

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **020055**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2014.08.29

(51) Int. Cl. **C08L 95/00** (2006.01)

(21) Номер заявки
201190245

(22) Дата подачи заявки
2010.03.11

(54) **КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ И УМЕНЬШЕНИЯ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

(31) **61/167,169**

(56) **US-A1-20060169173**

(32) **2009.04.07**

US-A-5445804

(33) **US**

US-A1-20070104923

(43) **2012.04.30**

US-A1-20030181557

(86) **PCT/IL2010/000210**

US-A-3721578

(87) **WO 2010/116354 2010.10.14**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**Д.С.И. - ДИМОНА СИЛИКА
ИНДАСТРИЗ ЛТД.; ПЕЛЕД РОНЕН
АЛЕКСАНДЕР; ВОРОБЬЕВ АНДРЕЙ
(IL)**

(72) Изобретатель:

**Пелед Ронен Александер, Воробьев
Андрей, Свечински Грегори, Ишан
Илан (IL)**

(74) Представитель:

Харин А.В., Котов И.О. (RU)

(57) Композиция, полезная в качестве добавки для асфальтобетонных смесей, таких как щебеночно-мастичный асфальтобетон или дренирующий асфальтобетон, содержащая минеральный порцелланит и активирующий агент; и асфальтобетонные смеси, содержащие композицию. Асфальтобетонные смеси стабильны и удовлетворяют эксплуатационным требованиям в соответствии с национальными стандартами. Асфальтобетонные смеси требуют меньше битума, чем смеси, стабилизированные при помощи волокон, и могут быть смешаны в течение меньшего времени при более низкой температуре. Асфальтобетонные смеси, содержащие композицию по изобретению, являются более экономичными и экологически благоприятными, чем существующие асфальтобетонные смеси.

B1**020055****020055****B1**

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Ссылка на предварительную заявку на патент США с серийным номером 61/167169, поданную 7 апреля 2009 г., под названием "Улучшенные асфальтобетонные композиции и способ их производства", содержание которой включено в данный документ во всей полноте посредством ссылки и приоритет которой заявлен настоящим документом в соответствии с 37 CFR 1.78(a)(4) и (5)(i).

Область техники

Настоящее изобретение относится к композициям для стабилизации и улучшения современных асфальтобетонных смесей, включая щебеночно-мастичный асфальтобетон.

Предшествующий уровень техники

Следующие документы представляют современное состояние уровня техники:

патенты США №№ 5217530; 5711796; 5827568; 6156828; 6562118; 6758892; 7241337; 7297204; патентные публикации США №№ 2001/0047738, 2002/0108534, 2004/0101365, 2008/0060551, 2008/0168926, 2008/0224345, 2008/0271639, 2009/0061236, 2009/0105376, 2010/0022686; опубликованная заявка PCT: WO 2005/100479.

Краткое описание изобретения

Цель настоящего изобретения - обеспечить улучшенные асфальтобетонные смеси, являющиеся стабильными и имеющие улучшенные характеристики и взаимодействие с окружающей средой по сравнению с существующими асфальтобетонными смесями.

Таким образом, в соответствии с предпочтительным воплощением настоящего изобретения предложена композиция, полезная в качестве добавки для асфальтобетонных смесей, включающих порцелланит и активирующий агент. Предпочтительно активирующий агент включает четвертичное аммониевое соединение.

В соответствии с предпочтительным воплощением настоящего изобретения четвертичное аммониевое соединение включает по меньшей мере две длинные алкильные цепи из 10-30 атомов углерода. Предпочтительно длинные алкильные цепи содержат 15-18 атомов углерода. Наиболее предпочтительно четвертичное аммониевое соединение представляет собой ди(гидрогенизированный жир)диметиламмоний хлорид.

Предпочтительно четвертичное аммониевое соединение присутствует в количестве 1-15% от массы порцелланита, более предпочтительно 1-10% от массы порцелланита.

Предпочтительно композиции предложены в виде порошка. Предпочтительно размер частиц порошка составляет менее 40 мкм.

