

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт естественных и точных наук
Факультет «Химический»
Кафедра «Экология и химическая технология»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, д.х.н.
_____ В.В. Авдин
_____ 2018 г.

Влияние минерального наполнителя на физико-механические свойства
битумно-полимерных мастик

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–18.03.01.2018.559.13.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы, доцент
кафедры, к.х.н.
_____ К.Р. Смолякова
_____ 2018 г.

Автор работы,
студент группы ЕТ-433
_____ В.Ф. Наумов
_____ 2018 г.

Нормоконтролер, доцент кафедры,
к.т.н.
_____ Н.П. Нонишнева
_____ 2018 г.

Челябинск 2018

АННОТАЦИЯ

Наумов В.Ф. Влияние минерального наполнителя на физико-механические свойства битумно-полимерных мастик. – Челябинск: ЮУрГУ, ЕТ-433, 2018. 93 с., 11 ил., 36 табл., библиогр. список – 51 наим., 13 л. слайдов ф. А4.

Стыковочная битумно-полимерная лента, микрокальцит, минеральный порошок, трепел, пенокерамический гранулят, температура размягчения, гибкость, пенетрация.

Объекты исследования – мастики, синтезированные на основе стыковочной битумно-полимерной ленты и минеральных наполнителей: микрокальцит, минеральный порошок, трепел, пенокерамический гранулят.

Цель работы – синтез битумно-полимерной мастики и изучение физико-механических свойств образцов при варьировании содержания твердого минерального наполнителя.

Задачи:

- 1) Разработать рецептуру битумно-полимерной мастики;
- 2) Синтез битумно-полимерных мастик с добавлением различного процентного содержания мраморной крошки марки КМ-100, минерального наполнителя МП-1, трепела, пенокерамики.
- 3) Определение изменения физико-механических свойств композиции по следующим показателям: температура размягчения (теплостойкость), гибкость (морозоустойчивость), пенетрация (вязкость расплава);
- 3) Провести сравнение свойств синтезированных битумно-полимерных мастик с требованиями нормативных документов;
- 4) Разработать рекомендации по синтезу мастик с целью их применения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ</u>	6
<u>1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР</u>	7
<u>1.1 Виды мастик и их применение</u>	7
<u>1.2 Состав мастик</u>	9
<u>1.2.1 Связующие</u>	9
<u>1.2.2 Полимеры</u>	11
<u>1.2.3 Растворители и пластификаторы</u>	13
<u>1.2.4 Наполнители</u>	16
<u>1.2.5 Отвердители и вулканизирующие агенты</u>	20
<u>1.2.6 Ингибиторы и стабилизаторы</u>	22
<u>1.3 Рекомендуемые физико-химические требования к мастике</u>	24
<u>1.4 Межгосударственные стандарты и нормы по кровельным и дорожным</u> <u>мастикам</u>	25
<u>1.5 Постановка цели и задач исследования</u>	34
<u>2 РАЗРАБОТКА И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА</u> <u>ПО ПРОВЕДЕНИЮ СИНТЕЗА И ИССЛЕДОВАНИЮ КАЧЕСТВА МАСТИК</u> ..	35
<u>2.1 Объекты исследования</u>	35
<u>2.1.1 Стыковочная битумно-полимерная лента «БРИТ- Аэро»</u>	35
<u>2.1.2 Микромрамор марки КМ-100</u>	38
<u>2.1.3 Минеральный порошок МП-1</u>	40
<u>2.1.4 Трепел</u>	41
<u>2.1.5 Пенокерамический гранулят</u>	43
<u>2.2 Планирование оптимального состава компонентов</u>	45
<u>2.3 Технология смешения битумно-полимерной мастики</u>	47
<u>2.4 Методы исследования</u>	48
<u>2.4.1 Метод определения температуры размягчения битума по КиШ</u>	48

