

Аннотация

Тема бакалаврской работы: Получение стойких парафиновых эмульсий для защиты бетона.

Цель работы – выполнить теоретическое обоснование причин разрушения асфальтобетона, методов получения парафиновой эмульсии, разработать оптимальный состав эмульсии устойчивой к расслоению.

В первой части работы описаны причины разрушения асфальтобетонных покрытий и способы их ремонта. Также представлены устройства для нанесения защитной эмульсии на поверхность бетона.

Во второй части бакалаврской работы обращено внимание на способы получения парафиновых эмульсий для защиты асфальтобетонных покрытий. Также изучены свойства эмульсий. В качестве прототипа для эксперимента был выбран один из изученных патентов.

В третьей части работы описаны эксперименты и приведены результаты экспериментов, проведенных с целью исследования способа получения парафиновой эмульсии.

Можно сделать вывод, что эксперимент по получению парафиновой эмульсии прошел успешно.

Примененная методика подтвердила, что с учетом соотношения компонентов возможно получение устойчивой парафиновой эмульсии.

Бакалаврская работа состоит из 55 страниц, в том числе 24 рисунков, 3 таблиц, 49 списка литературы, в том числе 5 зарубежных источников.

Ключевые слова: эмульсия, парафиновая эмульсия, строительство и ремонт дорог, бетон, бетонные покрытия, защита асфальтобетонных покрытий, способы получения парафиновых эмульсий.

Abstract

The title of the bachelor's thesis is Getting resistant paraffin emulsions for protection of concrete.

The aim of the work was to give some information about methods of obtaining paraffin emulsions for protection of asphalt concrete surfaces.

In the first part of the work, we described the causes of destruction of asphalt concrete surfaces and methods of their repair. We also presented the devices for applying the protective emulsion on the surface of the concrete.

In the second part of the bachelor's thesis, we paid attention to the methods of obtaining paraffin emulsions for protection of asphalt concrete surfaces. We also studied properties of emulsions. As a prototype for the experiment, one of the studied patents was selected.

In the third part of the work, we described the experiments and reported the results of the experiments carried out to study the method of obtaining the paraffin emulsion.

It can be concluded that the experiment on obtaining the paraffin emulsion was successful.

The technique applied has confirmed that taking into account the ratios of components, it is possible to obtain a stable paraffin emulsion.

The bachelor's thesis consists of 55 pages, including 24 figures, 3 tables, the list of 49 references including 5 foreign references.

Содержание

Введение.....	6
1 Асфальтобетонные покрытия.....	7
1.1 Классификация асфальтобетонных покрытий.....	7
1.2 Укладка асфальтобетонного покрытия.....	8
1.3 Дефекты асфальтового покрытия и их устранение.....	10
1.4 Стандарт на ямы и выбоины.....	14
1.5 Причины появления трещин и разломов.....	15
1.6 Ремонт асфальтобетонного покрытия.....	16
1.6.1 Ямочный ремонт.....	16
1.6.2 Укладка слоя износа.....	19
1.7 Способы укладки асфальта зарубежом.....	20
1.8 Пропитки для асфальтобетонного покрытия.....	22
1.8.1 Пропитка LAS-320.....	22
1.8.2 Водоудерживающая эмульсия для бетона ИЗОЛА CURE.....	24
1.8.3 Пропитка «Дорсан».....	25
1.9 Устройства для распыления эмульсии.....	26
1.9.1 Ручной гудронатор.....	26
1.9.2 Автоматический гудронатор.....	29
1.10 Погодные условия для нанесения эмульсии на асфальтобетон.....	32
1.11 Статистика ДТП за 2017 год.....	32
2 Анализ парафиновых эмульсий.....	34
2.1 Классификация эмульсий.....	34
2.2 Свойства и применение эмульсий.....	35
2.2.1 Дисперсность парафиновых эмульсий.....	35
2.2.2 Вязкостные и электрические свойства.....	36
2.2.3 Седиментационная устойчивость эмульсии.....	37
2.2.4 Агрегативная устойчивость эмульсий.....	37

2.2.5 Применение эмульсий	38
2.3 Эмульгаторы	38
2.3.1 Полипетрофильм	39
2.3.2 Неонол АФ 9-12	39
2.4 Методы получения эмульсий.....	40
2.4.1 Конденсационные методы	40
2.4.2 Диспергационные методы.....	40
2.5 Действующие патенты.....	42
3 Экспериментальная разработка метода получения парафиновой эмульсии.....	44
3.1 Методика экспериментов	44
3.2 Результаты экспериментов.....	45
3.3 Технология получения парафиновой эмульсии.....	49
Заключение	51
Список используемых источников.....	52

Введение

В наше время наблюдается движение огромного количества транспортных средств, для которых необходимы качественные дорожные покрытия. Проблема их разрушения очень актуальна. Для решения данной проблемы необходимо разработать состав для защиты дорог от разрушения. Основной причиной разрушения асфальтобетонного покрытия является проникновение воды в поры асфальта, изменение ее структуры при замерзании, что ведет к расширению в порах. Многократное повторение данных процессов зачастую и приводят к коррозии бетонного покрытия. По мере понижения температуры вода в порах постепенно замерзает, возрастает давление в порах асфальтобетона и ускоряется его разрушение.

Путь проникновения воды в асфальтобетон зависит от системы капилляров, повышение морозостойкости бетона следует искать в улучшении его структуры — уменьшении общей пористости и формировании в нём закрытой пористости вместо открытой.

Защита асфальтобетонного покрытия от разрушения крайне важна. Необходима обработка покрытий водоотталкивающими эмульсиями для предотвращения попадания влаги в поры, что приводит к неисправности дорог и в свою очередь может, в дальнейшем, повлечь за собой аварии с человеческими жертвами.

Цель: разработка состава стойкой при хранении парафиновой эмульсии с использованием доступного отечественного сырья.

Задачи:

- 1) выполнить теоретическое обоснование методов получения парафиновой эмульсии;
- 2) провести экспериментальные исследования для выявления оптимального состава эмульсии без расслоения;
- 3) предложить оптимальную технологическую схему.

1 Асфальтобетонные покрытия

На рисунке 1 представлен состав асфальтобетонного покрытия, состоящего из:

- 1) слоя песка;
- 2) слоя щебня;
- 3) слоя асфальта.

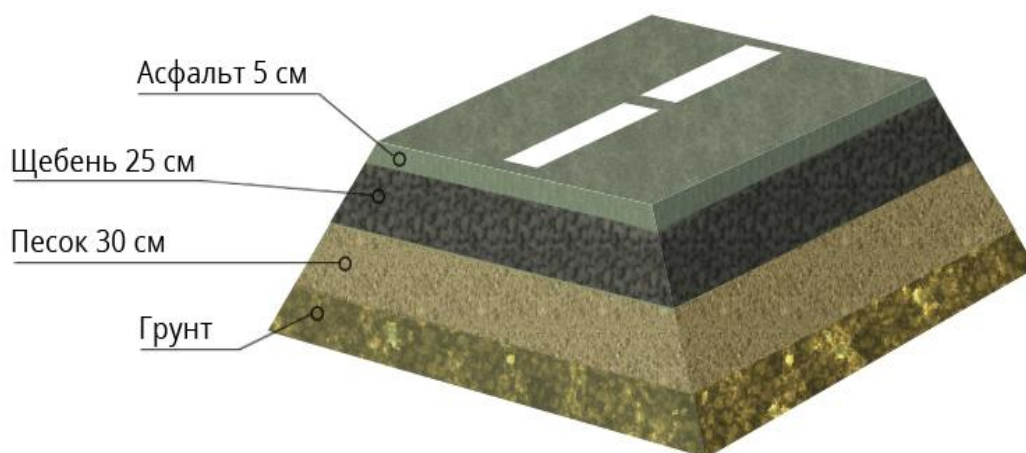


Рисунок 1 – Состав асфальтобетонного покрытия

1.1 Классификация асфальтобетонных покрытий

Асфальтовые составы по температуре укладки подразделяются на два типа:

1) Покрытия горячего типа укладывают при температуре выше 140 градусов. Горячее асфальтовое покрытие отличается высокой прочностью, поэтому его применяют для укладки дорог, городских улиц и площадей.

2) Холодный асфальт готовят с использованием битумов, у которых понижена вязкость. Холодный материал укладывают при температуре от 80 до

120 градусов. Асфальтовые покрытия такого рода используются во дворах, на тротуарах и местах, которые не подвергаются большим нагрузкам.

Все асфальтовые смеси делятся на три класса по размеру зерен минеральных компонентов:

1) Первый класс – это крупные зерна. Самые большие из них могут достигать четырех сантиметров. Материал такого калибра подходит для укладки трасс. Он способен выдерживать движение большого количества грузовых автомобилей.

2) Второй класс – это средние зерна. Самый большой их размер может составлять 25 миллиметров. Такой материал применяют для облагораживания пешеходных улиц и площадей.

3) Третий класс – это мелкие зерна. Частицы смеси не превышают размера в пятнадцать миллиметров. Мелкая фракция позволяет добиться плотного прилегания зерен друг к другу. Поэтому в процессе утрамбовывания поверхность получается идеально ровной. Покрытие такого класса подходит для облагораживания дворов и площадок для спорта [38].

1.2 Укладка асфальтобетонного покрытия

Укладка асфальта – это многоступенчатый технологический процесс. Выполнять его непросто, особенно в холодное время года. Если стандарты будут нарушены, то расход материалов повысится, а покрытие быстрее придёт в непригодность.

Рабочий процесс начинается с того, что местность тщательно размечают. Асфальт должен быть на одном уровне с землей. Именно поэтому вначале подготавливают сам грунт. Самую рыхлую его часть снимают при помощи бульдозера. Получается как бы ванна для укладки материала. Ее дно засыпают песком, который уплотняют при помощи виброкатка и накрывают особым материалом – геотекстиль. Его функция заключается в том, чтобы препятствовать проваливанию щебня в песчаный слой. За счет этого повышается уровень прочности.

Асфальт укладывается либо на жесткое основание из бетона, либо на щебневую подушку. Для ее подготовки используют щебень трех видов. Вначале засыпается самый крупный вид, а потом средний и мелкий. По мере подсыпания каждый из слоев утрамбовывается при помощи катка. Когда подушка будет готова, ее необходимо полить эмульсией из битума.

Заключительным этапом является укладка асфальта, который тщательно перемешивают с мелким песком и мукой из камня. Смесь нагревают до нужной температуры и укладывают слоями. Каждый из них должен быть примерно семь сантиметров толщиной. В процессе укладки используют асфальтоукладчик, который оснащен множеством датчиков и собственным компьютером. По завершению процесса готовое покрытие снова поливается битумной эмульсией [43].

Технология укладки зависит от типа материала, который будет использоваться в процессе. К примеру, горячий асфальт укладывают совсем не так, как холодный. Обновление существующего покрытия выполняется по иной технологии. В этом случае нет необходимости делать новое основание. Нужно либо снять старое покрытие, либо обеспечить качественное сцепление старого и нового слоев. Нельзя укладывать асфальт в дождливую погоду. Это приведет к быстрому остыванию состава, что помешает уплотнить его соответствующим образом.

Если укладка асфальта будет происходить в зимнее время, то необходимо использовать теплый асфальтобетон. Его главное отличие заключается в содержании специальных присадок.

