Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>
Russian journal of transport engineering

2018, №4, Том 5 / 2018, No 4, Vol 5 <https://t-s.today/issue-4-2018.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/15SATS418.pdf>

DOI: 10.15862/15SATS418 (<http://dx.doi.org/10.15862/15SATS418>)

Статья поступила в редакцию 13.10.2018; опубликована 01.12.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Кочетков А.В. Битумная суспензия на твердом эмульгаторе // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2018 №4, <https://t-s.today/PDF/15SATS418.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/15SATS418

For citation:

Kochetkov A.V. (2018). Bituminous suspension of solid emulsifier. *Russian journal of transport engineering*, [online] 4(5). Available at: <https://t-s.today/PDF/15SATS418.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/15SATS418

УДК 625.7/8:504

ГРНТИ 67.09.45

Кочетков Андрей Викторович

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия

Профессор

Доктор технических наук, профессор

E-mail: soni.81@mail.ru

Битумная суспензия на твердом эмульгаторе

Аннотация. Техническим результатом, достигаемым в результате решения поставленной задачи, является повышение степени дисперсности и однородности битумной композиции при сохранении вязкого агрегатного состояния битума в битумной композиции при ее хранении и транспортировке. Технический результат достигается тем, что в битумной композиции в виде суспензии, включающей дисперсную водную среду и распределенную в ней дисперсную твердую фазу, дисперсная твердая фаза состоит из частиц минерального порошка и частиц из капель битума в вязком агрегатном состоянии, стабилизированных оболочкой из частиц минерального порошка, покрытых структурированным (ориентированным) слоем воды, при следующем соотношении компонентов суспензии, %: частицы из капель битума в вязком агрегатном состоянии, покрытых частицами минерального порошка – 30-45 %; частицы минерального порошка 30-50 %; вода техническая – 15-30 %. В качестве вещества минерального порошка используют, например, карбонатные породы или фосфогипс дигидрат в молекулярном состоянии (из реактора незатвердевший). В качестве твердой дисперсионной фазы используют гидрофильный минеральный порошок, допускается применять в качестве минеральных порошков техногенные побочные продукты промышленного производства (измельченные основные металлургические шлаки, золы уноса, пыль-уноса цементных заводов и др.).

Ключевые слова: битумная суспензия; приготовление; свойства; диспергирование; вязкий битум; эмульгатор; агрегатное состояние; диспергированные асфальтобетонные смеси; минеральный порошок; гидрофильный микропорошок

Введение

Холодная битумная суспензия относится к битумным композициям широкой области применения, в частности, для дорожных и изоляционных работ. Суспензия отличается от битумных паст своей выраженной однородностью, меньшим содержанием воды и малой объемной сжимаемостью.

Специалистам известны ранние публикации по применению холодных битумных композиций [1-6].

Транспортирование битума в горячем жидком виде, в основном железнодорожным, автомобильным и речным транспортом, связано с необходимостью использования специализированной тары, что значительно увеличивает энергетические и транспортные расходы. При выгрузке горячего битума большое его количество оседает на стенках тары, что также приводит к суммарному увеличению затрат на транспортировку битума.

Хранение и транспортирование битума в твердом состоянии, а также последующее его применение очень затратно, так как необходимо принимать меры по стабилизации температурного режима его хранения, использования подходящей для этого упаковки.

Использование битума, хранимого и транспортируемого в твердом состоянии, приводит к усложнению технологического процесса его использования на месте производства работ, увеличению трудо- и энергозатрат, связанных с необходимостью перевода его в жидкое состояние путем нагрева [7, 8].

Битум, относящийся к особо вязким веществам, имеет ряд своих особенностей транспортировки по железной дороге. Практически всегда в конечном случае при его разгрузке потребуется разогрев битума для его последующего слива из цистерны. Транспортировка битума в больших объемах осуществляется в железнодорожных цистернах с паровой рубашкой. Применяемые для изготовления асфальтобетона марки битума при обычной температуре (около 20°C) имеют высокую вязкость, поэтому выгрузка битума была и остается сложной инженерной задачей. Для ее решения необходимо разогревать битум до температуры 110°C-120°C.

Распространенные в настоящее время технологии для решения задач разогрева и слива битума осуществляются следующими способами: разогрев паром, непосредственно через паровую рубашку ж/д цистерны; разогрев при помощи электрической погружной горелки ГЖЭ-55; комплексы для разогрева и нижнего слива; комплексы для разогрева и верхнего слива нефтепродуктов. Эти технологии имеют существенные недостатки:

- требуется сложная инженерная инфраструктура (Обусловлена применением пара в качестве теплоносителя);
- большие потери тепла через внешние поверхности цистерны;
- большая длительность процесса разогрева (несколько суток);
- относительно высокая стоимость оборудования;
- наличие остатков в цистерне (около двух тонн битума);
- невозможность слива неисправных цистерн;
- сложность конструкции системы слива нефтепродукта является фактором, повышающим стоимость и снижающим надежность установки.