<u>2.4.2 Метод определения глубины проникания иглы</u>	51
<u>2.4.3 Метод определения температуры хрупкости по Фраасу</u>	54
<u>3 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ</u>	
<u>ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СИНТЕЗИРОВАННЫХ МАСТИК</u>	56
<u>3.1 Результаты исследований синтезированных мастик при добавлении</u> <u>различных наполнителей</u>	56
<u>3.1.1 Показатели мастик с добавлением Мраморной крошки</u>	56
<u>3.1.2 Показатели мастик с добавлением минерального порошка</u>	58
<u>3.1.3 Показатели мастик с добавлением трепела</u>	59
<u>3.1.4 Показатели мастик с добавлением пенокерамического гранулята</u>	61
<u>3.2 Разработка рекомендаций по получению мастик</u>	63
<u>4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</u>	65
<u>5 ОЦЕНКА ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ</u> <u>ПРОВЕДЕНИИ НИР</u>	70
<u>5.1 Общая характеристика лаборатории</u>	70
<u>5.2 Анализ технологических опасностей</u>	71
<u>5.3 Техника безопасности</u>	72
<u>5.4 Мероприятия и средства по созданию и обеспечению оптимальных</u> <u>условий производственной среды</u>	74
<u>5.4.1 Микроклимат лабораторного помещения</u>	74
<u>5.4.2 Освещение лабораторного помещения</u>	76
<u>5.4.3 Методы защиты от вибрации и шума</u>	77
<u>5.5 Безопасность производственной среды</u>	78
<u>5.5.1 Безопасность проведения исследовательских работ</u>	78
<u>5.5.2 Электробезопасность</u>	80
<u>5.5.3 Пожарная безопасность</u>	82
<u>5.6 Охрана окружающей среды</u>	83
<u>5.6.1 Газообразные отходы</u>	83

<u>5.6.2 Очистка сточных вод</u>	84
<u>5.6.3 Твердые отходы</u>	84
<u>5.7 Мероприятия по гражданской обороне</u>	90
<u>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</u>	92
<u>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</u>	93

ВВЕДЕНИЕ

подавляющее большинство материалов строительных конструкций имеет пористую структуру, довольно хорошо пропускающую и впитывающую воду, что является существенным недостатком. Заполнившая поры влага – одна из основных причин разрушения фундаментов и других конструктивных элементов, не обработанных гидроизолирующими материалами.

В настоящее время, в России гидроизолирующая продукция представлена широким спектром, однако надежный гарантированный результат можно получить лишь тогда, когда обеспечивается правильный подбор материалов и строгое соблюдение технологии производства работ [1].

Для устройства защитных покрытий должны применяться строительные материалы, которые соответствовали бы условиям эксплуатации в самых различных климатических районах, обеспечивая надежность и долговечность зданий и сооружений. Нефтяной битум является самым распространенным материалом кровельных и гидроизоляционных работ. Это обусловлено универсальностью применения данного материала. Он с успехом может использоваться при укладке дорожных покрытий, кровле, гидроизоляции, герметизации, для защиты трубопроводов, облицовок каналов и другое [2, 3].

Строительные материалы на основе битумов разнообразны по области применения, но присущие им недостатки, связанные с узким интервалом пластичности битумного вяжущего, а также подверженностью его атмосферному старению, что не позволит обеспечить требуемую долговечность кровли и гидроизоляции. Одним из путей решения данной проблемы является создание битумных композиционных материалов, в частности полимерно-битумных мастик, которые рассматриваются в выпускной квалификационной работе [3].

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Виды мастик и их применение

Мастики — это клеевые составы, которыми не только соединяют различные материалы между собой, но и покрывают поверхности деталей и конструкций относительно толстым слоем для предохранения их от коррозии, заполняют щели, раковины, отверстия и другие углубления, чтобы получить однородную гладкую поверхность или обеспечить герметичность швов. По своим свойствам и технологии приготовления мастики мало чем отличаются от клеев, и только повышенная вязкость и значительное содержание наполнителей служат основанием для отнесения такого клеевого состава к разряду мастик.

Сочетая различные исходные материалы — синтетические смолы, каучуки, наполнители, пластификаторы и другие компоненты, получают мастики, обладающие высокой прочностью и эластичностью, стойкостью к старению и воздействию агрессивных сред, низких и высоких температур и другими свойствами. В зависимости от свойств связующего, мастики подразделяют на пластичные и эластичные, высыхающие и несыхающие. Связующим в пластичных мастиках могут быть синтетические и натуральные смолы, а в эластичных — каучуки. Высыхающие мастики в деле превращаются в жесткие, а несыхающие в эластичные или гелеподобные материалы [4].

Мастики подразделяют: по виду связующего — на битумные, битумно-резиновые, битумно-полимерные; по способу применения — на горячие, применяемые с предварительным подогревом до 160°C — для битумных мастик, и холодные, содержащие растворитель, используемые без подогрева при температуре воздуха не ниже 5°C и с подогревом до 60° - 70°C при температурах воздуха ниже 5°C; по назначению — на приклеивающие, кровельно-изоляционные, гидроизоляционные, асфальтовые и антикоррозионные.

