



# ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ



**Об авторах**

**Пахаренко Д. В.,**

главный технолог,  
ЗАО «ВАД», Санкт-Петербург

В 1996 г. закончил Сибирский автомобильно-дорожный институт (СибАДИ) в г. Омске. В период 1998–2001 гг. работал в лаборатории асфальтобетонных покрытий Омского филиала СоюздорНИИ, а в период 2001–2004 гг. трудился на дорожных объектах Тулы, Тамбова и Брянска в качестве главного технолога фирмы «Автострада». С 2004 г. работает инженером-технологом в ЗАО «ВАД».

Имеет 9 научно-практических публикаций.

**Колесник Д. А.,**

руководитель группы исследования строительных материалов, ЗАО «ВАД», Санкт-Петербург

В 2002 г. закончил с отличием Сибирский Государственный автомобильно-дорожный институт (СибАДИ) в г. Омске. В период 2002–2004 гг. работал инженером-технологом в фирме «Автострада», участвовал в строительстве дорожных объектов в Тульской, Тамбовской, Брянской области, с 2004–2010 гг. работал в ЗАО «Номбус» (г. Омск) начальником лаборатории дорожно-строительных материалов. С 2010 г. работает руководителем группы исследования строительных материалов при центральной лаборатории ЗАО «ВАД».

Имеет 7 научно-практических публикаций.

В последнее время много говорят о необходимости изменения, пересмотра отечественного ГОСТ 9128 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия», о новых способах проектирования и испытания асфальтобетонов, о гармонизации с евро нормами и даже о переходе на европейские стандарты при строительстве дорог федерального значения в течение двух лет. В то же время, комплект стандартов EN 13108 [1] предусматривает достаточно широкое нормирование, и каждая страна Евросоюза индивидуально принимает те или иные показатели и их нормы, и составляет свои спецификации, в соответствии с особенностями эксплуатации дорог своего региона. Для России с ее различными климатическими условиями разработка норм, гармонизированных с евро стандартами, требует больших трудозатрат и времени. В то же время, рассматривая мировой и отечественный опыт, в том числе и опыт стран с холодным климатом (Канада, США (штат Аляска, Вашингтон), Финляндия, страны Скандинавии), и проведя анализ технической литературы, можно уже сейчас внести несколько предложений для повышения долговечности асфальтобетонных покрытий.



На грузонапряженных автомобильных дорогах необходимо отказаться от применения пористых асфальтобетонных смесей в нижнем слое покрытия.

В Российском ГОСТ 9128 существует понятие пористых и высокопористых асфальтобетонных смесей, остаточная пористость которых составляет от 5 до 10% и свыше 10% соответственно. В большинстве случаев данный вид асфальтобетона применяется для устройства нижних слоев асфальтобетонной дорожной одежды с использованием щебня крупностью до 40 мм. Установлено, что конструктивный слой из пористого асфальтобетона обладает высокой водопроницаемостью и периодически насыщается водой, теряя при этом свои прочностные характеристики. Вода может проникать в асфальтобетонный слой как сверху, сбоку, так и снизу из щебеночного основания, тем более, что в крупнозернистых смесях содержится большое количество взаимосвязанных открытых пор и они склонны к проникновению воды даже при остаточной пористости 5-7% [2]. В результате ослабевает вся конструкция дорожной одежды. В научных работах [3; 4] приводится множество реальных примеров преждевременного разрушения покрытий, где причиной являлись асфальтобетонные слои, которые поглощают и удерживают влагу. При насыщении водой и под действием движения автомобильного транспорта происходит отслоение битумной пленки от каменного материала, что приводит к дальнейшим повреждениям слоев асфальтобетона. Также отмечается, что большинство выбоин и разрушений наблюдается не у оси, а у кромки покрытия, поскольку именно там происходит накопление влаги.

Кроме того, пористый асфальтобетон содержит меньшее количество битума и обладает более низким сопротивлением к усталости и растягивающим деформациям. Как говорилось выше, в России данный вид асфальтобетона используют для устройства нижних слоев, которые, в соответствии с концепцией вечных дорожных одежд [5;13], должны обладать высокой стойкостью к усталости при растяжении.

На рисунке 1 в виде схемы кратко изложена концепция вечных дорожных одежд.