Постановка задачи

Композиции на основе битума могут быть в виде, например, холодной эмульсии на жидких эмульгаторах, представляющий собой однородную маловязкую жидкость, состоящую из битума, воды и эмульгатора. Однако высокое содержание в эмульсии воды ограничивает сферу ее использования при необходимости транспортирование ее на дальние расстояния, так как полезным ингредиентом при ее использовании является только битумная составляющая, а вода – транспортным балластом. Поэтому транспортирование балластной составляющей битумной композиции увеличивает стоимость самой композиции и расходы на ее транспортирование.

Для сохранения однородности битумной эмульсии, т. е. исключения возможности слипания частиц битума, требуется использование различных дорогостоящих эмульгаторов и специального оборудования, что усложняет процесс изготовления эмульсии, ее хранение и транспортировку.

В связи с необходимостью перехода битума из твердого агрегатного состояния в жидкое для его использования на месте производства работ битумная композиция в виде твердого битумного материала требует применения специальных технологий и материалов, что приводит к увеличению затрат на производство известной битумной композиции.

Известна битумная композиция в виде эмульсии, включающей битум, воду, одну или несколько систем эмульгаторов и блок-сополимерную композицию, содержащую двухблочный сополимер, при этом битумная эмульсия по настоящему изобретению может быть получена в результате перемешивания битумного компонента с раствором эмульгатора, содержащим одну или несколько систем эмульгаторов, с использованием коллоидальных мельниц или высокосдвиговых мешалок (см. патент РФ № 2459845, МПК C08L 95/00, C04B 26/26, опубл. 27.08.2012 г.).

Известная группа изобретений характеризуется высокими затратами на получение данной композиции, которые обусловлены сложностью технологического процесса ее получения с использованием специализированной техники и необходимостью использования в композиции специализированных эмульгаторов и блок-сополимерных соединений.

Известна битумная композиция в виде твердых частиц битума, покрытых минеральным порошком, получаемая путем образования капель битума с последующим их охлаждением до затвердевания, и нанесения покрытия из минерального порошка на поверхность затвердевших капель битума (см. патент РФ № 2385762, МПК B01J 2/22, опубл. 10.04.2010 г.).

Известен способ получения битумной композиции, заключающийся в нагреве битума, образовании капель битума путем его распыления с помощью закрученной струи воздуха, последующего охлаждения капель битума, смешивание застывших капель битума с частицами минерального порошка, гранулирование битума с одновременным покрытием гранул частицами минерального порошка (см. патент РФ № 2385762, МПК B01J 2/22, опубл. 10.04.2010 г.).

Основным недостатком известных технических решений является получение битумной композиции, в которой битум находится в твердом агрегатном состоянии.

Это приводит к повышенным затратам на организацию технологического процесса изготовления композиции и процесса ее использования на месте производства работ.

При этом процесс получения битумной композиции не обеспечивает требуемую однородность ее состава по размеру фракций твердого битума, что требует увеличивать при использовании на месте производства работ температуру нагрева композиции, для

гарантированного расплава разноразмерных частиц твердой фракции битумной композиции и получения ее однородных свойств по всему объему.

Кроме того, необходимость нагрева битумной композиции для перехода битума из твердого агрегатного состояния в жидкое увеличивает энерго- и трудозатраты процесса ее использования.

Известна битумная композиция в виде твердого битумного материала, содержащего оболочку из диоксида кремния и сердечник из битума (см. патент WO № 2017109401, МПК C08K3/34; C08L95/00; C10C3/14, опубл. 29.06.2017 г.).

Известен способ получения битумной композиции в виде твердого битумного материала при температуре окружающей среды, включающий, по меньшей мере, стадии:

- a) получения эмульсии капель битума в водной фазе;
- b) получение золя диоксида кремния или силикагеля из предшественника оксида кремния, который имеет pH от 4 до 8;
- c) приведение эмульсии капель битума со стадии (a) в контакт с золем диоксида кремния или силикагелем со стадии (b);
- d) подвергая суспензию битума со стадии (c) распылительной обработке (см. патент WO № 2017109401, МПК C08K3/34; C08L95/00; C10C3/14, опубл. 29.06.2017 г.).

Недостатком известных технических решений является сложность получения однородности и требуемой степени диспергирования битумной композиции, что приводит к неоправданно высоким затратам на ее получение.

В связи с необходимостью перехода битума из твердого агрегатного состояния в жидкое для его использования на месте производства работ битумная композиция в виде твердого битумного материала требует применение специальных технологий и материалов, что приводит к увеличению затрат на производство известной битумной композиции.

Известна битумная композиция в виде гранулированного битума содержащего затвердевшие капли битума, покрытые порошкообразующим и разделительным агентом (см. патент US № 5382348, МПК C08K3/04; C08K3/36; C08L95/00; C10C3/14; B32B11/04; B32B11/12; опубл. 17.01.1995 г.).