Укладку холодным асфальтом используют при ямочном ремонте. Холодное покрытие достигает необходимой прочности благодаря сжатию. Готовую смесь укладывают на нужный участок и трамбуют при помощи тяжелой техники. По окончании ремонтных работ движение транспорта полностью восстанавливается, что способствует повышению прочности уложенной смеси. Холодный асфальт можно укладывать при любых погодных

условиях. Данная технология позволяет минимизировать количество отходов. Материал, который останется, можно будет использовать в дальнейшем [38].

1.3 Дефекты асфальтового покрытия и их устранение

1) Короткие волны, повторяющиеся через каждые полметра (рисунок 2). Состав неравномерно подается на шнековые питатели укладчика. Давление выглаживающей плиты на поверхность постоянно меняется. Для устранения изъяна необходимо обратить внимание на температуру состава и его стабильность, осмотреть элементы питания асфальтоукладчика и саму выглаживающую плиту.



Рисунок 2 – Короткие волны на дорожном покрытии

2) Волны длинного типа (рисунок 3) возникают из-за колебаний состава и его температуры. Также причина может крыться в резких изменениях движения катка. Этот изъян может являться отражением неровностей самого основания. Устраняется дефект путем контроля работы укладываемых механизмов и качества рабочего состава.

3) Разрывы посередине уложенного слоя, по его краям и по всей поверхности (рисунок 4). Здесь виноват, скорее всего, сам асфальтоукладчик, а точнее его выглаживающая плита. Также деформирование покрытия может

происходить из-за низкой температуры рабочего состава и присутствия в нем посторонних компонентов. Устранить разрывы можно путем строгого контроля работы укладываемого оборудования. Одиночные разрывы латают только путем засыпания горячей смеси непосредственно перед дорожным катком.



Рисунок 3 – Длинные волны на дорожном покрытии



Рисунок 4 – Разрывы на дорожном покрытии

4) Неравномерная текстура поверхности (рисунок 5). Этот дефект появляется из-за того, что состав расслаивается, понижается его температура или он неправильно подается на укладчик. Чтобы устранить изъян, нужно

определить причину его появления и проконтролировать работу асфальтоукладчика.



Рисунок 5 – Неравномерная текстура поверхности

5) Растрескивание (рисунок 6). Данный дефект может проявиться в самом начале укаточного процесса. Проблема может крыться в чрезмерной пластичности состава или его высокой температуре. Реже поверхность трескается из-за большой температурной разницы между смесью и основанием. В этом случае асфальтовый состав проверяется и корректируется, подправляется уплотняющий режим, заменяются звенья дорожных катков.



Рисунок 6 – Растрескивание поверхности

б) Битумные пятна на поверхности (рисунок 7). Этот изъян возникает в самом начале эксплуатации. Это может сделать покрытие более скользким, особенно, если идет дождь. Причиной такого дефекта является слишком большое количество битума в составе смеси, ее расслоение, присутствие в ней воды. Возможно, что в самом основании содержится слишком много битума. Устранить этот недостаток можно путем контроля уровня влаги и битума в смеси, изменения ее состава. В крайнем случае, жирные пятна можно посыпать мелким песком.



Рисунок 7 – Битумные пятна на асфальте

7) Низкое качество швов соприкасания полос (рисунок 8). Такая неприятность может произойти в том случае, если не соблюдать правила укладки. Естественно, что устраняется она путем строгого соблюдения технологии укладки асфальтового покрытия. Также специалисты рекомендуют разогревать холодные спайки газовыми горелками, а затем подкатывать их катком.

8) Продольные трещины (рисунок 9). Изъян такого рода возникает по причине того, что нижний слой плохо утрамбован. Когда каток движется, то этот слой смещается. В результате этого и появляются трещины. Устранить дефект можно лишь частично, и то пока смесь еще не остыла [38].

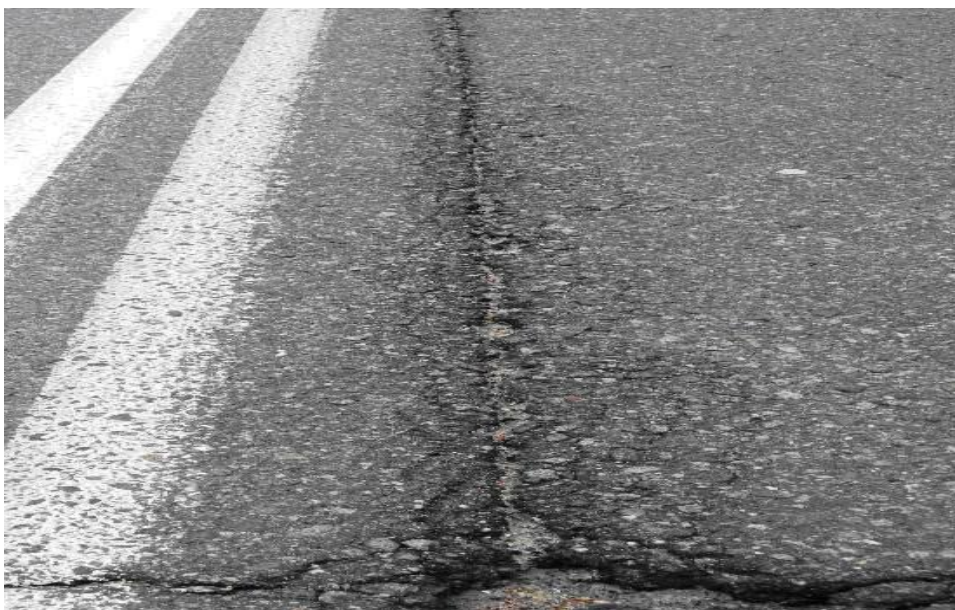


Рисунок 8 – Низкое качество швов соприкасания полос



Рисунок 9 – Продольные трещины на поверхности

1.4 Стандарт на ямы и выбоины

Весной на дорогах, появляется много ям. На все ямы существует ГОСТ Р 50597-93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения» [5], в котором прописаны предельные размеры ям.

Стандарт для ям: предельные размеры отдельных просадок, выбоин не должны превышать по длине 15 см, ширине - 60 см и глубине - 5 см [41].

1.5 Причины появления трещин и разломов

1) Замерзание воды внутри покрытия. Горячий уплотненный асфальтобетон, из которого построено большинство автомобильных дорог, имеет пористую структуру. Во время дождей, прорыва водопровода или канализации поверхность дорожной одежды покрывается водой. Как показано на рисунке 10 вода проникает в поры и остается там. Понижение температуры до отрицательных значений приводит к образованию льда в порах. Лед разрывает материал покрытия, образуя трещины и выбоины.

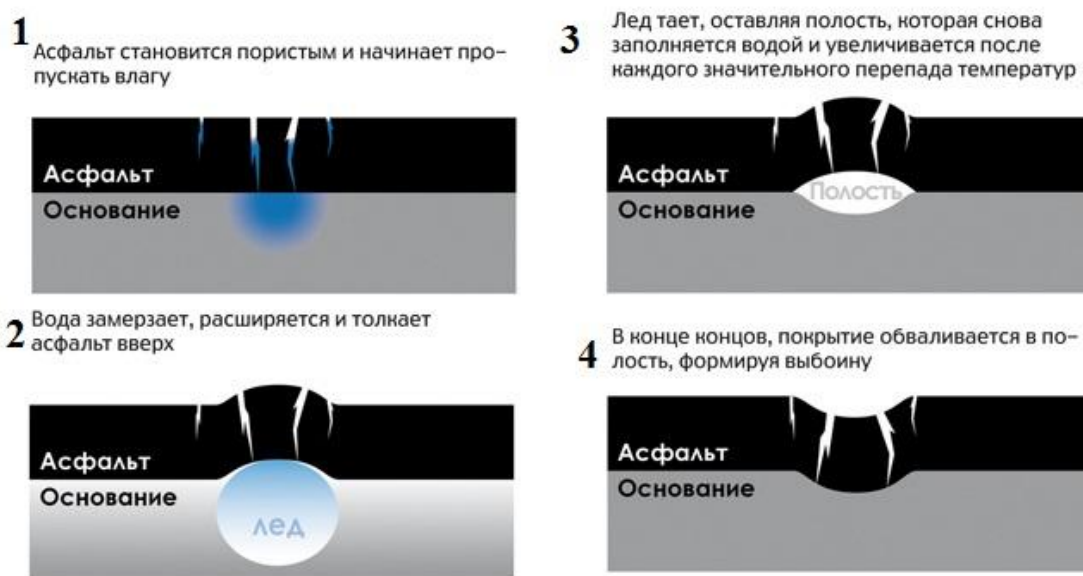


Рисунок 10 – Схема разрушения асфальтового покрытия

2) Неправильный состав асфальтобетонной смеси. При нарушении состава асфальтобетонной смеси (АБС) на асфальтобетонном заводе готовая смесь не имеет нужной прочности. К потере прочности может привести использование неподходящего или непромытого щебня, битума, минеральных порошков, грязного песка и иных присадок.

3) Нарушение технологии укладки АБС. К основным нарушениям технологии укладки относятся: излишнее охлаждение смеси, плохая подготовка основания, укладка во время дождя или при температурах ниже расчётных.

4) Нарушение технологии укладки основания. Недостаточное уплотнение, неверный выбор материала или конструкции основания приведут к тому, что основание даст усадку. Неверный выбор формы проезжей части,

недостаточный уклон или не соответствующая условиям система водоотведения приведут к затоплениям проезжей части.

5) Нарушение технологии подготовки грунта. Ошибки, допущенные во время геологической разведки, проектирования или подготовки грунта приведут к его усадке и движению. В свою очередь это приведет в движение основание и покрытие дороги.

Единственный способ избежать таких повреждений – качественная проекторка с учетом особенностей грунта, климата, интенсивности движения и строительные работы в полном соответствии с ГОСТ и СНиП [32].

1.6 Ремонт асфальтобетонного покрытия

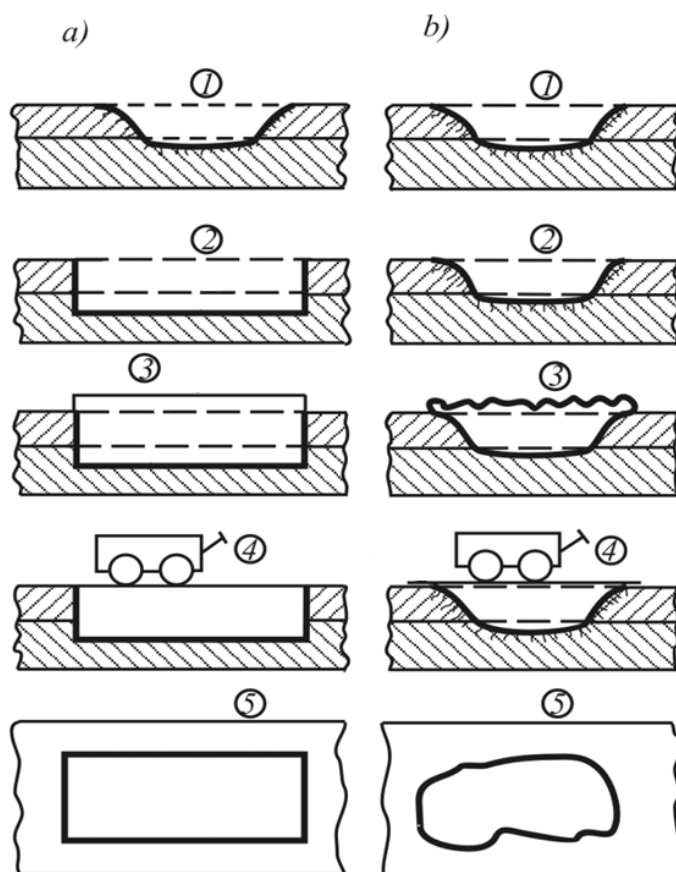
1.6.1 Ямочный ремонт

Есть несколько видов ямочного ремонта:

1) По литевой технологии с нарезанием карт. Нарезка карт, удаление поврежденного асфальтобетона и обработка карты производится так же, как и для горячей АБС. При использовании рециклера (устройства для повторного использования АБС) поврежденный асфальт не вывозят на свалку, а пускают в переработку. При отсутствии рециклера снятый асфальт вывозят на свалку. После чего заливают карту литой АБС. Смесь не требует уплотнения. На ответственных участках дороги – поворотах, затяжных или крутых спусках и подъемах требуется сразу после заливки посыпать поверхность отремонтированного участка черным щебнем и вдавить его в АБС. Это повысит сцепление заплатки с колесами автомобилей. Плюсы данной технологии – заплатка имеет лучшую адгезию к основанию и покрытию, обеспечивает герметизацию отремонтированного участка. Минусы – дефицит техники и оборудования для таких работ, и смесь стоит дороже, чем горячая.