Огромный положительный опыт применения плотных смесей в нижних слоях покрытия накоплен в Санкт-Петербурге. При ремонте городских улиц и магистралей уже более 10 лет в качестве нижнего слоя покрытия применяется не пористый, а крупнозернистый плотный асфальтобетон типа А.

При применении крупнозернистых асфальтобетонов необходимо увеличить содержание щебня до 60-65%.

Сравнивая зерновой состав крупнозернистых асфальтобетонных смесей (Тип А, пористая) по ГОСТ 9128 с зерновыми составами асфальтобетонов как Европы, так и США [1;6-10] (табл. 1), можно сделать вывод, что в требованиях к нашим крупнозернистым смесям ограничивается количество щебня 50-60%. В то же время, в стандартах других стран содержание щебня составляет от 50 до 75%. Также следует отметить, что содержание щебня растет при увеличении его крупности (см. табл. 1). Во всех спецификациях и комментариях к ним рекомендуется прибли-



Рис. 1. Концепция вечных дорожных одежд

жать зерновой состав к нижней границе грансостава для повышения жесткости слоя и увеличения его сдвигоустойчивости. Смесей, близкие к нижней границе контрольных пределов (те, что проходят ниже рекомендуемой зоны и кривой максимальной плотности), имеют лучшую каменную структуру и повышенную устойчивость к колееобразованию [6;11]. Занижая количество щебня в крупнозернистых смесях и одновременно увеличивая их мелкую составляющую, мы получаем в зоне наиболее опасных сжимающих нагрузок (см. рис. 1) асфальтобетон, склонный к накоплению пла-

стических деформаций и к колееобразованию, который относится к легкоуплотняемым, пластичным смесям, это также подтверждается в работе [12].

На автодорогах с большой интенсивностью и грузонапряженностью движения в слоях покрытия не рекомендуется применять асфальтобетон типа Б, поскольку его зерновой состав относится к легкоуплотняемым асфальтобетонам. В лаборатории ЗАО «ВАД» был проведен сравнительный эксперимент по определению склон-

Таблица 1. Сравнение зерновых составов крупнозернистых асфальтобетонных смесей разных стран

Размер сита, мм	Наименование норм, спецификаций, страна									
	Россия, ГОСТ 9128-2009		Финские нормы 2000		США, штаты				Австралия ААРА	Канада (Новая Шотландия)
	Тип А	пористые	АВК 32	ABS 22	Аляска 2004	Вашингтон WSDOT 2010	Суперпейв 1999			
40 (37,5)	90-100	90-100	90-100	100	100	100	90-100	100	90-100	100
28	-	-	70-82	90-100	-	-	-	-	-	-
25 (25)	-	-	-	-	100	90-100	-	81	72-87	95-100
20 (19)	66-90	75-100	62-78	70-86	80-90	<90	-	73,2	58-76	-
15 (12,5)	56-70	64-100	42-62	55-74	60-84	-	-	64,3	-	60-80
10 (9,5)	48-62	52-88	34-55	45-65	48-78	-	-	53,6	38-58	-
5 (4,75)	40-50	40-60	22-43	29-51	28-63	30-46 (39)	-	39,2	27-43	25-50
2,5 (2,36)	28-38	28-60	18-36	21-43	14-55	19-45 (27-31)	15-41 (23-27)	28,7	16-33	15-45
1,25 (1,18)	20-28	16-60	13-30	14-34	9-44	(18-24)	(15,5-21,5)	21,0	11-26	-
0,63 (0,6)	14-20	10-60	10-23	10-27	6-34	(13,6-17,6)	(11,7-15,7)	15,4	7-20	-
0,315 (0,3)	10-16	8-37	8-18	8-23	5-24	(11,4)	(10,0)	11,3	5-14	3-18
0,16	6-12	5-20	5-13	6-14	4-16	-	-	8,3	4-10	-
0,071 (0,075)	4-10	2-8	3-9	5-9	3-7	1-7	0-6	5,8	3-6	1-7

Примечание: В скобках даны размеры сит в соответствии с американским стандартом В столбцах зерновых составов США в скобках указаны рекомендуемые значения

NMSS — номинальный максимальный размер сита, на один размер больше первого сита, остаток на котором превышает 10% MSS — максимальный размер стандартного сита на один больше номинального