Также в соответствии с дальнейшим предпочтительным воплощением настоящего изобретения предложена асфальтобетонная смесь, включающая агрегаты, битум и добавку, где добавка содержит вышеупомянутую композицию.

Предпочтительно асфальтобетонная смесь включает 0,2-0,8 мас.% добавки от массы 100% сухого агрегата. Более предпочтительно асфальтобетонная смесь включает 0,4 мас.% добавки.

В соответствии с предпочтительным воплощением настоящего изобретения асфальтобетонная смесь включает 4,5-6,5 мас.% битума на основании массы 100% сухого агрегата, более предпочтительно 5,0-6,0 мас.% битума. Предпочтительно битум представляет собой битум марки PG 70-10 или PG 76-10 согласно Стандарту Израиля 161, ч. 1.

Предпочтительно асфальтобетонная смесь представляет собой щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА). В альтернативном предпочтительном воплощении асфальтобетонная смесь представляет собой дренарующий асфальтобетон.

Предпочтительно утечка битума из асфальтобетонной смеси составляет менее 0,1%. Предпочтительно сохраненная стабильность по Маршаллу асфальтобетонной смеси после 24 ч составляет по меньшей мере 100%.

Также в соответствии с предпочтительным воплощением настоящего изобретения предложен способ получения асфальтобетонной смеси, включающий высушивание частиц агрегата, смешивание добавки и частиц агрегата, добавление битума к частицам агрегата и перемешивание до образования гомогенной асфальтобетонной смеси, где добавка содержит вышеупомянутую композицию.

Предпочтительно добавку примешивают к частицам агрегата до битума. Предпочтительно добавку смешивают с агрегатом в течение 10 с до добавления битума. В альтернативном воплощении битум добавляют к частицам агрегата до добавки.

В соответствии с предпочтительным воплощением настоящего изобретения общее время смешивания составляет приблизительно 20-100 с, более предпочтительно приблизительно 60-80 с. Предпочтительно температура смешивания составляет приблизительно 140-170°C, более предпочтительно 160-165°C.

Предпочтительно утечка битума из асфальтобетонной смеси, полученной посредством данного способа, составляет менее 0,1%. Предпочтительно сохраненная стабильность по Маршаллу асфальтобетонной смеси после 24 ч составляет по меньшей мере 100%.

В соответствии с одним предпочтительным воплощением способ осуществляют при периодическом процессе. В альтернативном воплощении способ осуществляют при непрерывном процессе.

Краткое описание иллюстрации

Настоящее изобретение будет понято и оценено более полно из следующего подробного описания в сочетании с иллюстрацией, где чертеж представляет собой график реологических свойств смесей битума и активированного порцелланита, полезных в соответствии с одним воплощением настоящего изобретения.

Подробное описание изобретения

Смеси для асфальтирования содержат минеральные агрегаты, битум (иногда называемый асфальт) для связывания агрегатов и дополнительные добавки. Традиционные твердые асфальтобетонные смеси, также называемые асфальтобетон, или асфальт горячего смешивания (ГАС), содержат приблизительно 5% битума и приблизительно 95% агрегатов.

Специально улучшенные поверхностные асфальтобетонные смеси представляют собой новое семейство асфальтобетонных смесей для применений в качестве покрытий. Это семейство специально улучшенных поверхностных асфальтобетонных смесей включает смесь дренирующего асфальтобетона и щебеночно-мастичную асфальтобетонную смесь (ЩМА). Смесь дренирующего асфальтобетона (также называемого "бесшумный асфальтобетон" или "дренажный асфальтобетон") содержит большие или маленькие частицы агрегатов без частиц среднего размера.