Приклеивающие мастики применяют для склеивания рулонных материалов при устройстве многослойных кровельных покрытий и оклеечной гидроизоляции. Битумные кровельные материалы (рубероид, пергамин) приклеивают битумной мастикой, а дегтевые (толь, толь-кожа) – дегтевой.

Гидроизоляционные асфальтовые мастики применяют для устройства литой и штукатурной гидроизоляции и в качестве вяжущего для изготовления плит и других штучных изделий.

Горячие битумно-минеральные мастики изготавливают из битума с количеством минерального наполнителя 30-64% в зависимости от назначения и предъявляемых требований. Их применяют для заливочной гидроизоляции швов гидротехнических сооружений.

Мастика дорожная битумная полимерная - это тягучая масса, имеющая черный цвет, она обладает однородной структурой, в состав которой входят нефтяные дорожные битумы, адгезионные присадки, полимеры, пластификатор и наполнители. Дорожная битумная мастика обладает высокими склеивающими свойствами, что часто используется при склеивании ослабленных кромок асфальта. Битумно-полимерная мастика сильно снижает уровень вибрации, тем самым предотвращая появление трещин на бетонных и асфальтобетонных покрытиях. В технологическом плане использование материала такого типа не требует специализированных знаний и навыков, разогретая до оптимальной температуры мастика битумно-полимерная горячая наносится на асфальтобетонные швы и другие места расслоения с помощью заливщика швов. Уже через один час обработанную поверхность можно эксплуатировать.

Холодные асфальтовые мастики (хамаст) получают, смешивая битумно-известковую пасту с минеральным наполнителем без нагрева компонентов. Их применяют для штукатурной гидроизоляции и заполнения гидроизоляционных швов.

Гидрофобный газоасфальт изготавливают на основе битумно-известковой

пасты с добавкой 10-50% портландцемента и алюминиевой пудры в качестве газообразователя. Используют в конструкциях комплексных кровельных панелей и теплогидроизоляции трубопроводов.

Антикоррозионные битумные мастики служат для защиты строительных конструкций и трубопроводов от агрессивных воздействий. Существуют битумно-полимерные мастики, содержащие добавку каучука или синтетической смолы, придающей эластичность на морозе и теплостойкость [5, 6].

1.2 Состав мастик

Мастики должны: обладать стабильными физико-механическими показателями в течение всего периода эксплуатации в интервале рабочих температур; быть однородными – без видимых посторонних включений, примесей и частиц наполнителя или антисептика, не покрытых вяжущим; быть удобнаносяемыми, при изготовлении не выделять в окружающую среду вредных веществ в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации. Кроме того, мастики должны быть биостойкими и водонепроницаемыми [1,7].

1.2.1 Связующие

Битумная мастика представляет собой гидроизоляционный материал, основу которого составляет нефтяной битум.

Материалы на основе битума сегодня распространены в различных сферах: строительство и ремонт дорог, устройство гидроизоляции фундаментов и кровельных пирогов, антикоррозионная защита конструкций из металла, а также защита поверхностей, как бетонных, так и деревянных от воздействия воды. В основном, битум получают из остаточных от переработки нефти продуктов либо из твердых битуминозных ископаемых, например, из каменного угля. Наиболее распространенным является нефтяной битум ГОСТ 781-78.

В зависимости от вязкости (при нагревании этот показатель меняется),

полученный битум делят на твердый, полутвердый и жидкий. В строительстве применяют все виды: нефтяной кровельный битум для изготовления гидроизоляционных и рулонных материалов применяют твердый и полутвердый, который также входит в состав битумных мастик, а жидкий используют для пропитки рулонных кровельных материалов. Также для строительства и восстановления дорог применяют вязкий и жидкий битум дорожный [8].

Основное отличие между дорожным и строительным битумом – разные показатели вязкости и эластичности. К первому виду предъявляются повышенные требования по части прочности и твердости, а ко второму – по части водонепроницаемости [9]. Соответственно, применение в строительстве тех или иных марок нефтяного битума регулируется ГОСТами в зависимости от требований климатических зон с учетом всех характеристик битума [8].

