

## ГАРМОНИЗАЦИЯ СТАНДАРТОВ НА ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН

Канд. техн. наук **Г.Н. Кирюхин**  
(ООО «СОЮЗДОРНИИ»)

Конт. информация: 8 (903) 233-51-33;  
dorkir1@yandex.ru

---

*Статья касается исследований стандартных щебеночно-мастичных асфальтобетонов, применяемых в России, странах ЕС и США. Показаны методы и результаты гармонизации требований к асфальтобетону в различных государствах.*

**Ключевые слова:** гармонизация, стандарт, щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА), состав, свойства, испытания.

---

В рамках международного сотрудничества гармонизация стандартов имеет большое значение для расширения взаимовыгодного обмена товарами (услугами), заключения соглашений по сертификации, развития и углубления промышленного сотрудничества и совместного решения научно-технических проблем, повышения и обеспечения качества продукции, оптимизации затрат материальных и энергетических ресурсов, повышения эффективности мер по безопасности труда и защите окружающей среды. Гармонизация стандартов - это приведение их содержания в соответствие, обеспечивающее взаимное понимание результатов испытаний и информации, содержащейся в стандартах.

В мировой практике большую популярность приобрел щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) в качестве материала для верхних слоев дорожных и аэродромных покрытий. Для сравнения применяемых смесей были рассмотрены соответствующие нормативные документы России, Европы и США [1-4]. По количеству нормируемых показателей ГОСТ 31015-2002 занимает промежуточное положение между американским стандартом AASHTO D MP 8-05 и европейскими нормами EN 13108-5. Количество нормируемых свойств в EN 13108-5, ГОСТ 31015-2002 и AASHTO D MP 8-05 соответственно равно 17, 14 и 10.

В каждом из рассматриваемых стандартов приведены требования к составам ЩМА, качеству компонент, показателям пористости, водостойкости, стекания вяжущего и однородности смеси. Показатели сдвигоустойчивости ЩМА нормируются только в ГОСТ 31015-2002 и EN 13108-5, хотя они и определяются разными методами испытаний. В

действующем в настоящее время стандарте США показатели сдвигоустойчивости не представлены. Требования к модулю упругости и усталостной прочности ЩМА также не регламентируются ни в одном из рассмотренных стандартов. В то же время в EN 13108-5 даны дополнительные нормы для показателей сопротивления воздействию шипованных шин, огнестойкости, устойчивости к нефтепродуктам и воздействию противогололёдных реагентов.

Обзор зарубежных норм показал, что наиболее востребованными являются смеси ЩМА с номинальным максимальным размером зерен каменного материала <sup>1)</sup> в пределах от 4 мм до 25 мм. Представленные в ГОСТ 31015-2002 виды ЩМА по крупности минеральных зерен укладываются в диапазон от 8 до 16 мм, если испытывать щебень на ситах не с круглыми, а с квадратными отверстиями. Сопоставление размеров зерен каменного материала на ситах с отверстиями круглой и квадратной формы проводилось в соответствии с методикой [5].

Хотя форма и размеры отверстий контрольных сит, принятые в национальных стандартах различных стран, не совпадают, тем не менее, зерновые составы минеральной части ЩМА, приведенные к одному и тому же стандартному набору сит, согласуются между собой. В качестве примера на **рис. 1** указаны пределы зерновых составов минеральной части асфальтобетонной смеси ЩМА-15 по ГОСТ 31015-2002 в сравнении с требованиями EN 13108-5 и AASHTO D MP 8-05, приведенными к стандартному набору сит, принятому в России.