ЩМА, также называемый щебеночно-мастичный асфальтобетон, зернистый, крупнозернистый асфальтобетон или асфальтобетон, наполненный щебнем, исходно разрабатывали для обеспечения смесей, придающих максимальную устойчивость к изнашиванию из-за шипованной резины. Такая устойчивость достигается за счет более высокого содержания крупных частиц агрегата, что приводит к сцеплению и прямому контакту щебня со щебнем. ЩМА подробно описан в документе NCAT Report 93-05, "Evaluation of laboratory properties of SMA mixtures", National Center of Asphalt Technology, Auburn University, 1993, включенном в данный документ во всей полноте посредством ссылки.

Также было показано, что ЩМА обеспечивает высокую устойчивость к пластической деформации при большой интенсивности движения с высоким давлением шин, а также хорошие низкотемпературные свойства. Кроме того, ЩМА имеет шероховатую текстуру поверхности, которая обеспечивает хорошие фрикционные свойства после удаления поверхностной пленки битума в результате движения. Другие важные особенности, делающие ЩМА более желаемым по сравнению с ГАС обычной плотности, представляют собой повышенную износостойкость, улучшенные свойства старения, пониженный шум от транспорта и снижение или предотвращение стока дождевой воды на дорожных поверхностях.

Улучшенные асфальтобетонные смеси, в частности бесшумный асфальт и ЩМА, подвержены утечке битума из асфальтобетонной смеси после производства и в течение транспортировки и хранения. Этот феномен делает невозможным применение данных смесей без стабилизации. Обычный способ стабилизации представляет собой добавление к смеси волокон, обычно целлюлозных или минеральных волокон. Полимерные волокна также могут быть применены для этой цели. Обычное содержание в асфальтобетонных смесях составляет 0,3-0,5% от массы сухого агрегата.

В то время как стабилизация при помощи волокон обеспечивает приемлемый уровень утечки битума (менее 0,1%), она также является причиной ухудшения свойств смешивания. Требуемое время смешивания для смесей, стабилизированных при помощи волокон, составляет приблизительно 2 мин, в отличие от 1 мин смешивания, требуемой для обычного ГАС. Кроме того, по сравнению с обычными асфальтобетонными смесями требуется повышенная температура смешивания из-за увеличения устойчивости к уплотнению наполненных волокнами асфальтобетонных смесей. В результате для обеспечения пригодного покрытия волокон, а также частиц агрегата, содержание битума должно быть повышено с приблизительно 5% в обычных ГАС до приблизительно 7-10%.

Все эти недостатки увеличивают стоимость производства асфальтобетона. Более длительное время смешивания замедляет производство, и повышенные температуры требуют увеличения энергозатрат. Битум представляет собой наиболее дорогой компонент асфальтобетонных смесей, и повышенное содержание битума в ЩМА в значительной степени увеличивает стоимость.

Кроме того, параметры производства, требуемые для применения волокон, являются причиной загрязнения окружающей среды. Поддержание повышенных температур в течение более длительных периодов времени приводит к увеличению потребления энергии и выбросов парниковых газов. Необходим дополнительный битум, процесс получения которого является энергозатратным. Целлюлозные волокна сами по себе требуют использования деревьев и их переработки.

Первое воплощение изобретения представляет собой композицию, полезную в качестве добавки для асфальтобетонных смесей, таких как ЩМА, дренирующий асфальт и асфальтобетон с пропуском некоторых фракций. В одном воплощении композиция содержит порцелланит, минерал, обнаруженный в числе прочих в отложениях Мертвого моря в Израиле, и активирующий агент. В одном предпочтительном воплощении активирующий агент представляет собой четвертичное аммониевое соединение.

Четвертичное аммониевое соединение предпочтительно имеет по меньшей мере две длинные углеродные цепи. Длинные углеродные цепи предпочтительно содержат 10-30 атомов углерода, более предпочтительно 15-18 атомов углерода. Особо предпочтительное соединение представляет собой ди(гидрогенизированный жир)диметиламмоний хлорид, доступный от AkzoNobel (Стокгольм, Швеция) в

виде Arquad 2НТ-75 (в дальнейшем "2НТ-75").