Основные марки битумов:

- Битум дорожный включает в себя: 5 марок от БНД-200/300 (битум нефтяной дорожный) до БНД-40/60 и 4 марки БН (битум нефтяной) от БН-200/300 до БН 40/60, где числитель и знаменатель дроби – это допустимые пределы изменения показателей пенетрации для данной марки.

- Битум строительный состоит из трех марок – БН-50/50; БН-70/30 и БН-90/10, где числитель – показатель температуры размягчения, а знаменатель – среднее значение пределов изменения показателя пенетрации – для общестроительных работ. Марок БНК -45/180(битум нефтяной кровельный); БНК-90/40 и 90/30, а также БНК-45/190. Битумов БНИ (битум нефтяной изоляционный) марок БНИ-IV-3, БНИ-IV и БНИ-V – для работ по изоляции подземных трубопроводов с целью защиты их от коррозии.

- Жидкий битум дорожный – он обладает незначительной вязкостью и используется в дорожном строительстве в составе асфальтобетона при необходимости его укладки при пониженных температурах наружного воздуха. Жидкие битумы производятся путем смешивания вязких битумов БНД с

дистиллятными фракциями-разжижителями, которые постепенно испаряются после укладки дорожного покрытия. Жидкий битум применяется редко в связи с его пожароопасностью и повышенным вредом для окружающей среды [10].

1.2.2 Полимеры

С течением времени при хранении и в эксплуатационных условиях под действием солнечного света и кислорода воздуха состав и свойства битумов изменяются: в них увеличивается относительное содержание твердых и хрупких составляющих и соответственно уменьшается количество маслянистых и смолистых фракций, в связи, с чем повышается хрупкость и твердость (процесс старения) [11].

В 1967 г. в Союздорнии Л.М. Гохманом под руководством А.С. Колбановской начаты работы по улучшению физико-механических свойств битумов [12].

Были сформулированы принципы выбора компонентов для получения полимерно-битумных вяжущих (ПБВ), которые приведены ниже. Соблюдение этих принципов позволяет получить однородные ПБВ при минимальных затратах, свойства которого можно регулировать в широких пределах.

Принципы выбора компонентов ПБВ:

Совместимость;

Кинетическая устойчивость - плотности компонентов не должны отличаться от плотности ПБВ более чем на 10%;

Максимально допустимый размер зародыша частицы дисперсной фазы не должен превышать 100 нанометров;

Эластичная структурная сетка в ПБВ должна образовываться во всем объеме при минимальном содержании полимера;

Должна быть обеспечена возможность одновременного повышения теплостойкости и трещиностойкости ПБВ;

Требуемые нормы по токсичности, пожаробезопасности и технологичности должны быть не ниже, чем для битумов [12].

Для обеспечения максимально эффективной работы полимера в объеме битума и создания пространственной структурной сетки при минимальном содержании полимера в качестве одного из компонентов ПБВ принят

пластификатор. Так как битумы, на основе которых создаются ПБВ, не обеспечивают требуемую адгезию к минеральным материалам кислых пород.

Для выбора наиболее подходящего для наших целей полимера, а их сотни марок, все полимеры объединили в 4 класса:

- 1) Каучукоподобные – эластомеры (дивинил-стирольные каучуки);
- 2) Пластмассы – термопласты (полиэтилен, полипропилен, полистирол);
- 3) Смолы – реактопласты (эпоксидные, фенолформальдегидные);
- 4) Блоксополимеры – термоэластопласты (блоксополимеры бутадиена и стирола типа СБС).

Анализ показал, что каучукоподобные полимеры образуют пространственную эластичную структурную сетку в битуме при очень высоких концентрациях не менее 8% по массе; пластмассы не позволяют получить требуемую трещиностойкость ПБВ и плохо растворяются в битуме; реактопласты – дороги и требуют специального отвердителя, что может ухудшить технологические свойства полимерасфальтобетонных смесей [12].

В связи с этим, выбор остановили на термоэластопластах-блоксополимерах типа СБС, так как они хорошо растворяются в битуме и образуют пространственную структурную сетку из макромолекул полимера в битуме при минимальном содержании. Из этого класса полимеров выбрали оптимальный по составу, содержащий 30% связанного стирола и характеристической вязкостью 1,2...1,4, что соответствует молярной массе ориентировочно от 90000 до 110000 – это соответствует марки ДСТ 30Р-01 или ДСТ 30-01 ОАО «Воронежсинтезкаучук».

