асфальтобетона.

### **Литература**

1. Ходан, Е. П. О необходимости учета времени открытия движения по вновь устроенному асфальтобетонному покрытию / Е. П. Ходан, С. Е. Кравченко // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 16-й Международной научно-технической конференции. – Минск : БНТУ, 2018. – Т. 3. – С. 39.
2. СТБ 1115-2013. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Методы испытаний.
3. Рыбьев, И. А. Асфальтовые бетоны: Учебное пособие для строительных и автомобильно-дорожных вузов / И. А. Рыбьев, д-р техн. наук проф. – М.: Высшая школа», 1969. – 398 с.
4. EN 12697-24 Битумные смеси – Методы тестирования для асфальта горячей смеси – Часть 24: Усталостная прочность.

УДК 625.76

## **Использование комплексной передвижной диагностической дорожной лаборатории «ТРАССА» в учебном процессе при подготовке инженеров-дорожников**

Ходан Е.П., Соболевская С.Н.  
Белорусский национальный технический университет

«Теория без практики – мертва,  
практика без теории – слепа»  
А.В. Суворов

*Теория и практика в обучении - две неразрывно связанные стороны единого процесса познания. Пробуждение интереса студентов достигается путём внедрения в учебный процесс практико-ориентированного обучения.*