2) Горячей асфальтобетонной смесью (АБС) с нарезанием карт (рисунок 11). Во время такого ремонта поврежденный участок покрытия удаляется фрезерованием, нарезкой или вырубкой. Основание и покрытие обрабатываются водно-битумной эмульсией (ВБЭ) для увеличения адгезии

латки с покрытием и основанием. После чего карта заполняется горячей АБС. Смесь уплотняется виброплитами, ручными или механизированными катками. Плюс этого метода в том, что в любой организации, занимающейся ремонтом или строительством дорог, есть оборудование для такого ремонта, невысокая стоимость материала, чем для ремонта по литевой технологии. Но такой ремонт не способен обеспечить герметизацию покрытия.

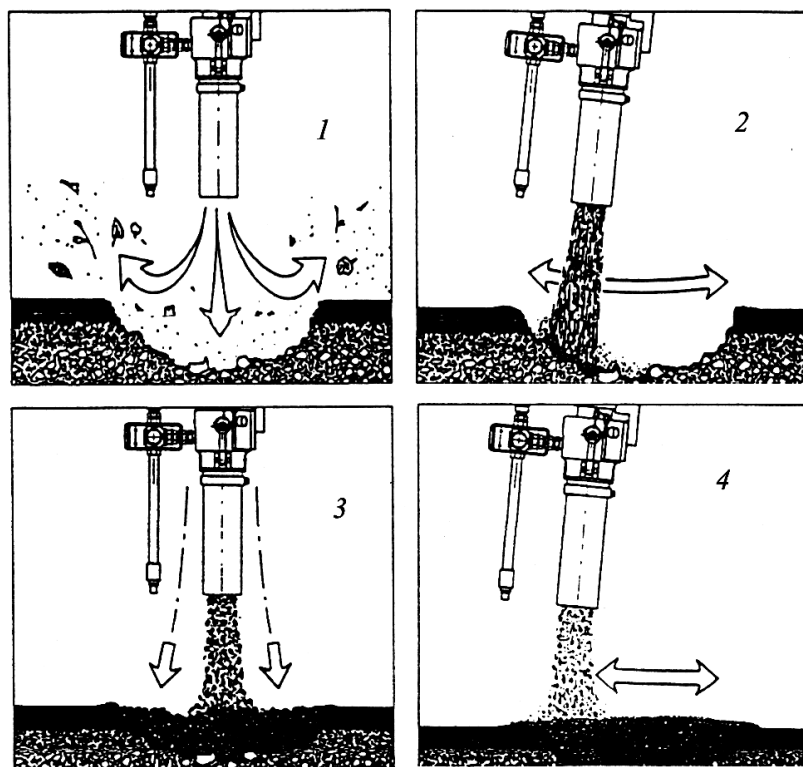


а - правильно; б- неправильно; 1 - выбоина до ремонта; 2 - вырубка или вырезание, очистка и обработка эмульсией (подгрунтовка); 3 - заполнение ремонтным материалом; 4 - уплотнение; 5 - вид отремонтированной выбоины

Рисунок 11 – Ямочный ремонт горячей АБС

3) Струйно-инъекционный метод (рисунок 12). Этот метод не требует нарезки карт. Поврежденный участок продувается сжатым воздухом для очистки от грязи и воды, обрабатывается водно-битумной эмульсией (ВБЭ) и засыпается черным щебнем. Щебень разравнивается, уплотняется и тщательно проливается ВБЭ. Единственный плюс данного метода в дешевизне и минимальных затратах на ремонт. Минусы – отремонтированный участок

способен выдерживать небольшие нагрузки – поток легкового транспорта низкой интенсивности.



1 - очистка выбоин продувкой сжатым воздухом; 2 - подгрунтовка битумной эмульсией; 3 - заполнение щебнем, обработанным эмульсией; 4 - нанесение тонкого слоя необработанного щебня

Рисунок 12 – Ямочный ремонт струйно-инъекционным методом

4) Заливка полимерами. Очистение трещин от воды и грязи производится сжатым воздухом. Затем они обрабатываются эмульсией и заполняются жидким полимером. Плюсы – высокая устойчивость к нагрузкам, образование тонкой полимерной пленки, защищающей от влаги, минимальное количество оборудования. Минусы – дороговизна материалов.

5) Обработка эмульсиями и праймерами. Еще один способ защиты АБС заключается в обработке покрытия различными битум-содержащими веществами. Эмульсии приготавливаются из битума, растворителей и воды. Асфальтобетон обрабатывается тонким слоем жидкой эмульсии, проникающей в микротрещины и заполняющей пустоты. Это позволяет качественно защитить АБП от воды только при частой обработке эмульсией, так как при редком

нанесении эмульсии снижается срок годности асфальтового покрытия. Праймеры – специальные гидрофобные составы, содержащие битум и различные растворители. Праймеры не способны заполнять поры асфальтобетона, потому что они менее текучи, чем эмульсии. Покрытие, обработанное праймером, служит два-три года. Обработку необходимо осуществлять реже, по сравнению с эмульсией, так как толщина слоя праймера в несколько раз больше, чем после нанесения эмульсии. Обработка эмульсиями и праймерами производится либо вручную распылителями, либо поливочными машинами.

Ямочный ремонт позволяет устранять трещины и неровности покрытия, но не способен герметизировать покрытие и уничтожать дефекты основания или грунта. [32]

1.6.2 Укладка слоя износа

Слой износа укладывается по литевой технологии, что обеспечивает герметизацию покрытия. Литой слой износа является дешевым в ремонте, обладает достаточной прочностью для укладки на дорогах общего пользования. Требуется наличие специального оборудования – кохеров — для доставки АБС и асфальтоукладчиков работающих с литой АБС. Для исправления дефектов основания или грунта требуется капитальный ремонт участка дороги.

Соблюдение норм ГОСТ и СНиП при проектировании и строительстве, тщательный уход и качественный ремонт асфальтобетонных дорог позволят им служить многие десятилетия, не уступая в надежности лучшим зарубежным дорогам [32].

Бетон стал более эффективным строительным материалом, за исключением его классических характеристик, в результате новых улучшений в производстве бетона с применением новых технологий и материалов для улучшения характеристик свежего и твердого бетона. Добавление добавок для бетона является часто используемым явлением в производстве бетона [31].

1.7 Способы укладки асфальта зарубежом

Дороги Германии являются эталонными в Европе. Первая автотрасса была построена 80 лет назад, а большинство дорог – во времена Третьего Рейха, рассчитанные для танкового движения. Поэтому современные многотонные фуры не могут их разрушить.

В Германии дороги строят продолжительное время. Главной особенностью при строительстве немецких дорог является использование специальной подушки, достигающей два метра и состоящей из нескольких слоев. Далее дорога покрывается асфальтом или бетоном. При застывании бетона дорогу накрывают специальной пленкой, которая защищает покрытие от дождя и солнца.

«Мелкоялочным ремонтом» в Германии не занимаются. При необходимости ремонта меняют сразу большой участок во избежание дальнейшего разрушения дороги. В строительстве используют только современную технику и качественные материалы.

Несмотря на суровый климат, Финляндия входит в список стран - лидеров по качеству дорожного покрытия.

Как и во многих европейских странах финны применяют качественные подушки из разных материалов. С недавнего времени основное строительство ведется в регионах Финляндии, где ранее не было возможности прокладки качественных дорог из-за нестабильного грунта. Стабилизация грунтовых масс – новая методика, которая сводится к тому, что к торфу или глине приливают специальные добавки, позволяющие сделать более устойчивую основу для будущей дороги.

В Китае главной особенностью является не только качество дорог, но и быстрота строительства - 750 метров в час.

В США присутствуют многоуровневые развязки и протяженные шоссе. Большое количество дорог сделаны из бетона и обходятся без ремонта многие десятилетия.

Несмотря на то, что бетон укладывается дольше асфальта, именно он намного прочнее и долговечнее.

Для магистралей, по которым чаще движутся большегрузы, выкапывают метровую яму и укладывают слоями гравий, песок и глину, поливая каждый слой водой и известковым раствором, помогающим удерживать влагу после перемешивания слоев и трамбовки, что не дает подушке со временем проседать. Затем укладывают слой асфальта толщиной в 5 – 7 сантиметров, предотвращающий попадание влаги на подушку, и заливают бетоном.

Для дорог применяется арматура (рисунок 13) на 16 мм для достижения наилучшего результата. После сварки происходит заливка бетона, причем за один раз необходимо полностью залить участок от одного шва до другого во избежание стыков. Срок службы таких дорог – 25 лет, поэтому опыт США перенимают Австралия, Китай и Япония.



Рисунок 13 – Применение арматуры при строительстве дорог

Технология строительства дорог в Японии схожа с США, так как в качестве основного материала используют бетон. Именно он позволяет возводить многоуровневые развязки разной сложности. В такой маленькой стране протяженность дорог составляет 1,2 миллиона километров [36, 37].

1.8 Пропитки для асфальтобетонного покрытия

При проектировании асфальтобетонной смеси используются различные добавки, обеспечивающие соответствующую водонепроницаемость бетона и морозостойкость. Также в качестве дополнительной защиты бетонной поверхности могут использоваться различные химические покрытия, такие как: гидрофобная кремниевая химическая пропитка, эпоксидные смолы, битумные уплотнительные ленты или самоклеящиеся полосы, битумные эмульсии, синтетические пленки (мембраны), гидроизоляционные цементные массы, бентонитовые барьеры, шипованные пленки (мембраны), ванноподобные конструкции [29].

1.8.1 Пропитка LAS-320

Полимерная эмульсионная защита асфальта LAS-320 – это уникальный продукт, применение которого позволяет эффективно и качественно защитить асфальтобетонное покрытие от эрозии под воздействием природных и антропогенных факторов. Также дорожное покрытие позволяет провести омолаживание асфальта, поврежденного в условиях активной эксплуатации, для этого нужна пропитка асфальта.