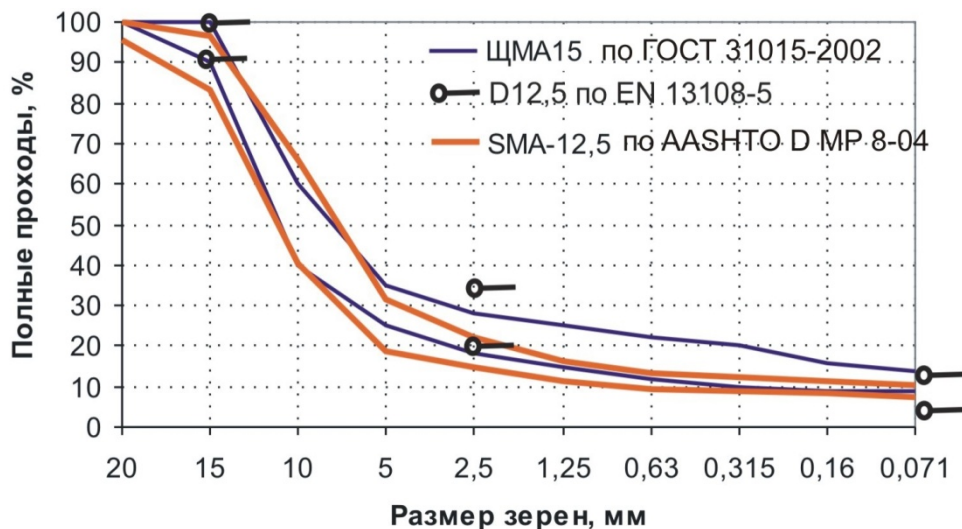
Схожесть требований к зерновым составам смесей в рассматриваемых стандартах указывает на общие принципы проектирования минерального остова ЩМА.

Долговечность покрытий из ЩМА зависит от содержания в нем битума. Поэтому европейскими нормами и нормами США регламентируется минимальное содержание вяжущего, в % по массе. При этом за истинную плотность минеральной части смеси принимается конкретное значение: в EN 13108-5 -  $2,65 \text{ г/см}^3$ , а в AASHTO D: PP 41-02 –  $2,75 \text{ г/см}^3$ . В случае отклонения истинной плотности минеральной смеси от принятого значения объемное содержание битума в составе ЩМА должно оставаться постоянным, поэтому в весовые нормы вносятся соответствующие коррективы. В ГОСТ 31015-2002 непосредственное нормирование минимального содержания битума не предусмотрено, хо-

---

<sup>1)</sup> Номинальным максимальным размером зерен принято называть размер отверстия сита на один размер больше того первого сита, остаток на котором превышает 10 % от общей массы анализируемой пробы каменного материала.

тя оно косвенно присутствует при назначении поровых характеристик уплотненного асфальтобетона.



*Рис. 1. Сравнение пределов зерновых составов ЩМА по ГОСТ 31015-2002, EN 13108-5 и AASHTO D MP 8-04*

Проведенные расчеты показали, что минимальное объемное содержание битума в составе ЩМА, которое регламентируют рассматриваемые стандарты, соответствует вполне определенным значениям:

- EN 13108-5 регламентируются 14 категорий минимального содержания органического вяжущего  $V_{min}$  в пределах от 11 до 16 % объема уплотненных стандартным способом ЩМА;
- согласно AASHTO D: PP 41-021 объемное содержание битума в составе ЩМА должно быть не менее 13,6 %;
- по ГОСТ 31015-2002 объемное содержание битума в ЩМА находится в пределах от 10,5 % до 17,5 % в зависимости от дорожно-климатической зоны и качества компонент.

В случае аналогичных составов сравниваемых смесей гармонизация эксплуатационных свойств асфальтобетона является вполне очевидной. Различные методы испытаний, принятые в России, Евросоюзе и США, в данном случае не имеют принципиального значения, так как составы применяемых ЩМА в большей части являются идентичными. С позиции качества степень гармонизации будет определяться уровнем

приближенности лабораторных методов испытаний к фактическим условиям эксплуатации материала на дороге.