Порцелланит описан подробно в The Geological Survey of Israel Report GSI/11/04 следующим образом: порцелланит представляет собой осадочную породу, в основном содержащую опал (гидратированный диоксид кремния). Опал представляет собой аморфный минерал диоксида кремния, включающий различные количества воды (обычно 3-9%, но может быть вплоть до 20%). В порцелланите опал представляет собой СТ тип, содержащий кристаллографически неупорядоченный α -кristобалит и α -тридимит. В дополнение к диоксиду кремния порцелланит содержит другие компоненты, такие как карбонаты, фосфаты, кварц, галит, гипс и органические минералы.

Обычная химическая композиция порцелланита представляет собой SiO_2 - 65%, $\{\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3, \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2\}$ - 12%, алюмосиликаты - 5%, $\{\text{Na}(\text{SO}_4)_2, \text{CaSO}_4\}$ - 4%, минорные компоненты, включая влагу - 14%. Порцелланит может быть термически обработан при 600-700°C для удаления небольших количеств органических примесей. Предпочтительно порцелланит применяют без термической обработки.

Активации порцелланита предпочтительно достигают за счет измельчения порцелланита до гранул с размером частиц приблизительно 3-8 мм, добавления активирующего агента и перемешивания смеси до получения желаемого размера частиц. Альтернативно, порцелланит может быть перемешан в течение приблизительно 5 мин с последующим добавлением активирующего агента и дальнейшим перемешиванием в течение дополнительных 3-5 мин.

Масса четвертичного аммониевого соединения предпочтительно составляет 1-15% от массы порцелланита. Более предпочтительно масса четвертичного аммониевого соединения в композиции составляет 1-10% от массы порцелланита.

Композиция по изобретению предпочтительно предложена в виде порошка. Размер частиц порошка предпочтительно составляет менее 40 мкм. Композиция придает тиксотропные и псевдопластичные свойства асфальтобетонным смесям и, таким образом, позволяет уменьшить время смешивания и рабочую температуру в течение смешивания, нанесения и уплотнения асфальтобетонных смесей по сравнению с асфальтобетонными смесями, модифицированными при помощи волокон.

Дальнейшее воплощение изобретения представляет собой асфальтобетонную смесь, содержащую агрегаты, битум и композицию добавки. Максимальный размер агрегата составляет предпочтительно 12,5 мм (0,5 дюйма), но также могут быть применены и другие максимальные размеры, такие как 19 мм (0,75 дюйма) и 9,5 мм (0,375 дюйма). В одном воплощении гранулометрический состав соответствует стандарту Израиля 362, ч. 1, приведенному в табл. 1. В альтернативном воплощении гранулометрический состав соответствует Европейскому стандарту EN 13108-5, также приведенному в табл. 1.

Таблица 1

Гранулометрический состав, прохождение через сито (%)

Размер сита	1/2"	3/8"	5/16"	#4	#10	#40	#200
Размер сита (мм)	12,5	9,5	8	4,75	2	0,44	0,075
Требования стандарта Израиля 362	100	90-95	80-90	20-30	15-25		7-11
Требования EN13108-5	100		61	38	27	18	8

Битум может представлять собой битум с различным уровнем эксплуатационных качеств (PG), таким как PG 70-10 или PG 76-10, согласно Стандарту Израиля 161, ч. 1. Согласно этому стандарту первое число в обозначении качества битума соответствует максимальной температуре дороги (°C) и второе число соответствует минимальной температуре дороги (°C).

Например, PG 70-10 подходит для дорог с максимальной температурой 70°C и минимальной температурой -10°C.

В одном предпочтительном воплощении композиция добавки представляет собой композицию активированного порцелланита, как описано выше.

Предпочтительно асфальтобетонная смесь содержит 4,5-6,5% битума, более предпочтительно 5,0-6,0% битума, наиболее предпочтительно приблизительно 5,8% (от общей массы сухого агрегата). Асфальтобетонная смесь также содержит приблизительно 0,2-0,8% композиции добавки, предпочтительно 0,4-0,6%, наиболее предпочтительно 0,4%.