LAS-320 – полимерная пропитка для асфальтового покрытия, эффективность которого подтверждена рядом тестов и исследований. Пропитка асфальта данным составом позволяет предотвратить разрушения дорожного покрытия, вызванные как природными факторами, так и условиями эксплуатации. Средство было испытано на устойчивость к низкой и высокой температуре, влаге и воде, а также на сопротивление агрессивной химической среде, создаваемой кислотами, щелочами и нефтепродуктами.

Такие полимеры для асфальта, как LAS-320, позволяют комплексно воздействовать на дорожное полотно, не только защищая его, но и повышая эксплуатационные качества.

Обработка асфальта полимерами оказывает комплексное воздействие на асфальтобетонное покрытие:

- 1) останавливает разрушение поверхности дорожного покрытия;
- 2) предотвращает появление таких повреждений, как трещины и стирание;
- 3) защищает покрытие от проникновения жидкости, что значительно увеличивает срок эксплуатации;
- 4) минимизирует негативное воздействие низкой и высокой температуры, а также ультрафиолетового излучения;
- 5) проводит быстрый и эффективный косметический ремонт асфальта;
- 6) уменьшает налипание снега и грязи на поверхность асфальта, а также происходит обеспыливание асфальта.

Таким образом, защита асфальта полимерами позволяет увеличить межремонтный срок службы дороги, а также исключить вероятность затратных капитальных ремонтов и реставраций. Своевременное восстановление асфальта при помощи LAS-320, использование средства на ранних стадиях эксплуатации, помогает максимально сохранить покрытие. Кроме того, покраска асфальта, который уже состарился и выцвел, помогает придать покрытию вид нового.

Обновление асфальта при помощи защитной пропитки LAS-320 имеет ряд преимуществ перед обработкой другими средствами. Так:

- 1) LAS-320 – это надежная защита асфальта, проникающая в микропоры и трещины полотна, повышая его плотность и целостность.
- 2) Средство наносится по максимально простой технологии, применение не требует особых навыков, техники.
- 3) Пропитка изготовлена без применения нефтепродуктов, но имеет высокие показатели устойчивости к бензину, мазуту и другим агрессивным химическим веществам, не разрушаясь под их воздействием.
- 4) Применение этого негорючего средства безопасно для окружающей среды, ведь оно изготовлено из экологически чистых компонентов.

Так же компания PolyRoad производит полимерные пропитки для защиты кирпичных и каменных поверхностей, обеспыливания грунтовых дорог и стабилизаторы грунта [35].

1.8.2 Водоудерживающая эмульсия для бетона ИЗОЛА CURE

ИЗОЛА CURE представляет собой полимергелевую систему (далее - ПГС) на основе парафиновой эмульсии, предназначенной для ухода за свежесформованным бетоном. Пленка, образующаяся при нанесении ПГС, позволяет удерживать достаточное количество влаги с целью обеспечения полной гидратации цемента, необходимой для нарастания прочности [4].

ИЗОЛА CURE рекомендуется наносить на поверхности большой площади, например: бетонные дороги, шоссе, тротуары, стены.

Применение ИЗОЛА CURE на бетонной поверхности способствует образованию непроницаемой пленки, сохраняющей более 90 % влаги в бетоне примерно трое суток. Поэтому обработанный бетон имеет более твердую, беспыльную поверхность и не имеет склонности к появлению трещин после высыхания.

Возможности и преимущества:

- 1) образует непроницаемую пленку, сохраняющую влагу в свежем бетоне;
- 2) поверхностная обработка за одну операцию;
- 3) эффективен при всех температурах и степенях увлажнения;
- 4) позволяет исключить необходимость опрыскивания поверхности свежего бетона водой и покрытия его полиэтиленом;
- 5) улучшает механическую прочность;
- 6) не оказывает влияние на процесс гидратации цемента. Прочность бетона (начальная и конечная), а также износостойкость и срок службы улучшаются благодаря контролю над влажностью бетона;

7) уменьшение или даже полное отсутствие корки на поверхности. (Твердая поверхность и пластичность нижних слоев часто являются причиной неровности или плохого качества поверхности бетонной плиты);

8) рекомендуется использовать для проведения бетонных работ при высокой температуре;

9) позволяет использовать во время работы более жесткий бетон, так как во время финишных операций ИЗОЛА CURE исключает необходимость добавления воды для компенсации испарившейся с поверхности бетона;

10) обеспечивает достижение установленной прочности;

11) исключает образование пыли на поверхности при усадке бетона;

12) повышает морозостойкость бетона;

13) образует грязе- и водоотталкивающую пленку.

Важно наносить ИЗОЛА CURE перед другими средствами для обработки поверхности или дополнительной обработкой. В случае нанесения на бетон любого покрытия, с целью обеспечить достаточную адгезию, слой ИЗОЛА CURE должен быть удален моечным аппаратом высокого давления горячей водой или, если проводится дополнительная обработка бетона, пленку необходимо полностью удалить, очистив поверхность твердой щеткой [34].

1.8.3 Пропитка «Дорсан»

Асфальтобетонная пропитка «Дорсан» - однокомпонентная микрополимеробитумная композиция, которая предназначена для защиты асфальтобетонного покрытия от влаги. «Дорсан» предотвращает разрушительные процессы покрытия, вызванные попаданием воды в микротрещины и поры, возникающие в результате потери пластичности битума и недостаточным уплотнением асфальтобетона. Пропитка защищает от появления эрозии и термоокислительного старения асфальтобетона.

После обработки покрытия пропиткой и полного затвердевания образуется тонкая мембранная пленка, которая не позволяет проникать воде и газам внутрь асфальтобетонной поверхности и защищает от инфракрасного и

ультрафиолетового излучения. «Дорсан» устойчив к солевым растворам, щелочи, кислотам, маслам и бензинам.

Адгезия (слипание) поверхности асфальтобетона и пропитки осуществляется за счет химического соединения поверхности асфальтобетона (ПАБ) с битумной составляющей покрытия. В зависимости от пористости покрытия активные газовые компоненты материала, попадая внутрь асфальтобетона на глубину 3 - 4 см, взаимодействуют с битумом, обновляя его и образуя сополимерную битумную композицию, которая обладает пластичными и упругими свойствами необходимыми для асфальтобетона [27].

Преимущества и свойства пропитки:

- 1) способна защищать поверхность дорог от гололеда в зимний период;
- 2) уменьшает пористость и водонасыщение на 25-35% по сравнению с необработанным покрытием;
- 3) быстрое высыхание;
- 4) проникновение в микротрещины и поры;
- 5) применение: на участках дорог с повышенным водонасыщением - «мокрые пятна», на стыках полос дорог, на мостах [44].

1.9 Устройства для распыления эмульсии

1.9.1 Ручной гудронатор

В процессе ремонта небольших участков дорожного покрытия или асфальтированных дворов предприятий, перед укладкой асфальта, требуется грунтовка поверхностей путём нанесения битумных эмульсий на водной основе. Такие операции выполняются при помощи ручных гудронаторов (рисунок 14).

Мобильный ручной гудронатор включает в себя:

- 1) привод на базе бензинового или дизельного двигателя;
- 2) ёмкость для битумной эмульсии;
- 3) раму, на которой монтируются все узлы агрегата;

- 4) насос;
- 5) узел распределения жидкой эмульсии (распылитель со шлангом и комплектом сменных насадок);
- б) систему управления и контроля.

Для выполнения ремонтно-восстановительных работ по небольшим участкам покрытия выпускаются переносные мини-гудронаторы. Ёмкость у таких устройств – термоизолированная, это исключает влияние внешней температуры на плотность, и позволяет сохранять указанный параметр стабильным в течение нескольких часов.

Объём ёмкости для ручных гудронаторов обычно не превышает 500 л для устройств на колёсном шасси, и до 80 л – для агрегатов, собранных на рамном корпусе.



Рисунок 14 – Ручной гудронатор

Помимо способа перемещения, рассматриваемая техника классифицируется также по следующим признакам:

- 1) по расположению бака с битумной эмульсией – горизонтально или вертикально;
- 2) по компоновке шасси – с одним, двумя или тремя колёсиками;
- 3) по конструкции привода распределения рабочей массы эмульсии – с помощью автономного или встроенного компрессора.

Ввиду существенного увеличения веса гудронаторы малой производительности оборудуются собственным ручным насосом, а при работе от сторонней гидросистемы снабжаются прицепом.

При выборе типоразмера гудронатора ориентируются на объём выполняемых работ. При этом важны следующие параметры агрегата:

- 1) объём бака, м³;
- 2) производительность распыления, м²/ч;
- 3) принцип заполнения бака;
- 4) ширина полосы распределения жидкой битумной эмульсии;
- 5) масса и размеры.

Требуемый объём бака устанавливают по роду выполняемых работ. Например, для заполнения щелей в существующем асфальтном покрытии расход заполнителя должен быть не менее 0,4...0,5 л/м², а для подготовки основания под укладку асфальта – до 0,6...0,8 л/м².

Для обеспечения требуемой производительности работ с использованием ручного гудронатора целесообразно ориентироваться на конструкции, в состав которых входит наиболее полный комплект контрольно-измерительной техники. Он включает в себя манометр, вискозиметр и указатель уровня битума в баке.

В наиболее компактных мини-гудронаторах с небольшой производительностью бак для битума может отсутствовать вовсе, а распыление производится непосредственно из цистерны. Двигатель управляет действием самовсасывающего насоса, который через входной эжектор и фильтр принимает исходный материал по шлангу и направляет эмульсию в распылитель. Исходя из мощности двигателя, длина шланга обычно не превышает 20...25 м. Имеются и конструкции, в комплект к которым входят удлинители, но они рассчитаны на использование только свежеприготовленной битумной эмульсии, и плотностью не более 1100 кг/м³ [22].

Особенности эксплуатации ручных гудронаторов.

Поскольку битумная эмульсия со временем расслаивается, важно соотносить интенсивность её расхода со временем нахождения битума в баке или цистерне. Производители гудронаторов учитывают этот фактор с особенностями запуска двигателя, снабжая привод регулятором оборотов и муфтой. Наличие регулятора приводит к тому, что в момент запуска двигателя редуктор не соединяется с выходным валом, а работает вхолостую. Когда двигатель набирает обороты, центробежный регулятор через муфту соединяет вал насоса с валом двигателя, после чего начинается подача битумной эмульсии к распыляющему устройству.

Наличие регулятора исключает поломку насоса в случае расслаивания расходного вещества, что возможно при перерывах в работе, превышающих 2...3 часа.

При постоянной работе с ручным гудронатором необходима периодическая промывка всасывающего фильтра от остатков эмульсии, если используется исходный материал невысокого качества.

При перерывах в работе часть битума остаётся в шланге и распылителе. Чтобы не произошло затвердевания частиц битума, в конструкции гудронатора должна быть предусмотрена система рециркуляции. В этом случае гудронатор снабжается обратным шлангом, через который (при закрывании крана подачи расходного материала к распылителю) производится возврат эмульсии в бак.

Наличие или отсутствие всех описанных конструктивных особенностей определяет и цену на ручной гудронатор. Например, мобильные агрегаты от итальянской фирмы Sigila стоят до 1,2 млн. руб. Цены на отечественную технику аналогичного назначения существенно ниже – от 130 тыс. руб [39].