При сопоставлении эксплуатационных свойств асфальтобетонных покрытий следует четко различать цели гармонизации норм и методов испытаний. Нормы отражают минимальный уровень качества и работоспособность асфальтобетона в покрытии, поэтому неотделимы от условий эксплуатации. Методы испытаний представляют собой набор правил для оценки показателей свойств образцов, поэтому всегда являются условными. Чем точнее методом испытания будут учитываться условия работы асфальтобетона, с раскрытием закономерностей его деформирования и разрушения, тем более надежный по долговечности состав может быть запроектирован на основе такого метода для конкретных условий эксплуатации покрытия.

Гармонизацию методов испытаний и соответствующих требований целесообразно провести на примере эксплуатационных показателей устойчивости асфальтобетонных покрытий к образованию колеи пластичности. Это оправдывается актуальностью и крайне большим числом методов испытаний сдвигоустойчивости асфальтобетона, для обзора которых недостаточно нескольких монографий [6-9]. Только колемеров различных моделей для испытаний асфальтобетона колесной нагрузкой разработано несколько десятков, однако работа в этом направлении продолжается [10-12]. Тем более, что проведенные в США исследования показали, что результаты испытаний асфальтобетонных покрытий с помощью колемеров различных моделей могут не согласовываться между собой, вызывая много вопросов к данным методам испытаний.

Анализ результатов исследований показывает, что гармонизация методов испытаний сдвигоустойчивости должна опираться на структурные особенности и закономерности деформирования и разрушения материала. Любой метод испытания условен и характеризуется своими специфическими особенностями, отличающими его по каким-либо признакам от других аналогичных методов испытаний. Коэффициент корреляции между результатами испытаний будет тем выше, чем в большей мере будут учтены различия сопоставляемых методов. В частности, на показатели сдвигоустойчивости асфальтобетона наибольшее влияние оказывают следующие факторы:

- температура испытания;
- время, скорость и режимы нагружения образцов;
- структура асфальтобетона, в том числе остаточная пористость испытываемых образцов, зависящая от условий и интенсивности их уплотнения;

- напряженно-деформированное состояние образцов при испытании и степень его соответствия состоянию в рабочей конструкции;
- размеры образцов.

Исходя из теории подобия и моделирования и с учетом приведенных выше факторов, зависимость между сравниваемыми показателями сдвигоустойчивости асфальтобетона может быть представлена в следующем виде:

$$\frac{R_1}{R_2} = f(R) \cdot \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^\alpha \left(\frac{t_1}{t_2}\right)^\beta \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^\varphi \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^\mu, \quad (1)$$

где

$R_1, R_2$  – результаты испытания одного и того же асфальтобетона двумя сравниваемыми методами;

$f(R)$  – функция размерности;

$T_1, T_2$  – температура испытания образцов асфальтобетона в сравниваемых методах;

$t_1, t_2$  – время (скорость) нагружения образцов в соответствующих методах испытания;

$V_1, V_2$  – величины остаточной пористости в образцах асфальтобетона;

$p_1, p_2$  – средние нормальные (гидростатические) давления на площадках сдвига при двух сравниваемых схемах нагружения;

$D_1, D_2$  – размеры образцов асфальтобетона в сравниваемых методах испытаний;

$\alpha, \beta, \gamma, \varphi, \mu$  – эмпирические структурные коэффициенты, учитывающие восприимчивость показателей свойств асфальтобетона к соответствующим факторам.

При оценке сдвигоустойчивости очень важно учесть эффекты взаимодействия рассматриваемых факторов со структурными особенностями испытываемых асфальтобетонов. Совместное взаимозависимое влияние на показатели сдвигоустойчивости оказывают сочетания факторов: температура - структурный тип вяжущего [13], гранулометрический тип асфальтобетона – напряженно-деформированное состояние при испытании [5] и работа уплотнения при изготовлении образцов [14], а также другие виды взаимодействий. Поэтому необходимость приведе-

ния результатов лабораторных испытаний к реальным условиям работы асфальтобетона в покрытии является очевидной. В противном случае при нормировании лабораторных показателей сдвигоустойчивости нужно учитывать структуру асфальтобетона. Критерием обоснованности норм и методов испытаний в любом случае должны быть результаты мониторинга асфальтобетонного покрытия в течение расчетного срока службы.