Повышение содержания полимера повышает прочность сетки, а, следовательно, эластичность и теплостойкость ПБВ и за счет ориентационного эффекта его трещиностойкость [13]. В результате же даже небольшой добавки полимера СБС свойства битума значительно улучшаются, поэтому считается достаточным добавить к битуму 8...12% СБС, чтобы свойства его значительно улучшились [14].

Полимерные добавки влияют на следующие показатели:

- повышенную сопротивляемость к деформации;
- сопротивляемость к усталостному трещинообразованию
- повышенную сопротивляемость к трещинообразованию при низких температурах;
- устойчивость к старению и повышение сопротивляемости к окислительной деструкции.

1.2.3 Растворители и пластификаторы

Битумное сырье и технология его производства не позволяют достичь необходимого уровня физико - механических и реологических свойств нефтяных дорожных битумов. Кроме модификаторов в состав ПБВ вводят пластификаторы – различные по своим характеристикам нефтепродукты (гудрон, ароматические пластификаторы или пластификаторы парафинонафтового основания), которые способствуют повышению физико-механических свойств. Поскольку модификаторы и пластификаторы являются дорогостоящими материалами, их количество и соотношение в ПБВ должно быть оптимальным [15].

Качество клеевых изделий, а также технология приготовления и нанесения мастик зависит от подбора растворителя и пластификатора. Растворителями называют химические соединения, способные растворять полимеры и отвердители клея. Применяют растворители для того, чтобы привести клеевую композицию в состояние, удобное для нанесения ее на склеиваемые поверхности.

Основным свойством растворителя, определяющим его качество, является растворяющая способность. Чем выше скорость растворения, меньше вязкость растворенной композиции при одинаковой концентрации полимера, ниже температура, обеспечивающая растворение с заданной скоростью, тем активнее растворитель. Другим важным свойством растворителей является их способность быстро смачивать поверхность и обеспечивать диффундирование

молекул полимера к ее активным центрам.

Растворители оказывают значительное влияние на физико-механические свойства клеевых прослоек, в частности на величину усадочных напряжений, водо- и теплостойкость.

Различают собственно растворители (активные) и разбавители. Если растворитель самостоятельно растворяет полимеры и смолы до весьма низкой концентрации, то разбавитель может растворять смолы только в смеси с активным растворителем или разбавлять уже растворенные продукты. Для разбавления применяют нефтепродукты, отходы химической переработки древесины и каменного угля.

В качестве растворителей наиболее часто применяют ацетон, этиловый спирт, метиленхлорид, дихлорэтан, этилацетат, метилэтилкетон, циклогексанон. В технологии каучуковых клеев получили распространение бензин «галоша», уайт-спирит, петролейный эфир, дихлорэтан и др.

Присутствие растворителя в клее замедляет процесс отверждения, снижает прочность и герметичность клеевой прослойки, так как испарение растворителя сопровождается порообразованием. Поэтому содержание растворителя в клее должно быть ограничено минимумом, необходимым для выполнения технологических операций. Для удаления растворителя непосредственно после нанесения клея на склеиваемые поверхности применяют так называемую открытую выдержку покрытых клеем деталей. Продолжительность открытой выдержки зависит от плотности (или пористости) материала и испаряемости растворителя [16].

Пластификаторы, как самостоятельный компонент клеевой композиции с точки зрения физического взаимодействия с полимерами, близки к растворителям. В реакцию с другими компонентами клея пластификаторы не вступают, но придают полимерам пластичность. Роль и значение пластификаторов совершенно иные, чем растворителей, применение которых

ограничено этапами приготовления и нанесения клея. Пластификаторы должны долго сохраняться в клеевой прослойке для того, чтобы придать ей эластичность, снизить усадочные напряжения, повысить сопротивление ударным нагрузкам. Жидкие пластификаторы снижают начальную вязкость и повышают жизнеспособность клея, облегчают введение в него наполнителя, но и снижают теплостойкость клеевой прослойки, увеличивают ее влагопроницаемость и склонность к старению.

Пластификатор должен иметь такие свойства, как незначительная летучесть, совместимость с полимером и растворителем, устойчивость к атмосферным воздействиям, химическая стабильность, морозостойкость, негигроскопичность и, кроме того, высокую температуру вспышки.

В технологии каучуковых и битумных мастик пластификаторы часто называют мягчителями. Это различные минеральные масла, неочищенные нефтепродукты и т. п., повышающие эластичность композиций [16].