Асфальтобетонные смеси по настоящему изобретению предпочтительно готовят следующим образом: агрегаты высушивают в течение приблизительно 16 ч при 170°C. Затем агрегаты смешивают с композицией добавки при 140-170°C, более предпочтительно 160-165°C в течение приблизительно 10 с с последующим добавлением горячего битума. После этого асфальтобетонную смесь перемешивают в течение дополнительных 20-100 с, предпочтительно 60-80 с. В ином случае горячий битум может быть влит в высушенные агрегаты с последующим добавлением композиции добавки.

Асфальтобетонные смеси по настоящему изобретению могут быть приготовлены при прерывистом или непрерывном процессе. После получения горячие асфальтобетонные смеси могут быть загружены в грузовики для доставки к месту работы или сохранены в устройстве горячего хранения.

Дополнительное воплощение изобретения представляет собой способ обеспечения асфальтобетонной смеси, такой как ЩМА, дренарующего асфальтобетона и асфальтобетона с пропуском некоторых фракций; включающий смешивание агрегатов, битума и добавки, где добавка содержит композицию активированного порцелланита, описанного выше, или аморфного диоксида кремния. Добавку предпочтительно вносят в количестве приблизительно 0,2-0,8% от общей массы сухого агрегата, более предпочтительно 0,4-0,6%, наиболее предпочтительно 0,4%.

Примеры

Пример 1.

Реологические свойства смесей битума и активированного порцелланита измеряли при 160°C. Измерение выполняли при помощи Brookfield Rheometer DV-III Ultra с системой Thermosel, контролируемой компьютером.

Измерения вязкости проводили на образцах битума, смешанного с порцелланитом, активированным при помощи 2НТ-75 после нагревания в течение 2 и 4 ч соответственно при 160°C. Результаты приведены на фиг. 1 для образцов, нагретых в течение 2 ч (ромбики) и 4 ч (квадраты). Результаты для повышения скорости вращения показаны при помощи закрашенных символов, в то время как результаты для снижения скорости вращения показаны при помощи пустых символов.

Из чертежа можно увидеть, что порцелланит, активированный при помощи 2НТ-75, придает тиксотропные и псевдопластические свойства битуму. Эти тиксотропные и псевдопластические свойства обеспечивают асфальтобетонную смесь, которая является технологичной и легко смешивается при нагревании, но стабильна как во время транспортировки, так и при нанесении и охлаждении на дороге.

Пример 2.

Лабораторные испытания проводили для сравнения идентичных смесей ЩМА, содержащих активированный порцелланит со смесями, содержащими целлюлозные волокна.

Все образцы асфальтобетонных смесей готовили и тестировали в Asphalt Laboratory of the Standards Institution of Israel (Иерусалим, Израиль) и согласно способу разработки и тестирования асфальтобетонных смесей Маршалла, описанному в Manual MS-2 "Mix design methods" of the Asphalt Institute (Lexington, KY, USA), включенному в данный документ во всей полноте посредством ссылки.

Приготовление образцов.

Смесь европейско-американского ЩМА с 3% воздушных пустот, соответствующую стандарту EN 13108-5, описанному выше в табл. 1, отбирали из асфальтобетонного смесителя. Битум представлял собой битум марки PG 70-10 согласно Стандарту Израиля 161, ч. 1. Целлюлозные волокна для сравнительных испытаний соответствовали спецификации Израиля 51.04.

Образцы композиции активированного порцелланита готовили следующим образом: 100 г измельченного порцелланита с размером частиц 3-8 мм смешивали с 5 г 2НТ-75 в лабораторном смесителе при 20000 об/мин в течение 5 мин. Гранулометрический состав измеряли посредством Malvern Mastersizer 2000. Максимальный размер частиц составил 40 мкм.

Все приготовления для асфальтобетонных смесей проводили посредством процедур, описанных в Manual MS-2, упомянутом ранее. Смесь агрегатов нагревали и высушивали в течение 16 ч в сушильной камере при 170°C. После этого периода нагревания часть смеси агрегатов брали для приготовления асфальтобетонных смесей.