Рис. 2. Гиратор-компактор фирмы COOPER Technology

ности к уплотняемости различных смесей на гираторе-компакторе (рис. 2). Данный прибор позволяет изготавливать образцы из асфальтобетонной смеси диаметром 100 и 150 мм путем вращения относительно вертикальной оси специальной стальной формы под постоянным углом наклона и с приложением вертикального давления 600 кПа, что примерно соответствует давлению колеса автомобиля на покрытие. В результате смесь подвергается сдвиговым деформациям и уплотнение происходит без разрушения, дробления, изменения зернового состава и структуры, в отличие от процесса изготовления образцов при постоянном давлении на прессе стандартным способом. При этом на гираторе-компакторе существует несколько режимов изготовления образцов — до требуемой (заданной) плотности, по количеству оборотов при уплотнении и до заданной высоты образца. Таким образом, помимо обычного изготовления образцов для проведения дальнейших испытаний, по числу оборотов

при формировании на гираторе-компакторе мы можем оценивать склонность смеси к уплотняемости (то есть, малое число оборотов — смесь легкоуплотняемая, большое число оборотов — трудноуплотняемая, жесткая смесь). В результате мы получаем информацию, ко-

торая косвенно характеризует как технологические свойства асфальтобетонной смеси, так и ее дальнейшее эксплуатационное поведение (устойчивость к колеобразованию).

В нашем эксперименте (табл. 2) уплотнение проводилось при одинаковой температуре, смеси изготавливались на одном и том же битуме и каменных материалах.

Как видно из данных, приведенных в таблице 2, наибольшую склонность к уплотнению показала смесь типа Б, которая всего за 35 оборотов гиратора достигла требуемой плотности, смесь типа А № 3 с высоким содержанием частиц размером мельче 0,63 мм также можно отнести к легкоуплотняемым, на дороге, при интенсивном движении, такой асфальтобетон будет склонен накапливать пластические деформации.

Смесь типа А № 1, выпускаемая по утвержденному рецепту завода АБЗ-ВАД, и экспериментальная смесь типа А № 2, приготовленная в лаборатории, с минимальным в пределах ГОСТ содержанием частиц размером мельче 0,63 мм показали высокую устойчивость к уплотняемости (уплотнению), что свидетельствует о наличии жесткой каменной структуры в материале. На уплотнение таких асфальтобетонных смесей потребуются затратить большее количество энергоресурсов, но в то же время данные асфальтобетоны

будут более устойчивыми к колеобразованию.

На рис. 3 показан график зависимости остаточной пористости от числа оборотов гиратора для смесей, приведенных в таблице 2, на котором четко видно резкое снижение количества пор в процессе уплотнения у асфальтобетона типа Б и асфальтобетона типа А № 3 с высоким содержанием частиц размером мельче 0,63 мм. Согласно подходу системы Суперлейв и спецификациям США, в смеси с оптимальным гранулометрическим составом и количеством битума должно содержаться 4% пустот (остаточная пористость 4% или требуемая плотность 96% от максимальной теоретической плотности) при количестве оборотов гиратора —  $N_{design}$ . Для дорог с высокой интенсивностью  $N_{design}$  составляет 125 оборотов. Как видно из графика, асфальтобетонная смесь типа Б достигла требуемой остаточной пористости 4% всего за 44 оборота гиратора, смесь типа А № 3 — за 58 оборотов — это свидетельствует о легкоуплотняемости (пластичности) данных смесей.

При использовании гранитного материала для производства асфальтобетонных смесей необходимо обязательное введение адгезионных присадок, даже для нижних слоев, поскольку при насыщении водой