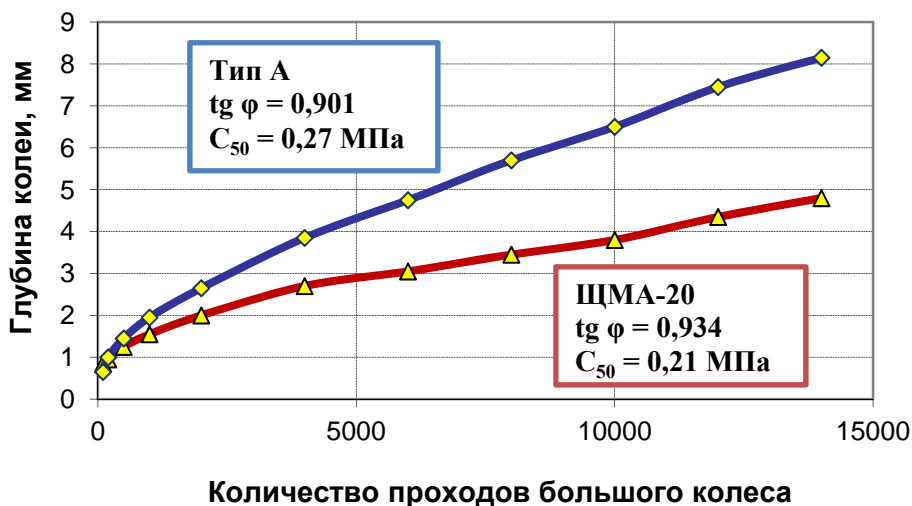
К нормируемым показателям сдвигоустойчивости по ГОСТ 31015-2002 относятся коэффициент внутреннего трения и сцепление при сдвиге при температуре 50 °С. Дополнительными (ненормируемыми) показателями, которые необходимы для приведения вязких свойств асфальтобетона к конкретным условиям работы покрытия, являются коэффициент пластичности по Н.Н. Иванову и энергия активации вязкопластичного деформирования и разрушения по Г.М. Бартеневу [15].

Показателями сдвигоустойчивости ЩМА по EN 13108-5 являются:

- глубина колеи в большом колеере (категория Р) для нагрузок на ось расчетного автомобиля более 13 т;
- для нагрузок на ось менее 13 т - скорость образования колеи в малом колеере (категория  $WTS_{AIR}$ ) и пропорциональная глубина колеи в малом колеере (категория  $PRD_{AIR}$ ).

Причем указанные регламентируемые показатели не взаимозаменяемы.

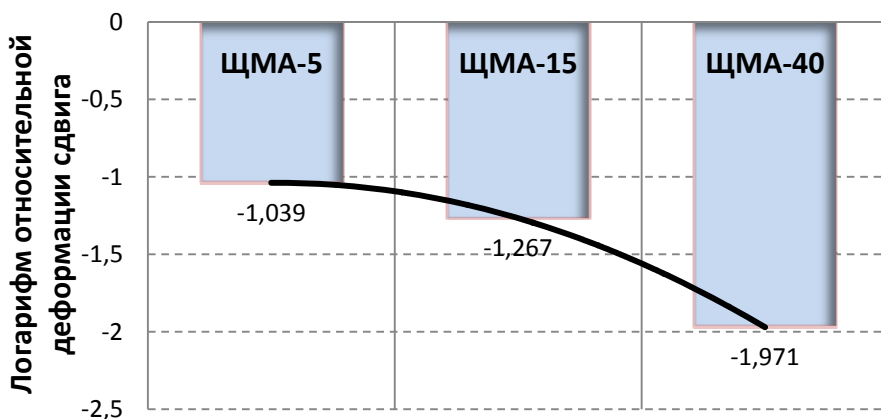
Впервые связь между глубиной колеи в большом колеере и коэффициентом внутреннего трения была установлена в рамках Финско-Российского сотрудничества в 2001 г. Программа исследований включала испытания одних и тех же асфальтобетонных смесей в нескольких лабораториях. В институте VTT (Финляндия) по методу PANK 4205 прокатывали большим колесом асфальтобетонные плиты размером 500x700x60 мм из смесей ЩМА-20 и типа А, которые были приготовлены на остаточном битуме В 80, изготовленном фирмой «Несте». Вертикальная нагрузка на колесо составляла 10 кН; внутреннее давление воздуха в пневматической шине - 0,6 МПа; скорость - 0,7 м/с; максимальное количество проходов колеса по одному следу - 14000; температура асфальтобетона - +30 °С. Сравнение кривых колееобразования с показателями сдвигоустойчивости по ГОСТ 12801-98 показано на **рис. 2**.