Известен способ получения битумной композиции в виде гранулированного битума, заключающийся в расплаве битума до жидкого состояния и распылении его в присутствии порошкообразного и разделительного агентов в потоке холодного воздуха (см. патент US № 5382348, МПК C08K3/04; C08K3/36; C08L95/00; C10C3/14; B32B11/04; B32B11/12; опубл. 17.01.1995 г.).

Недостатком известных технических решений также является сложность получения однородности и требуемой степени диспергирования битумной композиции, и применения специальных технологий и материалов при ее использовании на месте производства работ, что приводит к увеличению затрат на производство известной битумной композиции.

Известна битумная композиция в виде твердого битумного материала, содержащего затвердевшие капли битума, покрытые оболочкой из порошка асфальтита (см. патент РФ № 729233, МПК C10C3/14, опубл. 25.04.1980 г.).

Известен способ получения битумной композиции в виде гранулированного битума путем его распыления в потоке охлаждающего воздуха, содержащего опудривающее вещество, в качестве которого используют порошок асфальтита или высокоплавкого битума с

содержанием асфальтенов вес. 40-100 % (см. патент РФ № 729233, МПК C10C3/14, опубл. 25.04.1980 г.).

Основным недостатком известных технических решений являются повышенные затраты на организацию технологического процесса изготовления композиции для получения требуемой степени дисперсности гранулированного битума и однородности композиции. Кроме того, твердое агрегатное состояние битума в композиции приводит к повышению затрат на процесс ее использования на месте производства работ в связи с необходимостью, в первую очередь, нагрева композиции.

Наиболее близким техническим решением к заявляемой битумной композиции является отечественное изобретение – битумная композиция в виде суспензии, включающую жидкую дисперсионную среду и твердую дисперсную фазу, где в качестве дисперсной среды используют воду, а в качестве дисперсной фазы – порошок битума, измельченного при отрицательной температуре в присутствии нерастворимых в воде тел, обладающих в тонкоизмельченном состоянии эмульгирующей (стабилизирующей) способностью в водной среде, при этом величина частиц битума от 50 мкм и ниже (см. патент СССР № 11772, класс 23C2; опубл. 30.09.1929). В известной битумной композиции вода является жидкой дисперсионной средой, а измельченный битум твердой дисперсной фазой.

Недостатком является нетехнологичность, высокая энергоемкость и также сложность изготовления и низкое качество (неоднородность) битумной композиции, которая характеризуется низкой однородностью геометрических показателей микрочастиц битума (диаметр частицы и удельная поверхность). Коэффициент вариации диаметра гранулированных частиц битума может достигать значения 0,3; что требует большего времени и больших энергетических затрат на последующие технологические операции его переработки. Как следствие это приводит к снижению показателей качества (технологических и эксплуатационных свойств) и увеличению риска недостижения целей и требований технологических регламентов, нормативных документов и договоров на выполнение работ. В известной битумной композиции измельченный до необходимой степени дисперсности битум находится в твердом агрегатном состоянии, что приводит к необходимости перевода его в жидкое состояние при его использовании на месте производства работ, т. е. подвергать его нагреву. При этом увеличивается длительность формирования битумной пленки, что также повышает затраты на ее использование и снижает качество производимых работ.

Процесс измельчения до необходимой степени дисперсности твердого битума осуществляется при температуре ниже 0°C, что также приводит к усложнению процесса получения битумной композиции и требует больших затрат энергии.

Решение задачи

Техническим результатом, достигаемым в результате решения поставленной задачи является повышение степени дисперсности и однородности битумной композиции при сохранении вязкого агрегатного состояния битума в битумной композиции при ее хранении и транспортировке.

Технический результат достигается тем, что в битумной композиции в виде суспензии, включающей дисперсную водную среду и распределенную в ней дисперсную твердую фазу, дисперсная твердая фаза состоит из частиц минерального порошка и частиц из капель битума в вязком агрегатном состоянии, стабилизированных оболочкой из частиц минерального порошка, покрытых структурированным (ориентированным) слоем воды, при следующем соотношении компонентов суспензии, %: частицы из капель битума в вязком агрегатном

состоянии, покрытых частицами минерального порошка – 30-45 %; частицы минерального порошка 30-50 %; вода техническая – 15-30 %.

В качестве вещества минерального порошка используют, например, карбонатные породы или фосфогипс дигидрат в молекулярном состоянии (из реактора, незавердевший).

В качестве твердой дисперсионной фазы используют гидрофильный минеральный порошок, допускается применять в качестве минеральных порошков техногенные побочные продукты промышленного производства (измельченные основные металлургические шлаки, золы уноса, пыль-уноса цементных заводов и др.).