Таблица 2. Сравнение уплотняемости различных смесей

№	Наименование показателя	Наименование смеси			
		м/з Тип А № 1 с содерж. щебня 56% и частиц <0,63 мм —17% <0,071 мм — 8%	м/з Тип А № 2 с содерж. щебня 60% и частиц <0,63 мм —15% <0,071 мм — 6%	м/з Тип А № 3 с содерж. щебня 60% и частиц <0,63 мм — 20% <0,071 мм — 10%	м/з плотный Тип Б
Метод уплотнения: по ГОСТ 12801-98 (вибростол +20МПа)					
1	Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,63	2,63	2,66	2,66
2	Водонасыщение, %	3,5	3,5	2,0	1,8
Метод уплотнения: Гираторный, до требуемой плотности					
3	Количество оборотов гиратора	90	120	50	35
4	Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,63	2,64	2,67	2,67
5	Водонасыщение, %	3,0	3,0	1,5	1,4
Метод уплотнения: Гираторный, по числу оборотов 120					
6	Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,64	2,64	2,71	2,72
7	Водонасыщение, %	2,3	3,0	0,6	0,4
Метод уплотнения: Гираторный, по числу оборотов 200					
8	Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,68	2,665	2,73	2,74
9	Водонасыщение, %	1,5	2,0	0,1	0,2



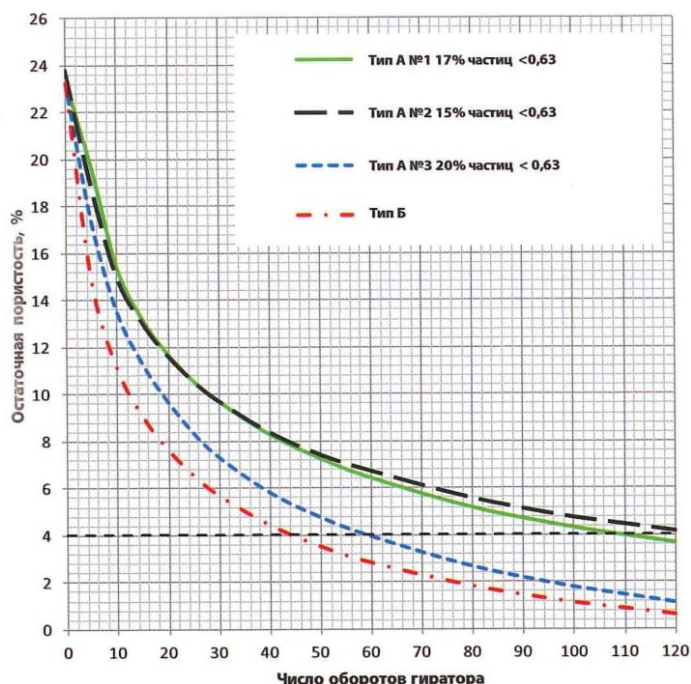


Рис. 3. График зависимости остаточной пористости от числа оборотов гиратора

идет значительное снижение прочности асфальтобетона.

В лаборатории ЗАО «ВАД» было определено, что снижение модуля жесткости у асфальтобе-

тона на гранитных материалах после водонасыщения составляет порядка 20-30%, в то же время такого падения не наблюдалось у аналогичного ас-

фальтобетона на габбро-диабазе. На рис. 4 показано оборудование по определению модуля жесткости в соответствии с европейским стандартом EN 12697-26 Метод С. Данное оборудование является универсальным и позволяет проводить испытания асфальтобетонных образцов, как взятых из покрытия (кернов), так и заформованных в лабораторных условиях. Также с использованием данного оборудования можно испытывать асфальтобетон на ползучесть при трехосном сжатии EN 12697-25 Метод В, что фактически является аналогом испытания на устойчивость к колеобразованию на приборе «Wheel Tracker» (малое колесо), и определять усталостные характеристики при непрямом растяжении EN 12697-24 Метод Е.

#### Конструкции дорожных покрытий

На сегодняшний день в Европе и в США на наиболее загруженных трассах, как правило, применяются следующие конструкции дорожных покрытий, обеспечивающие высокую стойкость к ко-

лееобразованию, в том числе от воздействия шипов покрышек (абразивный износ):

1.) двухслойное покрытие SMA (ЩМА) — нижний слой из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси SMA 16 или SMA 22; верхний слой из SMA 10;

2.) двухслойное покрытие — нижний слой SMA 16 или SMA 22; верхний слой тонкослойное износостойкое покрытие прерывистого (открытого) грансостава (OGFC) или «Novachip»;

3.) двухслойное покрытие — нижний слой крупнозернистый жесткий плотный асфальтобетон с высоким содержанием щебня (до 65-75%); верхний слой — тонкослойное износостойкое покрытие открытого грансостава (OGFC) либо «Novachip», либо SMA 10.