1.9.2 Автоматический гудронатор

Одной из наиболее популярных машин для проведения дорожно-ремонтных и строительных работ является автогудронатор (рисунок 15). С помощью этой техники осуществляют транспортировку битумного материала

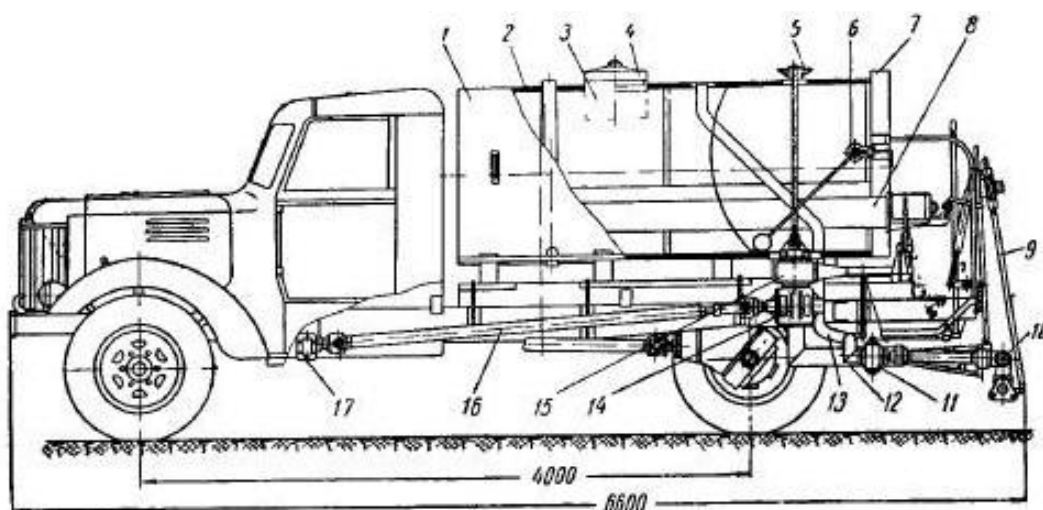
от склада или места производства к участку выполнения работ. Для перевозки жидкого битума используется цистерна.

Поддерживать высокую температуру материала (до 200°С) позволяет специальное оборудование, в виде стационарных горелок, которое установлено в цистерне. Горелки работают от дизельного топлива или газа. Автогудронатор используется также для равномерного распределения горячих вязких материалов на основе гудрона (битума, дегтя, эмульсий) по дороге, для осуществления этой операции предназначены насос и распределительная труба, которая имеет сопла разных размеров. Машина широко применяется в работах по поверхностной обработке фундаментов, их пропитки и гидроизоляции. Таким образом, эта техника позволяет эффективно и качественно проводить работы, связанные со строительством автомобильных дорог, аэродромов, мостов и гидроизоляцией некоторых элементов зданий, инженерных коммуникаций или трубопроводов [21].

Автогудронаторы делятся на несколько видов, в зависимости от объема цистерны. Техника малой вместимости оборудована цистерной до 1500 л, средней вместимости – от 3000 до 5000 л, а большой вместимости – более 5000л. Основными преимуществами современных моделей автогудронаторов являются возможность осуществлять самостоятельную загрузку цистерны на производственных базах, транспортировать битумные материалы на значительные расстояния, перемещаться по автомобильным дорогам наряду с другими видами транспорта, поддерживать температуру перевозимых материалов, равномерно распределять залитые материалы по дорожному полотну.

Конструкция автогудронатора включает в себя следующие элементы: шасси, цистерну с установленным оборудованием: системой обогрева, системой перекачки и распределения битумных материалов. Цистерна представляет собой овальную емкость, для изготовления которой используется листовая сталь. Внутри расположено два сообщающихся отсека, разделенные волнорезом. Один из отсеков оборудован отверстием, через которое

происходит её наполнение жидким материалом и обеспечивающее доступ для проведения ремонтных работ или очистки цистерны.



1 – цистерна; 2 – термоизоляция; 3 – фильтр; 4 – люк; 5 – механизм управления клапаном; 6 – указатель уровня; 7 – вытяжная труба; 8 – жаровые трубы; 9 – механизм подъема распределительных труб; 10 – распределительные трубы; 11 – малый трехходовой кран; 12 – трубопровод разлива; 13 – трубопровод циркуляции; 14 – насос; 15 – большой трехходовой кран; 16 – карданный вал для привода насоса; 17 – коробка отбора мощности

Рисунок 15 – Автоматический гудронатор

Системы распределения, установленные в автогудронаторах, бывают циркуляционными (очищаемые под давлением воздухом) и нециркуляционными (промываемые растворителем). Если в качестве обогрева используются жаровые трубы, то такую систему называют системой прямого нагрева, если масляная рубашка - непрямого нагрева. Для подачи жидкого материала на обрабатываемую поверхность используются насосы или компрессорные установки – они обеспечивают необходимое давление. Разные модели техники оборудованы разными типами приводов: от автомобильного двигателя, от специального двигателя или ручным приводом.

В цистерне расположен поплавковый указатель уровня, по которому определяют степень её наполнения. В том случае, когда уровень битума

становится минимальным, происходит автоматическое выключение горелки. Температуру битума отслеживают по специальным термометрам, установленным на стенках цистерны. Оператор имеет возможность регулировать температуру благодаря программируемому температурному датчику. Установленная система подогрева позволяет временно поддерживать необходимую температуру. Автогудронаторы оборудованы системой циркуляции горячего битума и системой очистки, в результате работы которой удаляются остатки битумного материала [40].

1.10 Погодные условия для нанесения эмульсии на асфальтобетон

В пасмурную погоду при низких температурах (менее 20°C) розлив эмульсии желательно производить при нагреве эмульсии до температуры 40–70°C. В жаркую сухую погоду (25°C и выше) подогревать эмульсию нет необходимости [42].

1.11 Статистика ДТП за 2017 год

За 2017 год произошло сто шестьдесят девять тысяч дорожно-транспортных происшествий (ДТП). По сравнению с предыдущим годом количество аварий снизилось на 2,5%, но статистика ДТП, представленная в таблице 1, не стала утешительной.

Таблица 1 – Статистика ДТП за 2017 год

	Происшествия	Погибшие	Раненые
Общее число	169432	19088	215374
В темное время суток	60216	9466	75034
С участием пешеходов	53232	5777	49869
С детьми в возрасте до 16 лет	19581	713	21136
С особо тяжкими последствиями	223	552	2352

Большое количество аварий приходится, как и в предыдущие годы на выходные дни. Чаще всего аварии происходят в вечернее время – с 17 до 18 часов.

Количество ДТП с участием пешеходов по сравнению с 2016 годом снизилось на 0,4%. Согласно статистике, за 2017 год по вине водителей было совершено 31000 происшествий, а по вине пешеходов зафиксировано 20000 случаев.

Опираясь на данные статистики, можно выделить основные причины возникновения ДТП, представленные на рисунке 16 [33].



Рисунок 16 – Диаграмма статистики ДТП за 2017 год

Рассмотрев диаграмму статистики ДТП за 2017 год можно сделать вывод, что большинство аварий произошло в результате нарушений ПДД водителями. Причиной не малого количества аварий выступило ненадлежащее состояние дорожного полотна, причиной которого в свою очередь является разрушение асфальта из-за строительства дорог из некачественного материала, разрушающегося вследствие попадания внутрь влаги, что приводит к появлению трещин. Также причиной плохого состояния дорог может быть неправильный ремонт.

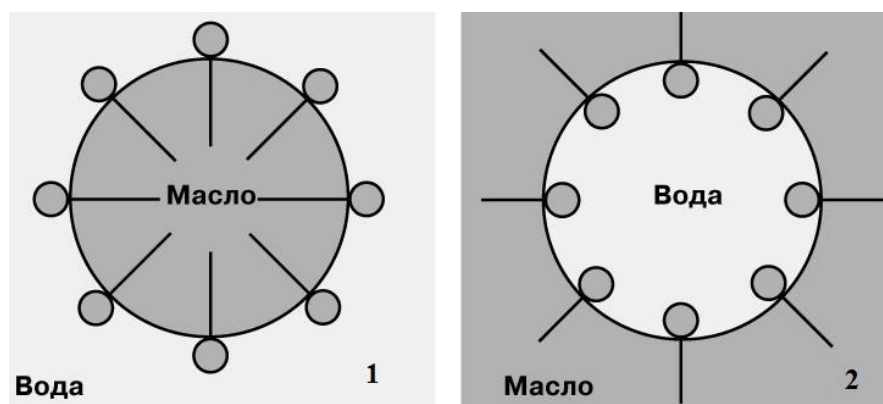
2 Анализ парафиновых эмульсий

Эмульсия – микрогетерогенная система, состоящая из капель одной жидкости, распределенных в другой жидкости.

Парафиновая эмульсия представляет микродисперсную систему, в которой частицы углеводородов парафиновой фракции размером до 1 мкм диспергированы в водной среде с помощью специальной технологии. Эмульсия устойчива к расслоению длительное время, не токсична и не горюча.

2.1 Классификация эмульсий

Существуют различные классы эмульсий: масло в воде (м/в) или эмульсии первого рода (прямые), вода-в-масле (в/м) или эмульсии второго рода (обратные) и множественные эмульсии (масло-в-воде-в-масле м/ж/в, вода-в – масле- в -воде ж/о/ж). В эмульсиях первого рода капельки неполярной жидкости (масла) распределены в полярной (воде). В эмульсиях второго рода дисперсионная среда неполярная (рисунок 17) [12]. Данное явление характеризуется величиной ГЛБ – гидрофильно-липофильным балансом, который является характеристическим параметром поверхностно-активного вещества, используемого в качестве меры относительной аффинности поверхностно-активного вещества для водной и масляной фаз [30].



1 – прямая; 2 – обратная

Рисунок 17 – Схема капель первого и второго рода

Эмульсии также можно классифицировать по размеру капель:

- 1) наноэмульсии (мелкодисперсные, $d= 0,2-20$ мкм);
- 2) микроэмульсии (среднедисперсные, $d= 20-50$ мкм);
- 3) макроэмульсии (грубодисперсные, $d= 50-300$ мкм) [28].

Эмульсии могут классифицироваться по концентрации дисперсной фазы:

- 1) разбавленные ($C \leq 0,1\%$);
- 2) концентрированные ($0,1 \leq C \leq 74\%$);
- 3) высококонцентрированные ($C > 74\%$).

Дисперсная фаза в разбавленных эмульсиях не должна превышать 0,1 % по объему. В них капли не взаимодействуют между собой. У концентрированных эмульсий капли взаимодействуют, но сохраняют сферическую форму, т. е. остаются недеформированными. Эмульсии считаются концентрированными, если дисперсная фаза занимает от 0,1 до 74 % объема. Выше 74 % капли дисперсной фазы деформируются, принимают пентаэдрическую форму, схожую с газовыми пузырьками в пенах, поэтому высококонцентрированные эмульсии называют спумоидными или пенообразными. Существуют эмульсии, получаемые в растворе олеата калия, в которых содержится около 99 % дисперсной фазы и 1 % дисперсионной среды [2].

2.2 Свойства и применение эмульсий

2.2.1 Дисперсность парафиновых эмульсий

Дисперсность – это степень раздробленности дисперсной фазы в дисперсионной среде. От дисперсности зависят многие другие свойства эмульсий. Мерой дисперсности является удельная межфазная поверхность:

$$S_{уд} = S/V, \quad (1)$$

где S – суммарная площадь поверхности капель, мкм^2 ;

V – общий объем капель, мкм^3 [18].

Удельная межфазная поверхность обратно пропорциональна диаметру капли.

$$S_{уд}=1/d, \quad (2)$$

где d – диаметр капли, мкм.