Критерии выбора пластификатора:

1 Твспышки >191 °С;

2 Содержание парафинафтеновых углеводородов $>71\%$;

3 Должен хорошо растворять и битум, и полимер.

В качестве пластификатора выбирают промышленное масло, так как его температура вспышки выше 200 °С, содержание парафинафтеновых углеводородов составляет 75...80% по массе, и оно при 140...150 °С хорошо совмещается не только с битумом, но и с полимером.

Независимо от содержания полимера в мастике с увеличением содержания пластификатора повышается трещиностойкость. Это связано с эффектом межструктурной пластификации, вызванным набуханием полимера.

Варьируя содержанием полимера и пластификатора в мастике можно добиться любых требуемых эксплуатационных показателей. Важно отметить, что при динамическом воздействии, вызванном воздействием колес автомобиля,

происходит смещение температуры хрупкости материала в сторону положительных температур. Битумно-полимерная мастика характеризуется широким температурным диапазоном работоспособности, чем битумная мастика.

При применении мастики без пластификатора сильно повышается вязкость, что делает смеси неудобоукладываемыми и неудобоуплотняемыми. Так как в России применяются окисленные битумы, то повышать температуру смеси выше 160 °С нецелесообразно в связи с резкой интенсификацией процессов старения. Поэтому применение битумной мастики без пластификатора целесообразно лишь в тех случаях, когда не требуется трещиностойкость ниже минус 20 °С.

Преимущество применения пластификатора проявляется не только в получении мастик высокого качества при минимальном содержании полимера. Но и в значительно более высокой производительности работ при приготовлении битумно-полимерной мастики, высокой удобоукладываемости и уплотняемости смесей, возможности обеспечения требуемого качества покрытий по трещиностойкости и сдвигоустойчивости без изменения принятых для мастичных смесей технологических режимов их устройства [22].

1.2.4 Наполнители

Сочетание материалов, значительно отличающихся коэффициентами линейного расширения, например металлов и полимерных пленок клея, неизбежно приводит к возникновению внутренних напряжений, вызывающих ослабление клеевого соединения. Чтобы снизить эти напряжения, в клей вводят наполнители. Кроме того, при помощи наполнителей уменьшают усадку, значительную в клеях на основе терморезистивных полимеров, улучшают заполнение зазоров, регулируют вязкость, электро- и теплопроводность и, наконец, уменьшая расход смолы, снижают стоимость клеев [16].

Наполнители – это, как правило, тонкодисперсные минеральные и

органические порошки (мука) с $S_{уд} = 2000\text{--}5000 \text{ см}^2/\text{г}$.

В качестве наполнителей используют тонкоизмельченные порошки, полученные помолом горных пород:

– известняков, мела, доломитов, мраморной крошки (стойких к действию щелочных, сульфатных и морских сред);

– полевых шпатов, кварца и кварцита, андезита, асбеста, талька, талькомагнезита, каолинита, гранита, слюды, пемзы, трепелов, диатомитов и других кислых пород, имеющих значительное количество адсорбционных центров на поверхности частиц в виде ионов O_2^+ .

Из органических веществ получают и используют: древесную муку, углеродистую (печную и тепловую), а также белую сажу, канифоль, асфальт, резину, целлюлозные и полимерные волокна, неорганические красители, а также отходы производств – золы, шлаки, пыли с электрофильтров (известковая, микрокремнезем и т.д.).

Наполнители делят по основным признакам на 5 групп:

– кремнеземистые кислые (кварцевый песок, аэросил, маршалит, стекловолокно, шлаки, золы и т.д.);

– карбонатные и основные (кальциты, карбонаты, доломиты и т.д.);

– углеграфитовые (кокс, графит, сажа);

– водные силикаты алюминия, магния (каолиниты, тальк, асбест и т.д.);

– полимерные (поливинилхлорид, полиэтилен, полиамидные волокна, волокна целлюлозы и т.д.) [17].

Лучшими наполнителями являются волокнистые и комбинированные. При отсутствии таких наполнителей разрешается использование одних пылевидных, которые также повышают теплостойкость мастик, но в меньшей степени, чем волокнистые и комбинированные [18].