Финские нормы на асфальт [6] рекомендуют в качестве покрытия на магистральных с высокой интенсивностью движения применение асфальтобетонов с повышенной крупностью каменного заполнителя — SMA 16 и SMA 22. Главным образом это связано с обеспечением устойчивости покрытия против абра-

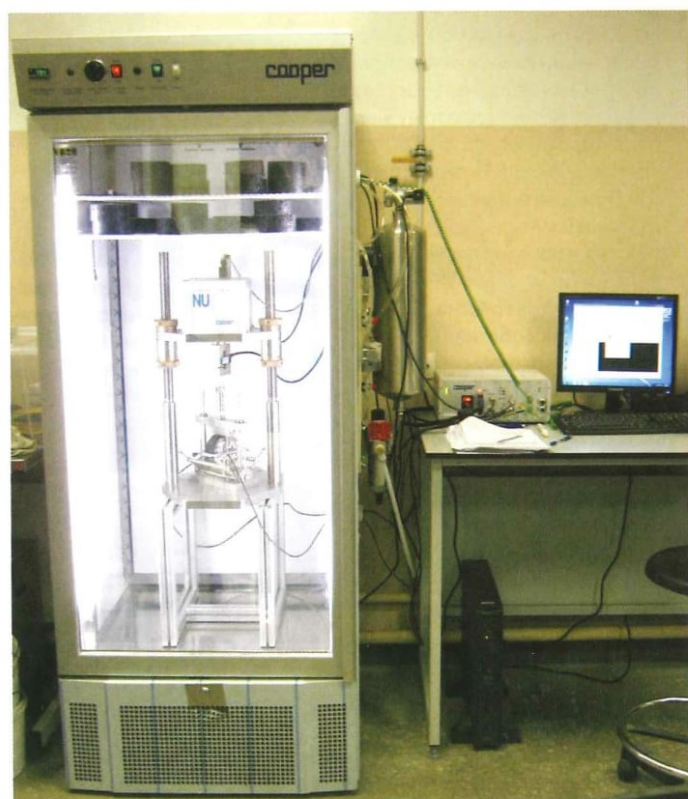


Рис. 4. Оборудование фирмы COOPER Technology по определению модуля жесткости в соответствии с европейским стандартом EN 12697-26 Метод С.



Таблица 3. Сравнение зерновых составов верхних слоев износа

Размер сита, мм	Страна, наименование норм, спецификаций					
	Россия, ГОСТ 9128-2009	Россия, ГОСТ 31015-2002	Скандинавия		Спецификации США, слой износа прерывистого грансостава	Россия ЗАО «ВАД», СТО 3490716.017-2009
	Тип А	ЩМА 15	Scandinavian Type (традиционный)	UltraWear «С» (износостойкий)	OGFC (Open Graded Friction Course)	БМС 0/15
25 (25)	100	100	100	100	100	100
20 (19)	90-100	100	95-100	100	100	100
15 (12,5)	75-100	90-100	75-90	85-100	80-100	90-100
10 (9,5)	62-100	40-60	50-65	65-85	35-60	70-90
5 (4,75)	40-50	25-35	30-42	23-37	10-25	25-40
2,5 (2,36)	28-38	18-28	20-32	21-31	5-10	18-28
1,25 (1,18)	20-28	15-25	15-25	15-23	-	15-25
0,63 (0,6)	14-20	12-22	10-18	10-18	-	12-22
0,315 (0,3)	10-16	10-20	8-14	8-14	-	10-20
0,16	6-12	9-16	6-10	6-10	-	7-14
0,071 (0,075)	4-10	9-14	4-7	4-7	1-4	4-10

живного износа шипованными автомобильными шинами. Российский аналог SMA 16 — ЩМА 20 по ГОСТ 31015-2002, SMA 22 — ЩМА 30 по СТО ЗАО «ВАД» 3490716.042-2012.

Российским аналогом тонкого слоя износа «Novachip» является тонкослойное покрытие из горячей битумо-минеральной смеси БМС 0/10 или БМС 0/15 по СТО ЗАО «ВАД» 3490716.017-2009.

Для сравнения в таблице 3 приведены гранулометрические составы смесей, применяемых для верхнего слоя покрытия (слоя износа) в странах Скандинавии, США и России. Зерновые составы БМС 0/15, применяемой ЗАО «ВАД», и скандинавского износостойкого асфальтобетона схожи и имеют незначительные отличия.