Все асфальтобетонные смеси готовили с одинаковым содержанием битума (5,8% от общей массы сухого агрегата) и с одинаковым содержанием целлюлозных волокон или активированного порцелланита (0,4% от общей массы сухого агрегата).

Асфальтобетонные смеси с целлюлозными волокнами готовили следующим образом: агрегаты и волокна смешивали вместе при 165°C в течение 1 мин. Затем горячий битум марки PG-70-10 добавляли к смеси агрегатов и волокон и все компоненты перемешивали вместе при 165°C в течение дополнительной 1 мин. Получали однородную асфальтобетонную смесь.

Асфальтобетонные смеси с активированным порцелланитом готовили следующим образом: агрегаты и активированный порцелланит смешивали вместе при 165°C в течение 10 с и горячий битум марки PG 70-10 вливали в смеситель. Визуально однородную смесь получали только после 20 с перемешивания всех ингредиентов вместе.

Приготовление образцов и измерение их свойств проводили согласно "способу Маршалла", описанному в вышеупомянутом Manual MS-2 и в Standard ASTM D 1559. Способ Маршалла представляет собой количественный инженерный инструмент для разработки горячих асфальтобетонных смесей посредством определения оптимального содержания битума в смеси, для данного типа агрегата, гранулометрического состава и типа битума для определенной дороги и особенностей движения.

Уплотненные цилиндрические образцы асфальтобетонных смесей получали в результате смешивания. Процедуру уплотнения проводили посредством способа Маршалла при помощи молота (модель Рейнольдса). Процедуру уплотнения проводили следующим образом: 1200 г горячей асфальтобетонной смеси взвешивали и вливали в металлическую цилиндрическую форму с внутренним диаметром 102 мм, цилиндрическую форму устанавливали на основание Marshall Hummer и уплотняли при помощи 50 ударов 4,5 кг молота с обеих сторон образцов. Температура уплотнения составляла 145°C.

Уплотненные образцы погружали в термостатную водяную баню при 60°C в течение периодов 0,5, 24, 168 и 336 ч. Для каждой точки измерения готовили три образца. Стабильность по Маршаллу, максимальную силу, которую способен выдержать образец, измеряли при помощи Marshal Testing Machine.

Образцы, измеренные после нагревания в воде в течение 0,5 или 1 ч, сохраняли оригинальную стабильность по Маршаллу. Стабильность образцов, измеренных после более длительного времени нагревания при погружении в воду (24, 168 и 336 ч), приведена как процентное отношение сохраненной стабильности к оригинальной стабильности, как описано в документах Nesichi, S. & Ishai, I. "A Modified Method for Predicting Reduced Asphaltic Pavement Life from Moisture Damage", Asphalt Paving Technology, vol. 55, 1986, p. 149-174 и Ishai, I. & Nesichi, S. "Laboratory Evaluation of Moisture Damage of Bituminous Paving Mixtures by Long-Term Hot Immersion", Transportation Research Record, No. 1171, 1988, p. 12-17, оба включенные в данный документ посредством ссылки. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Свойства асфальтобетонных смесей, измеренные согласно способу Маршалла

параметр	Требования		Добавка	
	Израиль	США	Целлюлозные волокна	Активированный порцелланит
Дополнительная концентрация (в % относительно содержания битума)			6,9	6,9
Стабильность по Маршаллу (фунт)	мин. 1500	мин. 1500	1867	2033
24ч сохраненная стабильность	мин. 80%	-	86%	100%
168 ч сохраненная стабильность	-	-	85%	87%
336 ч сохраненная стабильность	-	-	85%	88%

Исходя из табл. 2 ясно, что образцы, содержащие активированный порцелланит, имели полную сохраненную стабильность по Маршаллу после 24 ч. Кроме того, сохраненная стабильность по Маршаллу образцов, содержащих активированный порцелланит, удовлетворяла требованиям спецификации и была выше, чем образцов, содержащих целлюлозные волокна для всего исследованного времени обработки, т.е. вплоть до двух недель в горячей воде.