Следовательно, дисперсность – величина обратная диаметру капли:

$$D=1/d, \quad (3)$$

где d – диаметр капли, мкм.

Эмульсии не бывают монодисперсными, они всегда полидисперсные, т.е. содержат капли дисперсной фазы разных диаметров.

На дисперсность (размер частиц) парафина в эмульсии влияет режим его кристаллизации. Эмульсии, охлажденные не естественным способом (например, при использовании бани со льдом), имеют меньший размер частиц (около 650 нм), чем эмульсии, охлажденные при температуре окружающей среды. В начале охлаждения частицы парафина могут коалесцировать при температуре выше температуры плавления [19].

2.2.2 Вязкостные и электрические свойства

Вязкость эмульсии зависит от вязкости самого масла, температуры, при которой получается эмульсия, количества воды, содержащейся в масле, степени дисперсности, присутствия примесей. Вязкость эмульсии не равна сумме вязкости воды и масла, то есть не обладает аддитивным свойством. Чем выше температура, чем меньше вязкость масла, тем менее устойчива эмульсия [17].

С увеличением водной фазы до определённого значения вязкость эмульсии возрастает и достигает максимума при критическом содержании воды, а затем уменьшается, то есть происходит инверсия фаз, когда эмульсия типа вода-масло переходит в эмульсию масло-вода [44].

Эмульсии обладают электрическими свойствами, потому что в воде могут содержаться малые количества растворенных солей и кислот.

Электрические свойства характеризуются величиной дзета-потенциала, которую определяют с помощью специальных приборов. При превышении дзета-потенциала 30 мВ эмульсия является стабильной [26]. Значения дзета-потенциала зависят от рН системы. При увеличении рН увеличивается

количество гидроксильных ионов (отрицательный заряд) и значение дзета-потенциала капли эмульсии. Размер частиц и стабильность эмульсии одинаковые при разном рН, влияющем на силы отталкивания, но свойства эмульсий не меняются [44].

2.2.3 Седиментационная устойчивость эмульсии

Седиментационная (кинетическая) устойчивость (K_Y) – способность системы противостоять оседанию / всплыванию частиц, образующих глобулу, дисперсной фазы под действием силы тяжести. Величина седиментационной устойчивости обратно пропорциональна скорости оседания (всплывания) частиц дисперсной фазы:

$$K_Y = 1/W_r = 9 * \mu_H / 2(\rho_B - \rho_H)r^2g \quad (4)$$

где W_r - скорость оседания частиц дисперсной фазы;

μ_H – кинематическая вязкость, m^2/c ;

$(\rho_B - \rho_H)$ – разность плотностей дисперсной фазы и дисперсионной среды, kg/m^3 ;

r – радиус частиц, mkm ;

g – ускорение свободного падения, m/c^2 .

Чем выше вязкость дисперсионной среды, меньше разность плотностей и радиус глобул воды (частиц дисперсной фазы), тем выше седиментационная устойчивость эмульсии [23].

2.2.4 Агрегативная устойчивость эмульсий

Если в эмульсии самопроизвольно образуются агрегаты капель с дальнейшей коалесценцией, приводящей к расслоению эмульсии, один из которых является дисперсной фазой, а другой - дисперсионной средой, то данное явление принято называть агрегативной неустойчивостью. Причиной появления которой является избыток свободной энергии на межфазной поверхности. А агрегативная устойчивость – способность системы сохранять дисперсность частиц [20].

Агрегативная устойчивость эмульсий характеризуется скоростью расслаивания эмульсии каплями. При адсорбции эмульгатора на межфазной границе, поверхностное натяжение понижается, и образуются равновесные коллоидные системы. В присутствии стабилизатора на границе раздела фаз между каплями возникают силы отталкивания. При повышении в определенных пределах концентрации эмульгатора в системе поддерживается устойчивость эмульсии [3].

2.2.5 Применение эмульсий

В основном парафиновые эмульсии используются для:

- 1) обработки полов, кузовов автомобилей, бетонных взлетно-посадочных полос и асфальтовых поверхностей;
- 2) пропитки бумаги и картона;
- 3) покрытия фруктов и овощей;
- 4) придания водонепроницаемости древесно-стружечным плитам, волокнам тканей [14].

2.3 Эмульгаторы

Эмульгаторы – вещества, которые образуют адсорбционный слой на поверхности раздела фаз (дисперсная фаза / дисперсионная среда), препятствующий коалесценции каплей [1].

Неустойчивости, возникающие в эмульсиях, это отстаивание, растрескивание и инверсия фазы. Из-за неустойчивости эмульсий необходим эмульгатор для стабилизации эмульсии. Эмульгаторы подразделяются на 4 группы: синтетические, натуральные, мелкодисперсные твердые вещества и вспомогательные материалы. Природные эмульгаторы получают из растений или животных, и они влияют на их эмульгирующие свойства путем образования многомолекулярных оболочек вокруг капель эмульсии, придающих заряд диспергированным каплям и увеличивающих вязкость системы. Смесь эмульгаторов была использована для того чтобы производить

стабилизированные эмульсии в прошлом, это потому что некоторые агенты более полезны как первичные эмульгаторы, пока другие являются вторичными [28].

В качестве эмульгаторов применяют: поверхностно-активные вещества (ПАВ), содержащие ионогенные полярные группы, неионогенные ПАВ, высокомолекулярные соединения (ВМС), порошки. Стабилизация эмульсий обычными неорганическими электролитами невозможна из-за недостаточной адсорбции их ионов на границе неполярный углеводород / вода [24].

Стабилизация эмульсии с помощью ПАВ обеспечивается за счет адсорбции и определенной ориентации молекулы ПАВ, что понижает поверхностное натяжение [19].

2.3.1 Полипетрофильм

Полипетрофильм – фторпротеиновый пенообразователь, обладающий высокой эффективностью, для тушения горючих жидкостей.

Пенообразователь применяется для тушения пожаров твердых и жидких веществ с использованием пресной питьевой, жесткой и морской воды.

Полипетрофильм обеспечивает плотное непроницаемое покрытие на разливе горючих жидкостей и образует саморегенерирующую защитную пленку после механического нарушения, которая предотвращает растворение пены полярными растворителями [45].

2.3.2 Неонол АФ 9-12

Неонол – оксиэтилированный моноалкилфенол (неонол АФ 9-12) в основе которого лежат тримеры пропилена, является высокоэффективным неионогенным поверхностно-активным веществом (ПАВ). Представляет собой слегка маслянистую жидкость от прозрачного до светло-желтого цвета [46].

Цифра 9 в названии неонола обозначает число атомов алкила (нонил). Другие числа после 9 определяют моли окиси этилена, которые присоединяются к алкилфенольным молям [25].

При смешивании неонола с водой, в зависимости от температуры, приобретает консистенцию эмульсии или геля [47].

Неонол применяют в целлюлозно–бумажной, деревообрабатывающей промышленности, в черной металлургии, в основе моющих средств, а также для чернил шариковых ручек [48].

2.4 Методы получения эмульсий

2.4.1 Конденсационные методы

1) Замена растворителя.

Метод заключается в образовании истинного раствора путем растворения вещества в растворителе. В полученный раствор вводят второй растворитель, который «портит» первый. В результате растворенное вещество объединяется в капли, что способствует образованию эмульсии.

2) Конденсация паров.

Под слой одной жидкости вводится пар другой жидкости, перенасыщаясь, происходит конденсация пара в капли размером от 1 мкм до 20 мкм. На размер образованных капель оказывают влияние давление инжектируемого пара, диаметр впускного сопла, эмульгатор. С соответствующим эмульгатором капли стабилизируются в жидкость.

2.4.2 Диспергационные методы

Диспергационные методы основаны на дроблении грубодисперсной системы, состоящей из двух несмешивающихся жидких слоев.

1) Применение смесителей разнообразных конструкций: коллоидные мельницы, гомогенизаторы, аппараты с пропеллерными и турбинными мешалками.

2) Метод прерывистого встряхивания (d капель - $50 \div 100$ мкм). Эмульсия образуется при сильном встряхивании сосуда с двумя жидкостями.

3) Эмульгирование ультразвуком.

В качестве ультразвукового прибора выступает ультразвуковая ванна, представленная на рисунке 18.



Рисунок 18 – Ультразвуковая ванна

Принцип действия ультразвуковой ванны основан на создании эффекта кавитации – сверхбыстрого образования и разрушения миллионов мелких пузырьков в жидкой среде. Это происходит за счёт чередования волн низкого и высокого давления, образуемых ультразвуком. Размер микроскопических пузырьков при увеличении давления вырастает в несколько миллионов раз, вследствие чего они разрываются [11].

4) Механическое диспергирование – встряхивание, смешивание, гомогенизация, выдавливание сплошных жидкостей, одна из которых содержит эмульгатор.

5) Эмульгирование электрическими методами.

Жидкость помещают в сосуд с капиллярной воронкой, соединенной с положительным полюсом источника высокого напряжения. Сосуд необходимо поместить в большую круглодонную колбу, на дно которой укладывают заземленный металлический электрод. В колбу наливают жидкость, служащую дисперсионной средой в эмульсии. Эмульсия образуется при попадании мелких капель в жидкость из капилляра. Эмульсии с определёнными размерами частиц в интервале 1-10 мкм получают путем измерения напряжения и регулирования

зазора между жидкостью и капилляром. Перемешивая жидкость в колбе, вводят эмульгатор для улучшения свойств эмульсий.

Электрическими методами возможно получать высокодисперсные эмульсии с малой концентрацией эмульгатора. Эмульгирование затруднено при присутствии высоковязких жидкостей [12].

2.5 Действующие патенты

Самый распространенный метод получения эмульсий представлен в данном патенте:

Изобретение относится к способу получения парафиновой эмульсии для производства древесно-стружечных плит. Способ получения парафиновой эмульсии, включающий получение предэмульсии путем перемешивания расплава смеси парафиновых восков, содержащей нефтяные воски C_{18} - C_{35} в основном метанового ряда с температурой плавления $45-65^{\circ}C$ и C_{36} - C_{55} преимущественно изомерного строения с температурой каплепадения $55-66^{\circ}C$, взятые в массовом соотношении 90:10-10:90, минерального масла, эмульгатора и воды при температуре $70-75^{\circ}C$ в течение 15-25 мин, последующего диспергирования предэмульсии в гидродинамическом диспергаторе при температуре $70-75^{\circ}C$ до получения эмульсии со средним размером частиц парафиновых восков менее 1 мкм, охлаждения полученной эмульсии до температуры не выше $25^{\circ}C$, выдержки в течение 1 суток и фильтрации. В качестве эмульгатора используют неионогенные, анионные ПАВ, композиции на основе смеси стеарина и/или кубовых остатков производства жирных кислот, эфиров полиоксиэтилированных жирных спиртов и кислот, и амина в массовом соотношении 1:1,0-1,5:1,0-1,5:0,5-1,0. Предложенный способ позволяет получить парафиновую эмульсию с высоким содержанием (более 60% масс.) парафиновых восков, стабильную при длительном хранении [15].