При этом нижний слой рекомендуется делать на более жестком вяжущем, например ПБВ 60 с пенетрацией ближе к 60 ед. или с использованием модификаторов.

Данные конструктивы соответствуют концепции вечных дорожных одежд (рис. 1) [4;13], которая разработана в США и в настоящее время является наиболее прогрессивной.

При выборе и подборе состава асфальтобетонной смеси пользоваться современными подходами с применением новых методов и способов испытаний материалов

На сегодняшний день известно множество различных методов и способов проектирования состава асфальтобетона, но значительный интерес представляют методики, которые наиболее точно характеризуют физико-механические свойства и эксплуатационное поведение асфальтобетона — модуль упругости (жесткости) при различных температурах, устойчивость к образованию колеи, чувствительность к воздействию влаги (водостойкость), усталостная долговечность, трещиностойкость.

Кроме этого, из проведенного анализа литературы [4-12] и опыта лабораторных экспериментов можно сделать вывод, что при подборе асфальтобетонных смесей необходимо строго учитывать объемно-весовые характеристики, в частности ограничить остаточную пористость 3-5% (в среднем 4%), пористость минеральной части,

количество пор, заполненных вяжущим 65-75%, соотношение минерального порошка (частиц размером менее 0,071) к эффективному битуму (0,6-1,6). Данные показатели легко рассчитываются, но, в свою очередь, имеют значительное влияние на качество выпускаемой асфальтобетонной смеси.

К сожалению, в России на данный момент нет четкого подхода и разработанных методик, которые учитывали бы все перечисленные выше показатели при проектировании состава асфальтобетона, поэтому нам необходимо нарабатывать статистику, постепенно внедрять и использовать данные характеристики и методы на практике, учитывая положительный зарубежный опыт.

Таким образом, на основе анализа как собственного, так и зарубежного опыта, мы рассмотрели ряд мероприятий, которые уже сейчас позволяют повысить долговечность асфальтобетонных покрытий. Безусловно, проектировщики и экономисты должны принять к рассмотрению, оценить данные мероприятия и внести их в соответствующую документацию.

### Список литературы

- EN 13108-1 (D) Bituminous mixtures. Material specification Part 1 Asphalt Concrete.
- Mallick R. B. et al. Evaluation of Factors Affecting Permeability of Superpave Designed Pavements. National Center for Asphalt Technology, Report 03-02, June 2003.
- Kandhal P. S. and I. Rickards. Premature Failure of Asphalt Overlays from Stripping: Case Histories. Asphalt Paving Technology, Volume 70, 2001.
- Kandhal P. S. Moisture Susceptibility of HMA Mixes: Identification of Problem and Recommended Solutions. National Asphalt Pavement Association, Quality Improvement Publication (QIP) No. 119, December 1992.
- Радовский Б. С. Концепция вечных дорожных одежд // Дорожная техника. Каталог-справочник 2011. С. 120-132
- Финские нормы на асфальт 2000: Советательная комиссия по покрытиям PANKry, Хельсинки (Finish Specifications for asphalt 2000: Advisory commission on pavements PANKry, Helsinki).
- Standart specification for highway construction. Alaska Department of Transportation and Public Facilities — 2004
- Standart specification for Road, Bridge and Municipal construction. Washington State Department of Transportation (WSDOT) — 2010.
- John D'Angelo, John Bukowski, Thomas Harman. Superpave Asphalt Mixture Design Workshop Workbook, U. S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, version 6.2 — July 1999.
- National asphalt specification. Australian Asphalt Pavement Association Limited (AAPA), Edition 2 — April 2004.
- Горячие асфальтовые смеси, материалы, подбор составов смесей и строительство автомобильных дорог в северной Америке. Передовой зарубежный опыт. Национальный центр по асфальтовой технологии (NAPA), третье издание, «Росавтодор», 2009-411с.
- Мирошниченко С. И. Стратегический материал//Автомобильные дороги. 2011. № 4. С. 47-52.
- David E. Newcomb, Richrd Willis, David H. Timm. Perpetual Asphalt Pavements. Asphalt Pavement Alliance — 2009.