В табл. 3 приведены результаты испытаний свойств утечки в соответствии с двумя различными стандартными процедурами, описанными в Standards ASTM D6390 и BS EN 12697-18, Test Method A. Максимальное требование утечки для Израиля составляет 0,1%, для США - 0,3% и для Европы - 0,6%.

Температура испытания составила 185°C для образцов, содержащих целлюлозные волокна, и 160°C для образцов, содержащих активированный порцелланит. Время нагревания составило 1 ч для ASTM D 6390 и 3 ч для BS EN 12697-18. Общая утечка после отделения представляет собой утечку только битума после отделения агрегатов.

Таблица 3

Результаты испытаний утечки

Добавка	Активированный порцелланит			Целлюлозные волокна	
Максимальный размер частиц (мкм)	40	40	40		
Содержание стабилизатора	0,35%	0,40%	0,40%	0,40%	0,40%
Содержание битума	6,00%	5,90%	5,90%	5,90%	5,90%
Стандарт	Общая утечка после отделения				
ASTM D 6390	0,08%	0,04%	0,03%	0,07%	0,01%
BS EN 12697-18	0,02%	0,01%	0,00%	0,00%	0,02%

Исходя из табл. 3 видно, что утечка битума из асфальтобетонной смеси, содержащей активированный порцелланит, протестированной в соответствии с двумя различными стандартными процедурами, удовлетворяет соответствующим стандартным требованиям, включая жесткие требования стандартов Израиля.

Пример 3.

Лабораторное испытание проводили для сравнения идентичных смесей ЦМА, содержащих активированный порцелланит, со смесями, содержащими целлюлозные волокна.

Все образцы асфальтобетонных смесей готовили и испытывали в Asphalt Laboratory of the Standards Institution of Israel (Иерусалим, Израиль) согласно способу Маршалла разработки и тестирования асфаль-

тобетонных смесей, описанному в вышеупомянутом руководстве MS-2. Образцы готовили, как описано в примере 2, за исключением температуры смешивания, которая составила 140°C, и количества добавки (активированный порцелланит или целлюлозные волокна), которое составило 0,3%. Количество битума варьировало от образца к образцу, как описано ниже.

Результаты для смеси, содержащей активированный порцелланит, и смеси, содержащей целлюлозные волокна, приведены в табл. 4 и 5 соответственно. Все измерения проводили согласно следующим стандартам и спецификациям:

- определение теоретического максимума плотности согласно ASTM D 2041;
- определение плотности уплотненных образцов согласно ASTM D 2726;
- определение стабильности по Маршаллу и текучести по Маршаллу, деформации образца при стабильности по Маршаллу согласно ASTM D 1559;
- определение воздушных полостей в смеси и полостей в минеральном агрегате (VMA) согласно ASTM D 2726 при комнатной температуре и
- определение содержания битума посредством способа холодной экстракции согласно ASTM D 2172.

Таблица 4
Свойства асфальтобетонной смеси, содержащей активированный порцелланит

Содержание битума (%)	4,5	5	5,5	6	6,5
Максимальная теоретическая плотность (кг/м³)	2572	2550	2531	2511	2499
Плотность (кг/м³)	2456	2494	2503	2508	2498
Стабильность по Маршаллу (фунт)	5051	3464	2862	2867	2486
Текучесть по Маршаллу (0,01")	13,7	15,3	16	14,7	17,7
Сохраненная стабильность по Маршаллу после 24 ч (%)	89	97,1	99,8	84,6	96,7
Воздушные полости в смеси (%)	4,5	2,2	1,1	0,1	0
VMA (%)	15,3	14,5	14,6	14,9	15,7
Насыщение битумом (%)	77,3	86,8	93	99,3	100
Утечка (%)	0	0,03	0,24	0,18	0,68