При этом частицы из капель битума в вязком агрегатном состоянии, покрытых оболочкой из частиц минерального порошка, имеют, преимущественно, сферическую форму, а размер частиц минерального порошка составляет 10^{-12} – 0,001 мм. В качестве битума используется жидкий, или вязкий или модифицированный битум, а в качестве вещества минерального порошка используют, например, карбонатные породы или фосфогипс дигидрат в молекулярном состоянии (из реактора незавердевший), в качестве твердой дисперсионной фазы используют гидрофильный минеральный порошок.

Это способствует повышению степени дисперсности и однородности битумной композиции путем структурно-механической стабилизации битумной композиции за счет присутствия в суспензии частиц минерального порошка.

Дисперсные системы в виде суспензии относятся свободнодисперсным системам, (в отличие от паст, являющихся связаннодисперсными системами) которые характеризуются свободным перемещением под действием силы тяжести частицы дисперсной фазы, т. е. принципиально термодинамически не устойчивы. Чем выше дисперсность, тем больше свободная поверхностная энергия, тем больше склонность к самопроизвольному уменьшению дисперсности за счет формирования более крупных частиц.

Если диспергирование битума будет происходить непосредственно в дисперсной водной среде, то на границе раздела фаз – «вода – диспергированные частицы капель битума» будут происходить процессы, направленные на уменьшение свободной поверхностной энергии, приводящие к уменьшению дисперсности, т. е. к укрупнению частиц капель битума, что снижает качественные показатели битумной композиции.

Поэтому для получения устойчивых, т. е. длительно сохраняющихся композиций, необходимо не только достигнуть заданной дисперсности, но и создать условия для ее стабилизации.

Битумная суспензия и асфальтовые материалы на ее основе могут находиться в качественно различных состояниях: рыхлом (рисунок 1), пластичном (рисунок 2), текучем (рисунок 3), твердом (рисунки 4, 5).

Рисунок 1. Битумная суспензия в рыхлом состоянии (фото автора)

Рисунок 2. Битумная суспензия в пластичном состоянии (фото автора)

Битумная суспензия в пластичном состоянии обладает способностью под воздействием внешних сил изменять форму (деформироваться) без разрыва сплошности и сохранять приданную ей форму после прекращения этого воздействия.

Рисунок 3. Битумная суспензия в текучем состоянии (фото авторов)

отсев известняка фр. 0-20 мм, известняковый щебень фр. 20-40 мм с пропиткой обработанный битумной суспензией битумной суспензией

Рисунок 4. Твердое состояние образцов щебеночных материалов, обработанных битумной суспензией (фото автора)

Рисунок 5. Твердое состояние образцов грунта, обработанного цементном (8 %) и битумной суспензией (слева 6 %, справа 4 %) (фото автора)

Битумная композиция характеризуется высокой степенью дисперсности и однородностью структуры, за счет ее стабилизации путем распределения в дисперсной фазе из минерального порошка частиц из капель битума в вязком агрегатном состоянии, покрытых оболочкой из того же минерального порошка.

Стабилизирующий эффект заключается в исключении слипания капель битума друг с другом, за счет того, что частицы контактирующих дисперсных фаз – «минеральный порошок: капли битума в вязком агрегатном состоянии, покрытые оболочкой из минерального порошка» – представляют собой один материал.

Это предотвращает непосредственный контакт капель битума в вязком агрегатном состоянии между собой, исключая образование более крупных капель и обеспечивая высокую степень дисперсности и однородность структуры композиции.

Образование мелких дисперсных частиц вязкого битума повышает адгезию битумных частиц к твердым частицам минерального порошка через структурированный слой воды, способствуя образованию вокруг капли вязкого битума оболочки из минерального порошка, при этом комнатная температура, при которой происходит хранение битумной суспензии, способствует длительному сохранению вязкого состояния капли битума внутри оболочки при ее хранении и транспортировке. При этом частицы минерального порошка и оболочка капель вязкого битума из минерального порошка, имея одинаковый знак заряд, не притягиваются друг к другу, исключая их слипание в более крупные частицы.

Частицы минерального порошка, выполняя функцию структурно-механического стабилизатора, создают барьер, препятствующий сближению и объединению в крупные образования частиц капель битума, что повышает степень дисперсности и однородности битумной композиции. Образование вокруг капель остывшего битума до вязкого состояния оболочки из двух фаз – «вода – минеральный порошок» обеспечивает полученной битумной суспензии при ее использовании повышенные свойства морозоустойчивости.

Сохранение в битумной композиции битума в вязком агрегатном состоянии значительно упрощает технологический процесс ее использования на месте выполнения работ.

Для использования полученной битумной композиции достаточно в нее добавить воду и каменный материал (минеральный порошок, отсеб, щебень, песок) по рецептуре в зависимости от направления использования, перемешать, распределить и уплотнить.

Битумная композиция представляет собой суспензию, включающую дисперсную водную среду и распределенную в ней дисперсную твердую фазу в виде частиц минерального порошка и частиц из капель битума в вязком агрегатном состоянии, покрытых оболочкой из минерального порошка.