*Рис. 2. Кривые колееобразования асфальтобетона типа А и ЩМА-20 с различными показателями внутреннего трения*

Другие сравнительные исследования сдвигоустойчивости асфальтобетонных конструкций различными методами были проведены в Украине. С помощью колеемера конструкции ХНАДУ (Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет) были испытаны асфальтобетоны разных гранулометрических типов на устойчивость к накоплению пластических деформаций в виде колеи [16]. В результате данного исследования установлены высокие коэффициенты корреляции между показателями сдвигоустойчивости по ГОСТ 12801-98 и глубиной колеи от колесной циклической нагрузки. Затем на этой же установке были испытаны щебеночно-мастичные асфальтобетоны, приготовленные на щебне разной крупности. В результате установлено снижение глубины колеи по мере увеличения размера зерен щебня в составе ЩМА [17].

Такой же вывод был сделан по результатам испытаний ЩМА разной крупности на французском колеемере MLPC [18]. Этот вывод также подтвердили результаты исследований, которые приведены на рис. 3.



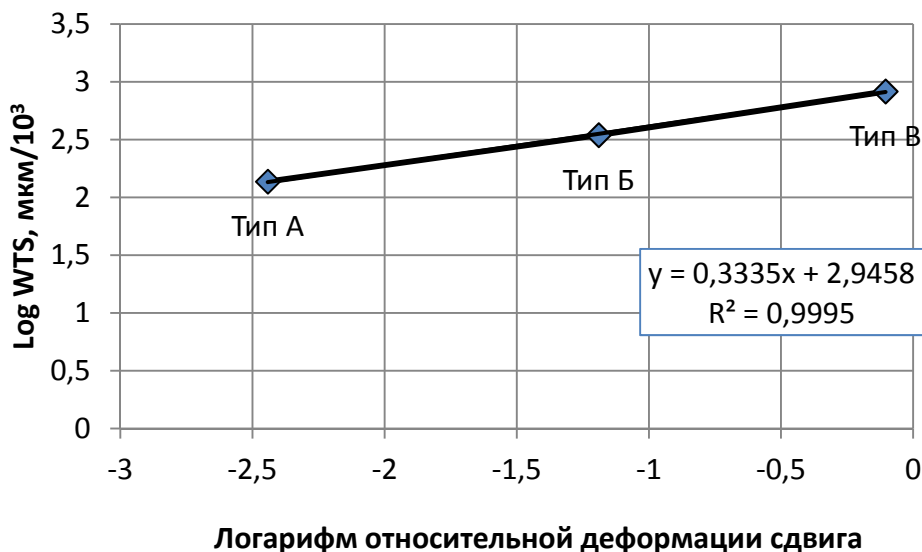
*Рис. 3. Прогнозируемая пластическая деформация покрытия в зависимости от вида щебеночно-мастичного асфальтобетона*

В последнее время в России также стали проводиться испытания асфальтобетонов на колеестойкость колесной нагрузкой в соответствии с EN 12697-22 [19]. Чаще всего применяется малый колеемер, представленный Гамбургским прибором WTD (Wheel Tracking Device). Опубликованные результаты исследований [20-22] были использованы для гармонизации норм сдвигоустойчивости асфальтобетонов.