Таблица 5
Свойства асфальтобетонных смесей, содержащих целлюлозные волокна

Содержание битума (%)	5	5,5	6	6,5	7
Максимальная теоретическая плотность (кг/м³)	2561	2557	2527	2492	2473
Плотность (кг/м³)	2427	2446	2466	2482	2472
Стабильность по Маршаллу (фунт)	3203	2572	2514	2205	2090
Текучесть по Маршаллу (0,01")	13	12,3	14,7	20,7	22
Сохраненная стабильность по Маршаллу после 24 ч (%)	95	92,2	99,4	95,8	93,1
Воздушные полости в смеси (%)	5,2	4,3	2,4	0,4	0
VMA (%)	17,1	17,7	16,9	16,2	17
Насыщение битумом (%)	76,7	80,5	87,6	97,6	100
Утечка (%)	0,02	0,02	0,04	0,07	0,09

Исходя из результатов, приведенных в табл. 4 и 5, оптимальное содержание битума вычисляли, как описано в вышеупомянутом руководстве MS-2. Оптимальное содержание битума для смесей, содержащих активированный порцелланит, составляет 5%, в то время как для смесей, содержащих целлюлозные волокна, оптимальное содержание битума составляет 5,9%. Таким образом, показано, что активированный порцелланит обеспечивает возможность получения асфальтобетонных смесей с более низким содержанием битума, чем смеси, содержащие целлюлозные волокна, в то же время удовлетворяющих стандартным требованиям. Как указано выше, более низкое содержание битума является предпочтительным как по экономическим причинам, так и в отношении окружающей среды.

Специалистами в области техники будет оценено, что настоящее изобретение не ограничено тем, что приведено и описано выше. Предпочтительно настоящее изобретение включает как комбинации, так и субкомбинации различных свойств, описанных выше, а также их модификации, которые могут прийти в голову специалистам в области техники после прочтения вышеизложенного описания и которых нет в предшествующем уровне техники.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Композиция, используемая в качестве добавки для асфальтобетонных смесей, содержащая порцелланит и четвертичное аммониевое соединение.
2. Композиция по п.1, где упомянутое четвертичное аммониевое соединение содержит по меньшей мере две алкильные цепи из 10-30 атомов углерода.
3. Композиция по п.2, где упомянутое четвертичное аммониевое соединение представляет собой ди(гидрогенизированный жир)диметиламмоний хлорид.
4. Композиция по любому из пп.1-3, содержащая упомянутое четвертичное аммониевое соединение в количестве 1-15% от массы порцелланита.
5. Композиция по п.4, где упомянутое четвертичное аммониевое соединение присутствует в количестве 1-10% от массы порцелланита.
6. Композиция по любому из пп.1-5 в виде порошка, имеющего размер частиц менее 40 мкм.
7. Асфальтобетонная смесь, содержащая агрегаты; битум и добавку, где упомянутая добавка содержит композицию по любому из пп.1-6.
8. Асфальтобетонная смесь по п.7, содержащая 0,2-0,8 мас.% добавки от общей массы агрегата.
9. Асфальтобетонная смесь по п.7 или 8, содержащая 4,5-6,5 мас.% битума от общей массы агрегата.
10. Асфальтобетонная смесь по любому из пп.7-9, представляющая собой щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА).
11. Асфальтобетонная смесь по любому из пп.7-10, где усадка битума составляет менее 0,1%.
12. Асфальтобетонная смесь по любому из пп.7-11, где сохраненная стабильность по Маршаллу после 24 ч составляет по меньшей мере 100%.
13. Способ получения асфальтобетонной смеси, включающий высушивание частиц агрегата; смешивание добавки с частицами агрегата; добавление битума к частицам агрегата и перемешивание до образования гомогенной асфальтобетонной смеси, где упомянутая добавка содержит композицию по любому из пп.1-6.
14. Способ по п.13, где общее время смешивания составляет около 20-100 с.
15. Способ по п.13 или 14, где температура смешивания составляет около 140-170°C.