Структура битумной композиции в виде суспензии представляет собой свободную трехфазную дисперсную систему (рисунок б), состоящую из дисперсной водной среды, и совокупности двух дисперсных твердых фаз, образованных частицами минерального порошка и частицами, образованными каплями битума в вязком агрегатном состоянии, покрытых оболочкой из минерального порошка, которые практически не смешиваются и не реагируют друг с другом химически.

Рисунок 6. Структурная модель битумной суспензии (рисунок автора)

При этом частицы минерального порошка, выполняя функцию структурно-механического стабилизатора, создают барьер, препятствующий сближению и объединению в крупные образования частиц капель битума, что повышает степень дисперсности и однородности битумной композиции и обуславливает постоянство агрегатного состояния каждой фазы дисперсной системы – дисперсной среды и дисперсной фазы, на протяжении всего цикла существования данной дисперсной системы.

В качестве вещества минерального порошка в битумной композиции и в способе ее получения используют, например, карбонатные породы, например, в соответствии с ГОСТ Р 52129-2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия.

Устойчивость карбонатных пород к воздействию активной среды обуславливает их предпочтительное использование в качестве вещества минерального порошка в битумной композиции. В качестве вещества минерального порошка используют, например, свежий фосфогипс дигидрат в молекулярном состоянии (из реактора незатвердевший), в составе которого находится не менее 90 % сульфата кальция (CaSO_4), представляющий собой сыпучий, мелкодисперсный продукт с размером частиц от 100 мкм.

В битумной композиции и способе ее получения в качестве твердой дисперсионной фазы возможно использование активированного минерального порошка, например, активированного механически посредством помола или активированного по технологии физико-химической активации посредством помола в среде поверхностно-активных веществ. Тонкое измельчение твердых пород всегда сопровождается увеличением запаса свободной (внутренней и поверхностной) энергии измельченного продукта, под действием механических сил вещества изменяют свой состав или строение. Такую активацию целесообразно проводить при необходимости придания битумной композиции специфических свойств для конкретного процесса ее дальнейшего использования. Таким образом, чисто физические процессы трения или измельчения, связанные с приложением механических сил, становятся причиной изменения реакционной способности твердых веществ минерального материала, что способствует ускорению процесса диспергирования частиц вязкого битума при их взаимодействии.

Размер частиц минерального порошка в битумной композиции и способе ее получения может составлять 10^{-12} – 0,001 мм, определен эмпирически исходя из требуемой дисперсности и плотности композиции. При этом максимальный размер определяется согласно требованиям ГОСТ Р 52129-2003, а нижний размер определяется технологическими возможностями измельчения минерального порошка или размерами молекул минерального вещества, находящегося в свободно-молекулярном состоянии, например, реакторный фосфогипс дигидрат, представляющий собой сыпучий, мелкодисперсный продукт.

Битумная композиция в состоянии суспензии в закрытой емкости может храниться десятки лет (более 37 лет, подтверждено личным экспериментом автора) без потери своих технологических и эксплуатационных свойств.

В 2018 г. авторами получен патент на диспергированные опудренные молекулярным фосфогипсом дигидратом микрокапли битума с диаметром меньше микрометра в водной среде [1].

Молекулярный фосфогипс дигидрат выполняет роль прямого твердого эмульгатора и опудривателя.

Обсуждение результатов

Ремонт асфальтобетонного покрытия превращается в штукатурные работы. Пример тестового эксперимента по определению времени превращения диспергированного состояния битумной суспензии из вязкого битума в пленочное представлен на рисунке 7. Время превращения суспензии в пленочное состояние составило 1,5-2 часа.

Рисунок 7. Пример тестового эксперимента по определению времени превращения диспергированного состояния битумной суспензии в пленочное (распределение шпателем)

Очистки от пыли и просушки ремонтируемого дорожного покрытия не требуется. Материал приспособлен к влажным и запыленным поверхностям. Его можно использовать и при горячей технологии на АБЗ без битумного хозяйства – подавать вместо битума холодную битумную суспензию. На асфальтобетонном заводе отпадает необходимость в битумном хозяйстве в классическом понимании: битумохранилище, битумный насос, теплоизолированный битумопровод, битумный котел для обезвоживания битума, расходный битумный котел. Битумное хозяйство является наиболее сложным, материалоемким и энергоемким комплексом асфальтобетонного завода.

По аналогичной технологии¹ [9-24] в Саратовской области в восьмидесятых годах прошлого века под руководством профессора Н.А. Горнаева и О.Н. Распорова ежегодно строились десятки километров дорог, даже шестиполосные. Десятки километров дорожных покрытий из холодных асфальтобетонных смесей были сделаны в это время и на территории Советского Союза (Молдавия, Крым, Краснодар, Мангышлак, Караганда, Оренбург, Уфа, Абакан и др.). При участии авторов разработаны ТУ 218 РСФСР 583-87 Смеси асфальтобетонные дорожные холодные с вязким битумом, Рекомендации по технологии производства и применения холодных асфальтобетонных смесей с диспергированным битумом. Одобрены Главдортехом Министерства автомобильных дорог РСФСР (письмо от 14.07.87 № ГПТУ-1-2/362). Москва 1987 и СТО 30121876-02-2018 Холодные мастики и битумоминеральные смеси с дисперсным битумом, асфальтобетон на их основе. Технические условия.