Данные испытаний асфальтобетонов на колеемерах сопоставлялись с расчетной прогнозируемой остаточной деформацией асфальтобетонного покрытия в климатических условиях Московского региона (без учета экстремальных высоких температур воздуха действующих в 2010 г.). Пластические деформации верхнего слоя покрытия из сравниваемых асфальтобетонов вычисляли по результатам стандартных испытаний с помощью компьютерной программы SDWIG в соответствии с СТО ГК «Трансстрой» 007-2007 [15] при одних и тех же условиях. Нормальное давление на покрытие колесной нагрузки принято равным 0,7 МПа, суммарное время действия нагрузки - 42,8 ч.

Проведенные исследования показали хорошую согласованность показателей экспериментального и расчетного сопротивления колееобразованию в зависимости от температуры испытания, типа асфальтобетона и крупности щебня в ЩМА. При этом чувствительность расчетного сопротивления колееобразованию к исследуемым факторам оказалась в 3 – 3,5 раза выше, чем экспериментально установленная с помощью колеемеров.

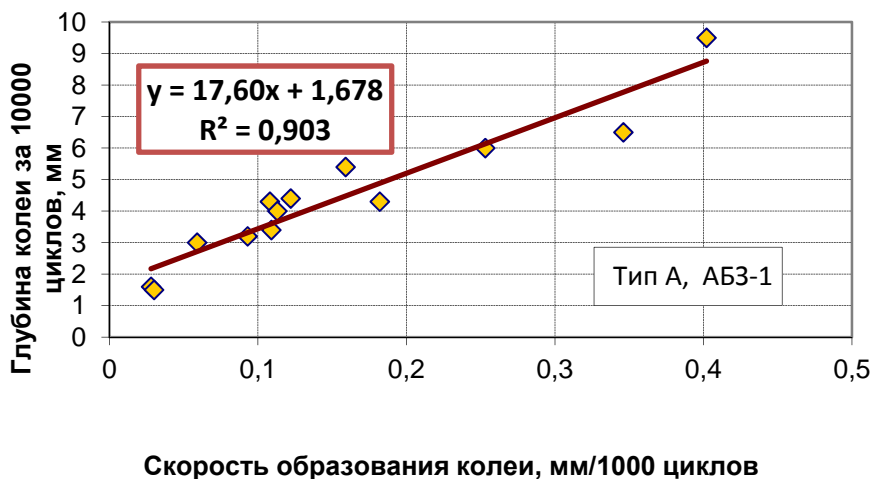
В качестве примера на **рис. 4** приведена корреляционная зависимость между показателем интенсивности образования колеи (тангенса угла наклона касательной), определенного при помощи прибора Wheel Tracking Slope (WTS), по данным [12] и расчетной остаточной деформации по данным [23].



**Рис. 4. Взаимосвязь скорости колееобразования  $WTS_{AIR}$  и прогнозируемой деформации дорожного покрытия:  
Тип А, Б, В – типы асфальтобетонных смесей**

Тесная взаимосвязь сравниваемых показателей позволяет распространить эту корреляционную зависимость на результаты исследований сдвигоустойчивости ЩМА, приведенные на **рис. 3**.

Для определения пропорциональной глубины колеи  $PRD_{AIR}$  можно использовать корреляционную зависимость глубины колеи от скорости колееобразования (**рис. 5**), построенную по опубликованным экспериментальным данным [21]. Заимствованные результаты исследований получены на АБЗ-1 (г. Санкт-Петербург) испытаниями при 60 °С образцов плит размером 35х35х5 см из асфальтобетонной смеси типа А на основе битумных вяжущих с различными модифицирующими добавками малым колесом в соответствии с EN 12697-22.