До появления нового патента использовалась методика 1961 г, предложенная Дардой А.Ф.:

Для придания древесно-стружечным плитам водостойкости в процессе смешивания стружки со смолой добавляют парафиновую эмульсию. Известно приготовление парафиновой эмульсии путем эмульгирования парафина в воде, что вызывает необходимость вводить в волокнистую (стружечную) массу повышенное количество дорогостоящей синтетической смолы. Предложенный способ повышает качество парафиновой эмульсии и сокращает расход синтетической смолы за счет приготовления эмульсии на клеящих веществах, например, сульфитно-спиртовой барде, и затем вводят ее в волокнистую массу перед смешиванием со смолой. Наряду с сульфитно-спиртовой бардой может применяться крепитель, а также аналогичные клеящие вещества. Состав парафиновой эмульсии (в вес. ч.):

- 1) сульфитно-спиртовая барда (50%-ной концентрации) – 100;
- 2) парафин – 10;
- 3) олеиновая кислота – 1;
- 4) аммиак (25% -ный раствор нашатырного спирта) - 0,5.

При приготовлении в эмульсообразователь (мешалку) с обогреваемой рубашкой наливают нагретую до 70 – 80 градусов сульфитно-спиртовую барду. Затем добавляют расплавленный парафин, олеиновую кислоту и нашатырный спирт (аммиачный раствор). Затем процесс приготовления парафиновой эмульсии на сульфитно-спиртовой барде идет аналогично приготовлению ее на воде. Полученную описанным способом эмульсию вводят в стружку перед введением в нее смолы [16].

3 Экспериментальная разработка метода получения парафиновой эмульсии

3.1 Методика экспериментов

Цель работы: провести экспериментальное исследование по теоретическим данным состава защитной эмульсии.

Реактивы:

- 1) парафин;
- 2) полипетрофильм (ПАВ для экспериментов № 1 и № 2);
- 3) неонол АФ 9-12 (ПАВ для эксперимента № 3);
- 4) индустриальное масло;
- 5) вода дистиллированная.

Посуда:

- 1) стакан 1 л (термостойкий, для эксперимента № 1);
- 2) стакан 400 мл (термостойкий, для эксперимента № 2);
- 3) стаканы 100 мл – 5 шт. (термостойкие, для эксперимента № 3);
- 4) стеклянная мешалка;
- 5) термометр;
- 6) кастрюля для водяной бани;
- 7) электрическая плитка;
- 8) ультразвуковая ванна.

Ход работы:

Эксперимент №1

Следуя патенту «Способ получения парафиновой эмульсии для производства древесно-стружечных плит» Андрюхова Н.П., Леонова Н.Д., Ермолаев М.В., Елисеев Д.М., Чурзин А.Н. (РФ) №2008151682/05 опубл. 27.09.2010, все компоненты были взяты в соотношении 90:10:10:90 (парафин : индустриальное масло : ПАВ : вода).

В качестве парафина были взяты свечи, предварительно измельченные, 90 г, 10 мл индустриального масла, 10 мл ПАВ (полипетрофильм) и 90 мл дистиллированной воды. Парафин поместили в термостойкий стакан, погруженный в водяную баню, для полного расплавления парафина. К расплавленному парафину добавили индустриальное масло, ПАВ и воду при тщательном перемешивании в течение 25 минут при температуре 70°C. Далее стакан переместили в ультразвуковую ванну на 30 минут. После оставили эмульсию остывать [14].

Эксперимент №2

Ход работы аналогичен ходу работы эксперимента №1 с изменённым соотношением компонентов 90:10:10:70 (парафин: индустриальное масло: ПАВ: вода).

Эксперимент № 3

Таблица 2. Соотношение реагентов

	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
Парафин	9	9	9	9	9
Индустриальное масло	1	1	1	1	1
Неонол (ПАВ)	0	1	2	3	5
Вода	9	9	9	9	9

В пять термостойких стаканов поместили по 9 грамм измельченного парафина, расплавили на водяной бане (температура плавления парафина – 55 °С), добавили 1 миллилитр индустриального масла, неонол (согласно таблице 2) и 9 миллилитров дистиллированной воды при тщательном перемешивании в течение 25 минут при температуре 55°C. Далее стаканы переместили в ультразвуковую ванну на 30 минут при поддержании температуры 55°C. После оставили остывать образцы эмульсий, образовавшихся в стаканах.

3.2 Результаты экспериментов

В первом эксперименте была получена парафиновая эмульсия, после

остывания которой наблюдалось небольшое расслоение (рисунок 19). Следовательно, использованный эмульгатор полипетрофильм подходит при данном способе получения эмульсии, но для образования однородной массы и предотвращения расслоения необходимо изменить соотношение парафин: вода, то есть уменьшить количество воды.

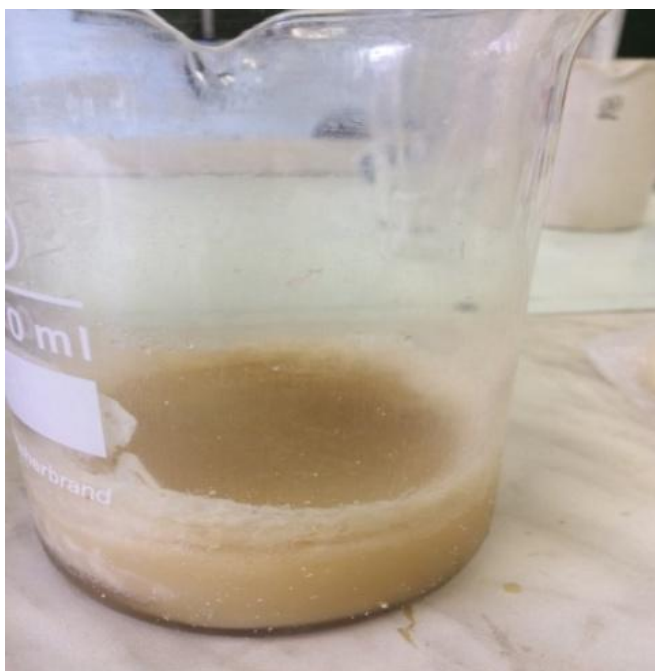


Рисунок 19 – Парафиновая эмульсия, полученная в эксперименте № 1

В результате второго эксперимента была получена парафиновая эмульсия с расслоением, как и в первом эксперименте (рисунок 20).

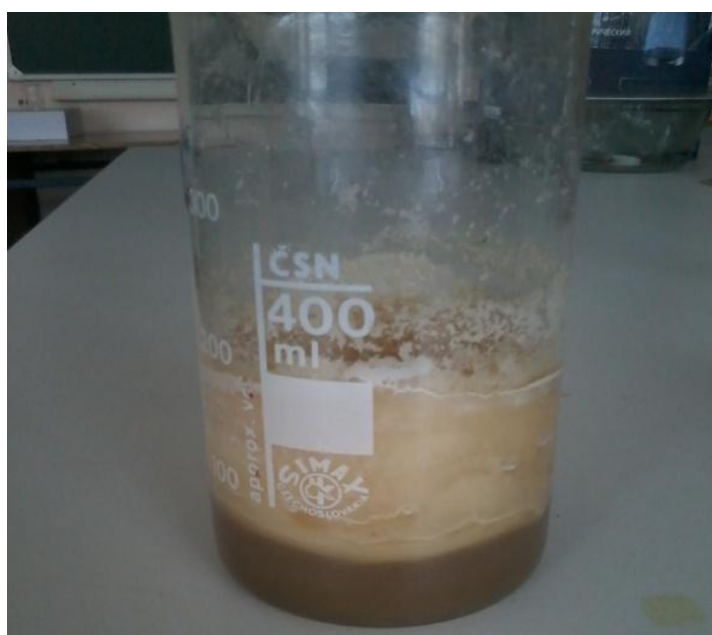


Рисунок 20 – Парафиновая эмульсия, полученная в эксперименте № 2

В результате третьего эксперимента (рисунок 21) были получены следующие результаты: в первых четырех образцах наблюдалось расслоение (была измерена высота водного слоя, результаты внесены в таблицу 3), в пятом образце расслоения не было, эмульсия представляла собой однородную консистенцию пасты.



Рисунок 21 – Парафиновые эмульсии, полученные в эксперименте №3

Таблица 3 – Высота водной фазы эмульсии

	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
Высота водной фазы (мм)	9	8	6	3	0

Для более наглядного представления влияния концентрации неонола на расслоение образованной эмульсии построили график зависимости высоты водной фазы от концентрации неонола (рисунок 22).

Для построения графика рассчитали концентрации неонола (С) для пяти эмульсий по формуле:

$$C = (100\% * X \text{ мл}) / 19 \text{ мл}, \quad (5)$$

где X – объем неонола, мл;

19мл – объем реагентов в эмульсии без неонола, мл

$$C = (100\% * 0 \text{ мл}) / 19 \text{ мл} = 0\%;$$

$$C = (100\% * 1 \text{ мл}) / 19 \text{ мл} = 5,26\%;$$

$$C = (100\% * 2 \text{ мл}) / 19 \text{ мл} = 10,53\%;$$

$$C = (100\% * 3 \text{ мл}) / 19 \text{ мл} = 15,79\%;$$

$$C = (100\% * 5 \text{ мл}) / 19 \text{ мл} = 26,32\%.$$

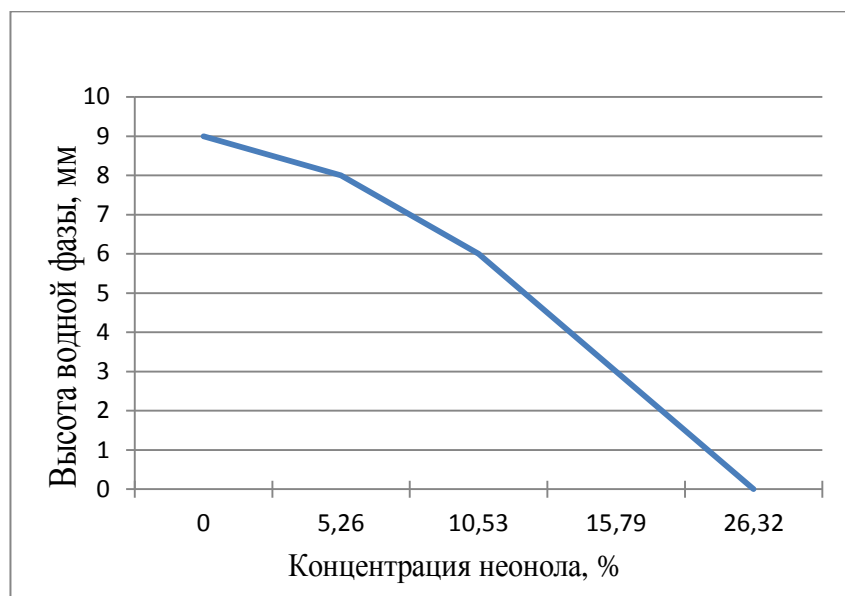


Рисунок 22 – График зависимости высоты водной фазы от концентрации неонола

Рассмотрев график можно сделать вывод, что с увеличением концентрации неонола, высота водной фазы уменьшается и при концентрации неонола равной 26,32% высота равна нулю. Расслоения не наблюдается. Эмульсия однородна по своей консистенции, что можно увидеть на рисунке 24. Следовательно, данный эксперимент показывает, что при соотношении 9:1:5:9 (парафин: индустриальное масло: неонол: дистиллированная вода) реагентов можно получить парафиновую эмульсию устойчивую к расслоению.