Степень диспергации битума в битумной суспензии меньше 1 мкм. Диспергированные капли битума после уплотнения в пределе приобретают свойства пленок на поверхности минеральных частиц.

Срок службы таких асфальтобетонных покрытий – на один год больше, чем асфальтобетон по горячей технологии.

Это позволяет, например, решить задачу однородного и воспроизводимого распределения фиброволокна в асфальтобетонной смеси.

При уплотнении рабочей смеси вода из композиции выводится на поверхность и в дальнейшем испаряется, а частицы вязкого битума в оболочке из минерального материала разрушаются, и дают в пределе обычное пленочное покрытие минеральных частиц в виде мастики, различных видов асфальтобетона, и других асфальтовых материалов.

Выводы

На основе битумной суспензии можно создавать мастики для заделки трещин, холодные смеси для ямочного ремонта, пропиточные составы, разнообразные асфальтобетонные смеси, например, литые холодные асфальтобетонные смеси или ЦМА без стабилизатора (например, целлюлозы).

---

¹ А.с. 883221 СССР. Способ приготовления битумоминеральной смеси. Н.А. Горнаев, В.П. Калашников, А.Ф. Иванов. Оpubл. в Б.И. 1981. – № 43.

Патент РФ № 2351703. Способ приготовления холодной органоминеральной смеси для дорожных покрытий. Горнаев Н.А., Никишин В.Е., Евтеева С.М., Андронов С.Ю., Пыжов А.С. Публикация патента 10.04.2009.

Пат. 2285707 Российская Федерация. Способ изготовления битумосодержащих смесей с минеральным компонентом / А.В. Светенко, К.М. Страчков, Н.А. Горнаев; заявл. 16.05.2005; опубл. 20.10.2006, Бюл. № 29. – 7 с.

Решена задача однородного и воспроизводимого распределения фиброволокна в асфальтобетонной смеси.

Автором получен патент на эту технологию². Подана заявка № 2018132319 от 19.09.2018 г. на выдачу патента на изобретение «Битумная композиция и способ получения битумной композиции», патентообладатель Кочетков А.В., авторы Кочетков А.В, Андронов С.Ю., Васильев Ю.Э., Иванов А.Ф., Кокодеева Н.Е., Коротковский С.А., Струков А.А., Талалай В.В.

ЛИТЕРАТУРА

1. Раб, И.И. Исследование порошкообразных эмульгаторов и битумных паст, используемых в холодном асфальтобетоне: автореф. дис. канд. техн. наук. – Омск, 1975. – 29 с.
2. Раб, И.И. Исследование влияния технологии приготовления смеси на основе битумных паст и условий их формирования на свойства холодных асфальтобетонов / И.И. Раб // Тр. СоюздорНИИ. 1976. № 87. – С. 63-69.
3. Хавкин, Б.М. Определение распада битумных эмульсий в смесях / Б.М. Хавкин // Тр. СоюздорНИИ. 1976. № 27. – С. 70-74.
4. Никишина, М.Ф. Битумные и дегтевые пасты как дорожно-строительный материал: дис. канд. техн. наук / Никишина М.Ф. 1946. – 254 с.
5. Семашко, Н.С. К вопросу использования гравийного материала для приготовления холодного асфальтобетона / Н.С. Семашко // Применение местных материалов в дорожном строительстве БССР. – М.: Транспорт, 1966. – С. 216-223.
6. Коновалов, М.Г. Дорожные эмульсии, их приготовление и применение / М.Г. Коновалов, Г.М. Ильяшов. – М.: Изд-во ГУШОСДОРА, 1938. – 278 с.
7. Статистические методы организации контроля качества при производстве дорожно-строительных материалов / Кочетков А.В., Васильев Ю.Э., Каменев В.В., Шляфер В.Л. // Качество. Инновации. Образование. 2011. № 5 (72). – С. 46-51.
8. Методологические основы оценки технических рисков / Кокодеева Н.Е., Талалай В.В., Кочетков А.В., Аржанухина С.П., Янковский Л.В. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2012. № 28 (47). – С. 126-134.
9. Андронов С.Ю., Трофименко Ю.А., Кочетков А.В. Технология производства холодного композиционного щебеночно-мастичного асфальта с дисперсным битумом // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Т. 8, №2 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/105TVN216.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. англ., рус. DOI: 10.15862/105TVN216.
10. Андронов С.Ю. Технология дисперсно-армированного композиционного холодного щебеночно-мастичного асфальта / С.Ю. Андронов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017 г. № 4. – С. 67-71.
11. Горнаев, Н.А. Исследование асфальтового бетона на битумных эмульсиях: дис. канд. техн. наук / Горнаев Николай Алексеевич. Харьков, 1963. – 200 с.