**Рис. 5. Корреляционная зависимость глубины колеи от тангенса угла наклона кривой колееобразования**

Сравнение показателей сдвигоустойчивости щебеночно-мастичных асфальтобетонов различной крупности по разным стандартам приведено в **табл. 1**.

**Таблица 1**

<i>Показатели сдвигоустойчивости</i>	<i>ЩМА-5</i>	<i>ЩМА-15</i>	<i>ЩМА-40</i>
<i>ГОСТ 12801-98</i>			
Коэффициент внутреннего трения	0,915	0,944	0,963
Сцепление при сдвиге, $C_{50}$ , МПа	0,317	0,23	0,19
<i>СТО ГК «Трансстрой» 007-2007</i>			
Коэффициент пластичности, $m$	0,135	0,139	0,138
Энергия активации, $U$ , кДж/моль	244	235	244
Остаточная деформация, $\text{Log } Y$ , Бел	-1,039	-1,267	-1,971
<i>EN 12697-22</i>			
Интенсивность колееобразования, $WTS$ , мм/10 <sup>3</sup> цикл	0,397	0,333	0,194
Глубина колеи (за 10000 циклов), мм	8,7	7,6	5,1
<i>EN 13108-5</i>			
Категория $WTS_{AIR}$	$WTS_{AIR0,4}$	$WTS_{AIR0,4}$	$WTS_{AIR0,3}$
Категория $PRD_{AIR}$	$PRD_{AIR2,0}$	$PRD_{AIR2,0}$	$PRD_{AIR1,5}$

Анализируя данные **табл. 1**, можно прийти к выводу о согласованности результатов испытаний на колеестойкость ЩМА разной крупности. При увеличении размера зерен щебня в смеси сдвигоустойчивость асфальтобетона увеличивается.

На основании проведенных исследований предлагается внести изменения в ГОСТ 31015 с учетом положений стандарта AASHTO D MP 8-05 [3] и норм EN 1308-5 [2].

## *ЛИТЕРАТУРА*

1. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия.
2. EN 13108-5:2006/AC: 2008 Bituminous mixtures - Material specifications - Part 5: Stone Mastic Asphalt.
3. AASHTO D MP 8-05. Designing Stone Matrix Asphalt (SMA). Standard Specification.
4. AASHTO D: PP 41-02. Standard Practice for Designing Stone Matrix Asphalt (SMA).
5. Юмашев В.М., Исаев В.С., Кирюхин Г.Н., Лаппалайнен К., Лайтинен В. и др. Вопросы гармонизации российских, финских и европейских стандартов на методы испытаний каменных материалов и асфальтобетона: Сб. Повышение надежности и долговечности автомобильных дорог и искусственных сооружений/ ТУ КубГТУ. – Краснодар, 2000. - С. 201-206.
6. Бонченко Г.А. Асфальтобетон. Сдвигоустойчивость и технология модифицирования полимером/ Г.А. Бонченко. – М.: Машиностроение, 1994. - 176 с.
7. Носков В.Н. Исследование деформационной устойчивости асфальтобетона при статическом и циклическом нагружении с различным режимом в условиях повышенных температур.: Дисс.... канд. техн. наук/ В. Н. Носков. - Омск, 1974.
8. Huschek S. Der Kriechversuch Ein einfaches Mittel zur Beurteilung der plastischen Verformbarkeit von Asphaltmischungen// Strasse und Verkehr. – 1976. – N 4. – S. 134-141.
9. Кирюхин Г. Н. Проектирование состава асфальтобетона и методы его испытаний / Г. Н. Кирюхин // Автолюб. дороги и мосты: Обзорн. информац. М.: ФГУП «Информавтодор», 2005. - вып. 6. - 96 с.
10. Трофимов И.Н., Кудряков А.И. Сдвигоустойчивость асфальтобетона / И.Н. Трофимов, А.И. Кудряков//Вестник ТГАСУ. 2008. - № 4. - С. 131-138.