В первом и во втором экспериментах в качестве эмульгатора использовался полипетрофильм, который не дал положительных результатов (образования эмульсии без расслоения) и при измененном соотношении компонентов. В третьем эксперименте было получено пять образцов эмульсий, с использованием разного количества эмульгатора неонола. В пятом образце не

наблюдалось расслоения. Следовательно, неонол более подходящий эмульгатор, чем полипетрофильм.



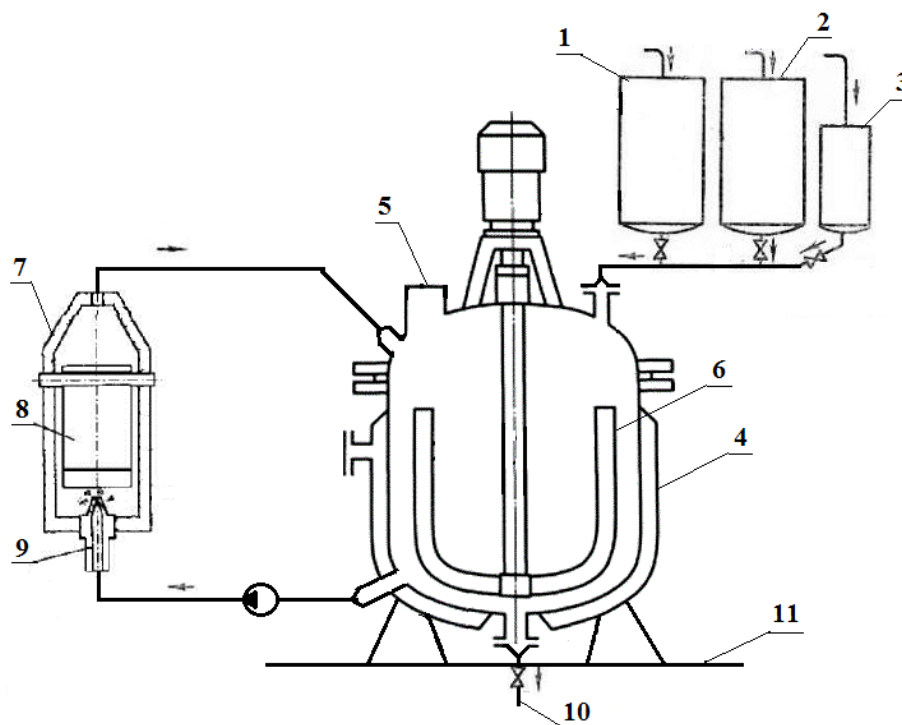
Рисунок 23 – Парафиновая эмульсия, полученная в эксперименте 3 (5 мл неонола)

Эксперименты проводились на основе методики, взятой из патента 2010 года [15], рассмотренного выше (пункт 2.5). Данная методика имеет ряд недостатков. Во-первых, берется комбинация парафиновых восков с разными температурами плавления, что не есть хорошо для образования стойкой эмульсии. Во-вторых, не конкретизируется какой именно эмульгатор необходимо использовать. В-третьих, некорректное соотношение компонентов. Но проведя несколько экспериментов, удалось подобрать оптимальную рецептуру эмульсии, в которую входят такие компоненты как парафин, индустриальное масло, неонол, вода с соответствующим соотношением 9:1:5:9.

3.3 Технология получения парафиновой эмульсии

Производство парафиновой эмульсии осуществляется по следующей технологической схеме, изображенной на рисунке 24. В реактор с обогревом и мешалкой якорного типа подается парафин. В этот же реактор из мерников подаются индустриальное масло в требуемом количестве, эмульгатор, дистиллированная вода, смесь перемешивается в реакторе в течение 25 минут при температуре 55°C, полученная предэмульсия с низа реактора насосом

подается при той же температуре в выносной диспергатор на 30 минут, откуда поступает обратно в верх реактора с мешалкой. Организованная система циркуляции по схеме «реактор → насос → выносной диспергатор → реактор» предусматривает возможность кратного повторения диспергирования (2-5 циклов прокачки) для обеспечения требуемого качества эмульсии, после направляют в емкость товарной продукции (бочку). Хранение осуществляется в закрытой емкости при комнатной температуре. Эмульсию нельзя перегревать и замораживать, иначе произойдет ее разрушение. Готовую парафиновую эмульсию транспортируют с помощью погрузчика, в бочку помещают погружной насос и с помощью разбрызгивателя наносят эмульсию на поверхность асфальтобетона [49].



1 – мерник для подачи эмульгатора; 2 – мерник для подачи воды; 3 – мерник для загрузки индустриального масла; 4 – реактор с рубашкой; 5 – люк для загрузки парафина; 6 – мешалка якорного типа; 7 – выносной диспергатор; 8 – вибрирующая пластика; 9 – сопло, образующее струю жидкости; 10 – трубопровод слива товарной эмульсии; 11 – тензовесы.

Рисунок 24 – Технологическая схема получения парафиновой эмульсии

Заключение

В результате выполненной работы:

- 1) проведен патентный поиск по рассматриваемой теме;
- 2) предложен новый состав парафиновой эмульсии, стойкой к расслоению, он предусматривает использование ПАВ – неонола, выпускаемого в Российской Федерации;
- 3) проведена серия экспериментов, по результатам которых подобрана оптимальная рецептура эмульсии с соотношением реагентов парафин: индустриальное масло: ПАВ: вода = 9:1:5:9;
- 4) предложена технологическая схема получения эмульсии, выданы рекомендации по её применению;
- 5) планируется результаты работ оформить в виде заявки на изобретение.

Список используемых источников

1. Богданова С.А., Эбель А.О., Шашкина О.Р., Барабанов В.П., Стоянов О.В. О поверхностном натяжении неионных ПАВ на основе окиси этилена// Вестник Казан. технол. ун-та. Казань. 2003. № 1-2. С.29-36.
2. Болдырев. А.И. Физическая и коллоидная химия. Москва. «Высшая школа». 1974г. - 504с.
3. Болтromeюк В. В. Общая химия./ В. В. Болтromeюк – Высшая школа 2017, 279 с.
4. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. Л.: Химия, 1984. 300 с.
5. ГОСТ Р50597-93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения».
6. ГОСТ 2.105 — 95. ЕСКД. «Общие требования к текстовым документам».
7. ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
8. ГОСТ 2.111-68 Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль.
9. ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.
10. ГОСТ Р 7.0.5-2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.
11. Зимон, А.Д. Коллоидная химия. – М.: Агар. 2007. 320 с.
12. Кольцов Л.В., Лосева М.А. Эмульсии: получение, свойства, разрушение: Метод. указ. к лаб. работам /Самар. гос.техн. ун-т; Сост. Самара, 2012. 18 с. Илл.

13. Кравцова, М.В., Волков, Д.А. Учебно-методическое пособие по выполнению выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго-, ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Тольятти: ТГУ, 2015. 34 с.
14. Научно-исследовательская работа «Получение стойких парафиновых эмульсий для защиты бетонных взлетных полос от разрушения»/Кажаева Е. М., Ковалева Е.А. / 2017.
15. Пат. «Способ получения парафиновой эмульсии для производства древесно-стружечных плит»/ Андрюхова Н.П., Леонова Н.Д., Ермолаев М.В., Елисеев Д.М., Чурзин А.Н. (РФ) №2008151682/05 опубл. 27.09.2010.
16. Пат. «Способ получения парафиновой эмульсии для производства древесностружечных плит» / Дарда А.Ф. №138362 опубл. 22.09.1961.
17. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. М.: Мир. 2003. 689 с.
18. Ребиндер, П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур / П.А. Ребиндер. - М.: Наука, 1966. - 284 с.
19. Сафиева, Р.З. Коллоидно-дисперсное строение нефтяных систем и методы его исследования. / Р.З. Сафиева, Р.З. Сюняев. - М.: ГАНГ, 1991, 71 с.
20. Сафиева, Р.З. Физикохимия нефти. Физико-химические основы технологии переработки нефти / Р. З. Сафиева / под ред. В. Н. Кошелева. - М.: Химия, 1998. - 448 с. .
21. Сюняев, З.И. Нефтяные дисперсные системы / З.И. Сюняев, Р.З. Сюняев, Р.З. Сафиева. - М.: Химия, 1990.- 224 с. .
22. Туманян, Б.П. Коллоидная химия нефти и нефтепродуктов. / Б.П. Туманян, Г.И. Фукс. - М.: Техника, 2001. - 95с.
23. Фридрихсберг. Д.А. Курс коллоидной химии. Ленинград. «Химия». 1984г. - 386с
24. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. М.: Химия, 1982. 400 с.

25. Шенфельд Н. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена. М.: Химия, 1982. 752с.
26. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Высш. шк., 1992. 414 с.
27. Arabzadeh A., Ceylan H., Kim S., Gopalakrishnan K., and Sassani A. Superhydrophobic Coatings on Asphalt Concrete Surfaces. Toward Smart Solutions for Winter Pavement Maintenance // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Volume 2551, DOI: 10.3141/2551-02.
28. Bamiro O. A., Ajala T. O. and Gbade E. A New Emulsifying Agent: Cucumis sativus Linnaeus Mucilage //Journal of Pharmaceutical Research International, ISSN: 2456-9119, ISSN: 2231-2919 (past), Vol.: 17, Issue.: 3.
29. Bonić Z. et al. Some Methods of Protection of Concrete and Reinforcement of Reinforced-Concrete Foundations exposed to Environmental Impacts // Procedia Engineering 117 (2015) 419 – 430.
30. Morales C. J., Riebel U., Guzmán N.M. and Guerra M. Formulation of water in paraffin emulsions // Latin American applied research version impresa ISSN 0327-0793, Lat. Am. appl. res. vol.41 no.2 Bahía Blanca abr. 2011.
31. Yilmaz U. S., Turken H. The effects of various curing materials on the compressive strength characteristic of the concretes produced with multiple chemical admixtures //Scientia Iranica, Volume 19, Issue 1, February 2012, Pages 77-83.
32. <http://roadmasters.ru/remont-dorogi/tekushchij/zashhita-pokrytiya/metody-zashhity-asfaltobetonного-pokrytiya-dorozhnogo-polotna.html>
Интернет-журнал о строительстве дорог.
33. <http://www.1gai.ru/autonews/519776-gibdd-obnarodovala-statistiku-dtp-za-11-mesyacev-2017-god.html>
34. <https://izola21.ru>
35. <http://polyroad.ru/las320/>
36. <https://fishki.net/1626390-kak-kladut-asfalt-v-razlichnyh-stranah-mira.html>

37. <https://vokrugsveta.ua/interesting/kak-kladut-asfalt-v-raznyh-stranah-mira-27-02-2017>

38. <http://www.gvozdem.ru/avtor-stat/stroitelnye-i-otdelochnye-materialy/asfaltovye-smesi.php>

39. <http://proinstrumentinfo.ru/ruchnoj-gudronator-bitumnoj-emulsii-tehnicheskie-harakteristiki/>

40. <http://promplace.ru/avtogudronator-341.htm>

41. <http://avtomirrf.ru/standart-na-yamy-i-vyboiny.html>

42. <http://library.stroit.ru/articles/emulsia>

43. <http://ador.ru>

44. <http://www.pandia.ru>

45. <http://www.promo-cons.ru/production/waterfoam/frothers/fffp/>

polypetrofilm

46. <https://elarum.ru/production/neonol/af-9-12/>

47. http://delta-change.ru/business_article/44778

48. http://kamhimkom.ru/articles/article_post/neonol-9-10-9-12-9-9

49. <http://www1.fips.ru>