---

² Патент РФ № 2662493 Способ получения битумной эмульсии и битумная эмульсия. Патентообладатель А.В. Кочетков. Опубл. 26.07.2018 Бюл. № 21.

12. Горнаев, Н.А. Взаимодействие битума с влажными минеральными материалами / Н.А. Горнаев // Изв. вузов. Строительство и архитектура. 1967. № 12. – С. 137-139.
13. Горнаев, Н.А. Смачивание в системе битум-вода-воздух / Н.А. Горнаев, Е.Н. Горнаева // Изв. вузов. Строительство и архитектура. 1973. № 4. – С. 133-134.
14. Горнаев, Н.А. Особенности механизма стабилизации битумных паст / Н.А. Горнаев, В.П. Калашников // Опыт инженерно-экономических исследований в строительстве. Саратов: СГТУ, 1978. Ч. 2. – С. 23-27.
15. Горнаев, Н.А. О теории и практики эмульгирования битумных паст / Н.А. Горнаев // Изв. вузов. Строительство и архитектура. 1972. № 3. – С. 135-137.
16. Горнаев, Н.А. Технология асфальта с дисперсным битумом: учебное пособие / Н.А. Горнаев. Саратов, 1997. – 61 с.
17. Горнаев, Н.А. Эмульгирующая способность минеральных порошков / Н.А. Горнаев, В.П. Калашников // Проблемы транспорта и транспортного строительства: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2004. – С. 156-158.
18. Горнаев, Н.А. Исследование технологии битумных паст / Н.А. Горнаев, В.П. Калашников // Строительные материалы. Труды СПИ. Саратов, 1976. № 92. – С. 92-96.
19. Иванов, А.Ф. Технология, структурообразование и свойства асфальтобетона с дисперсным битумом: дис. канд. техн. наук / Иванов Александр Федорович. Саратов, 1986. – 172 с.
20. Потапов, А.В. Процессы структурообразования и структурно-механические свойства цементасфальтобетона: дис. канд. техн. наук. Саратов, 1987. – 241 с.
21. Никишин, В.Е. Технология регенерированного асфальта с дисперсным битумом: дис. канд. техн. наук. – Саратов, 2000. – 182 с.
22. Страчков, К.М. Смачивание воды битумом / Н.А. Горнаев, К.М. Страчков // Проблемы транспорта и транспортного строительства: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2004. – С. 161-164.
23. Страчков, К.М. Стабилизация битумных эмульсий на твердых эмульгаторах / Н.А. Горнаев, К.М. Страчков // Проблемы транспорта и транспортного строительства: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2004. – С. 164-167.
24. Страчков, К.М. О предельном содержании битума в битумных эмульсиях на твердых эмульгаторах / К.М. Страчков // Проблемы транспорта и транспортного строительства: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2006. – С. 181-183.

Kochetkov Andrey Viktorovich

Perm national research polytechnical university, Perm, Russia

E-mail: soni.81@mail.ru

Bituminous suspension of solid emulsifier

Abstract. The technical result achieved as a result of solving the problem is to increase the degree of dispersion and homogeneity of the bitumen composition while maintaining the viscous aggregate state of the bitumen in the bitumen composition during its storage and transportation. The technical result is achieved by the fact that in the bitumen composition in the form of a suspension comprising a dispersed aqueous medium and a dispersed solid phase distributed therein, the dispersed solid phase consists of mineral powder particles and particles from bitumen droplets in a viscous aggregate state stabilized by a shell of mineral powder particles coated with a structured (oriented) layer of water, at the following ratio of the suspension components, %: particles from bitumen droplets in a viscous aggregate state, coated with mineral powder particles – 30-45 %; mineral powder particles 30-50 %; technical water-15-30 %. As a substance of mineral powder used, for example, carbonate rock or phosphogypsum dihydrate in the molecular state (from the reactor nezabitoivskiy). As a solid dispersion phase, hydrophilic mineral powder is used, technogenic by-products of industrial production (crushed basic metallurgical slags, fly ash, dust-entrainment of cement plants, etc.) can be used as mineral powders.