11. Поздняков М.К., Быстров Н.В. Зарубежный опыт оценки сдвигоустойчивости асфальтобетона/ М.К. Поздняков, Н.В. Быстров // : Сб. статей и докладов Ассоциации исследователей асфальтобетона. - М., 2009. - С. 7-17.
12. Мозговой В.В., Онищенко А.Н. и др. Экспериментальная оценка устойчивости асфальтобетонного покрытия к образованию колеи/ В.В. Мозговой, А.Н. Онищенко, А. В. Прудкий, А. М. Куцман, А. А. Жуков, Б. Ю. Ольховый, С. А. Баран, С. К. Головкин, А. А. Белан, А. Е. Мерзликун, М. К. Поздняков //Каталог-справочник «Дорожная техника». – СПб, 2010. - С. 114-128.
13. Кирюхин Г.Н. Остаточные деформации в асфальтобетонных покрытиях / Г.Н. Кирюхин// Наука и техника в дорожной отрасли.- 1998. - № 3. - С. 14-16.
14. Лобзова К.Я. Исследование уплотняемости горячих асфальтобетонных смесей.: Дисс.... канд. техн. наук/ К.Я. Лобзова - М., 1972.
15. СТО-ГК «Трансстрой» 007-2007. Асфальтобетон. Метод оценки устойчивости к образованию колеи пластичности.
16. Жданюк В.К., Даценко В.М. Устойчивость асфальтобетонов различных гранулометрических типов к накоплению пластических деформаций в виде колеи/ В.К. Жданюк, В.М. Даценко // Автошляховик України.- 2009.- №1.- С.31-34.
17. Жданюк В.К., Костин Д.Ю., Воловик А.А. Колеестойкость щебеночно-мастичных асфальтобетонов различных видов. //Материалы международной научно-технической конференции "Проектирование, строительство и эксплуатация нежестких дорожных одежд", Харьков, ХНАДУ. 2010.-С.98-102.
18. Perration D., Meunier M., Carter A. Application des méthodes d'empilement granulaire à la formulation des Stones Matrix Asphalts (SMA). – Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées, - 2007. - №270/271. – oct./nov. – P. 5-31
19. EN 12697-22, Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 22: Wheel tracking.
20. Поздняков М.К., Быстров Н.В. Разработка метода оценки сопротивляемости асфальтобетона колееобразованию /М.К. Поздняков, Н.В. Быстров: Сб. статей и докладов Ассоциации исследователей асфальтобетона. - М., 2010. - С. 93-101.
21. Широкова Т.С. Средство от колеи. / Т.С. Широкова // - Дорожная держава. – 2010.- Спецвыпуск. – С. 38-39.
22. Яковлева М. Испытание колеи/ М. Яковлева //Автомобильные дороги. - 2011.- № 1. - С. 89-90.

23. Кирюхин Г.Н., Казарновский В.Д. Обоснование расчетных значений параметров сдвигоустойчивости стандартных асфальтобетонов/ Г.Н. Кирюхин, В.Д. Казарновский //Труды Союздорнии. - М., 2008.- Вып. 210. - С.31-48.

---

**HARMONIZATION OF STANDARDS FOR STONE MASTIC ASPHALT**

*Ph. D. (Tech) G.N. Kiryukhin*

*(PLC «Soyuzdornii»)*

*Contact information: 8 (903) 233-51-33;*

*dorkir@mail.ru*

*The article deals with the researches of standard stone mastic asphalts used in Russia, EC countries and USA. The methods and results of requirements harmonization for asphalt concrete applicable in different States are shown.*

**Key words:** *harmonization, standard, stone mastic asphalt (SMA), composition, properties, tests.*

---

Рецензент: канд. техн. наук Горельшева Л. А. (ФГУП «РОСДОРНИИ»).  
Статья поступила в редакцию 18.08.2011 г.