Keywords: bitumen suspension; preparation; properties; dispersion; viscous bitumen; emulsifier; aggregate state; dispersed asphalt concrete mixtures; mineral powder; hydrophilic micro powder

REFERENCES

1. Rab I.I. (1975). Issledovanie poroshkoobraznykh ehmul'gatorov i bitumnykh past, ispol'zuemykh v kholodnom asfal'tobetone. [*The study of powdered emulsifiers and bitumen pastes used in cold asphalt concrete.*] Omsk, p. 29.
2. Rab I.I. (1976). Study of the influence of the technology of making a mixture based on bitumen pastes and the conditions of their formation on the properties of cold asphalt concrete. *SoyuzdorNII*, 87, pp. 63-69 (in Russian).
3. Khavkin B.M. (1976). Determination of the decomposition of bitumen emulsions in mixtures. *SoyuzdorNII*, 27, pp. 70-74 (in Russian).
4. Nikishina M.F. (1946). Bitumnye i degtevye pasty kak dorozhno-stroitel'nyy material. [*Bituminous and tarry pastes as a road building material.*] p. 254.
5. Semashko N.S. (1966). K voprosu ispol'zovaniya graviynogo materiala dlya prigotovleniya kholodnogo asfal'tobetona. [*On the use of gravel material for making cold asphalt concrete.*] Moscow: Transport, pp. 216-223.
6. Konovalov M.G., Il'yashov G.M. (1938). Dorozhnye ehmul'sii, ikh prigotovlenie i primeneniye. [*Road emulsions, their preparation and use.*] Moscow: Publishing house GUSHOSDOR, p. 278.
7. Kochetkov A.V., Vasil'ev Yu.Eh., Kamenev V.V., Shlyafar V.L. (2011). Statistical methods of quality control organization in the production of road-building materials. *Quality. Innovation. Education*, 5(72), pp. 46-51 (in Russian).
8. Kokodeeva N.E., Talalay V.V., Kochetkov A.V., Arzhanukhina S.P., Yankovskiy L.V. (2012). Methodological bases of technical risk assessment. *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering*, 28(47), pp. 126-134 (in Russian).

9. Andronov S.Yu., Trofimenko Yu.A., Kochetkov A.V. (2018). Technology for the production of cold composite mastic asphalt with dispersed bitumen. *Naukovedenie*, [online] 2(8). Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/105TVN216.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/105TVN216.
10. Andronov S.Yu. (2017). The technology of dispersion-reinforced composite cold stone-mastic asphalt. *Bulletin of Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov*, 4, pp. 67-71 (in Russian).
11. Gornaev N.A. (1963). Issledovanie asfal'tovogo betona na bitumnykh ehmul'siyakh. [*The study of asphalt concrete on bitumen emulsions.*] p. 200.
12. Gornaev N.A. (1967). Interaction of bitumen with wet mineral materials. *Proceedings of universities. Construction and architecture*, 12, pp. 137-139 (in Russian).
13. Gornaev N.A. (1973). Bitumen-water-air wetting. *Proceedings of universities. Construction and architecture*, 4, pp. 133-134 (in Russian).
14. Gornaev N.A. (1978). Osobennosti mekhanizma stabilizatsii bitumnykh past. [*Features of the mechanism of stabilization of bituminous pastes.*] Saratov: Saratov State Technical University, pp. 23-27.
15. Gornaev N.A. (1972). On the theory and practice of emulsification of bitumen pastes. *Proceedings of universities. Construction and architecture*, 3, pp. 135-137 (in Russian).
16. Gornaev N.A. (1978). Tekhnologiya asfal'ta s dispersnym bitumom. [*Asphalt technology with dispersed bitumen.*] Saratov, p. 61.
17. Gornaev N.A. (2004). Ehmul'giruyushchaya sposobnost' mineral'nykh poroshkov. [*Emulsifying ability of mineral powders.*] Saratov: Saratov State Technical University, pp. 156-158.
18. Gornaev N.A. (1976). Study of technology of bitumen pastes. *Construction materials. SPI proceedings*, 92, pp. 92-96 (in Russian).
19. Ivanov A.F. (1987). Tekhnologiya, strukturoobrazovanie i svoystva asfal'tobetona s dispersnym bitumom. [*Technology, structure formation and properties of asphalt concrete with dispersed bitumen.*] Saratov, p. 172.
20. Potapov A.V. (1987). Protsessy strukturoobrazovaniya i strukturno-mekhanicheskie svoystva tsementoasfal'tobetona. [*Structure formation processes and structural and mechanical properties of cement asphalt concrete.*] Saratov, p. 241.
21. Nikishin V.E. (2000). Tekhnologiya regenerirovannogo asfal'ta s dispersnym bitumom. [*Reclaimed asphalt technology with dispersed bitumen.*] Saratov, p. 182.
22. Gornaev N.A., Strachkov K.M. (2004). Smachivanie vody bitumom. [*Bitumen wetting.*] Saratov: Saratov State Technical University, pp. 161-164.
23. Gornaev N.A., Strachkov K.M. (2004). Stabilizatsiya bitumnykh ehmul'siy na tverdykh ehmul'gatorakh. [*Stabilization of bitumen emulsions on solid emulsifiers.*] Saratov: Saratov State Technical University, pp. 164-167.
24. Strachkov K.M. (2006). O predel'nom sodержanii bituma v bitumnykh ehmul'siyakh na tverdykh ehmul'gatorakh. [*On the limiting bitumen content in bitumen emulsions on solid emulsifiers.*] Saratov: Saratov State Technical University, pp. 181-183.