Клеи с наполнителями представляют собой активные композиции, а не просто механическую смесь. Обладая большой свободной поверхностью,

наполнители вступают в контакт с функциональными группами полимеров. При этом проявляются силы адгезии, обеспечивающие прочное соединение зерен наполнителя с полимером. Исследования показывают, что молекулы полимеров адсорбируются на поверхности частиц наполнителя, образуя оболочки толщиной до нескольких сотен Å с упорядоченной структурой макромолекул. Прочность этих оболочек и связь их с наполнителем выше прочности самого полимера (в блоке). При достаточно близких расстояниях между зёрнами наполнителя (300-500 Å) содержание оболочек в композиции возрастает, что также повышает прочность наполненных систем.

Для снижения внутренних напряжений в отверждающихся клеевых прослойках иногда вводят поверхностноактивные вещества, уменьшающие поверхностное натяжение смолы на границе с поверхностью наполнителя (например, синтетические мыла или алкамон в дифенолкетонные клеи).

Наполнители в синтетических клеях вызывают и некоторые отрицательные явления. Органические наполнители, например, набухают, снижают водостойкость клеевых соединений. Высокопрочные минеральные порошки резко повышают абразивный износ режущих инструментов при обработке клееных изделий. Нестойкие к кислотам и щелочам наполнители могут вступать в реакцию с другими компонентами клея, например кислым катализатором, и в связи с этим ускорять или замедлять процесс отверждения. Выделяющиеся при реакции газы образуют поры в клее, снижая прочность и герметичность соединения. Крупные зёрна наполнителя препятствуют проникновению клея в микроуглубления и тем ограничивают его взаимодействие с поверхностью.

Наиболее целесообразно использовать наполненные композиции при склеивании пористых, шероховатых материалов, для заполнения раковин, трещин и т. п., а также, чтобы устранить растекание клея по поверхности, т. е. повысить его тиксотропность.

Свойства наполненных композиций зависят от тонкости и однородности

помола наполнителя.

К природным минеральным наполнителям относятся в первую очередь формовочные кварцевые пески, применяемые для эпоксидных, полиэфирных и других клеев. Они содержат до 2% глинистых частиц, не менее 97% кремнезема, 0,5-2% окислов щелочноземельных и щелочных металлов, 0,75-1% окислов железа. Чаще всего используют пылевидный кварцевый песок, проходящий через сито с размером ячейки 0,068 мм, а также природную кварцевую муку (маршалит) после отсева по фракциям и высушивания.

Для клеящих мастик часто применяют сепарированный порошкообразный мел, получаемый из природного мела дроблением, высушиванием, размолом и отвеиванием в воздушных сепараторах. Тонкость помола мела должна быть такой, чтобы остаток на сите с размером ячейки 0,16 мм составлял не более 0,5%. Так как мел взаимодействует с кислотами, его не применяют в составах, содержащих кислые отвердители. Мастики на основе индено-кумароновой смолы наполняют тальком, представляющим собой продукт механического измельчения горной породы талькита.

В числе природных минеральных наполнителей для клеев и мастик следует назвать также барит (тяжелый шпат), гипс, доломит, каолин, магнезит, слюду молотую, охру, белую сажу, графит.

Из искусственных минеральных наполнителей широкое распространение получили цементы, среди которых в первую очередь необходимо назвать портландцемент, пуццолановый цемент и шлакопортландцемент.

Эффективным искусственным наполнителем является алюминиевая пудра, т. е. тонкоизмельченный, а затем подвергнутый специальной полировке алюминий, частицы которого имеют форму чешуек. В пудре содержится 8-8,8% жировых веществ, предохраняющих частицы алюминия от окисления. Для удаления жировых прослоек, препятствующих сцеплению смол с наполнителем, алюминиевую пудру прокаливают.

В технологии клеев и мастик применяют и органические наполнители природного происхождения, в основном тонкомолотый каменный уголь (антрацит) и древесную муку тонкомолотый каменный уголь используют в битумно-каучуковых и полиизобутиленовых мастиках, древесную муку - в феноло-формальдегидных и карбамидных клеях. Древесную муку изготавливают из высушенных стружек или опилок хвойной древесины, которые не должны содержать примесей измельченной коры, гнили и других примесей. В некоторых случаях для наполнения используют молотую скорлупу орехов и муку фруктовых косточек, получаемых из отходов пищевой промышленности.

Качество клеящих составов зависит от влажности минеральных и органических наполнителей, например влажность древесной муки должна быть не выше 6%. Чтобы повысить адгезию полимеров к зернам наполнителя, адсорбированную из воздуха влагу удаляют высушиванием при 100-105° и выше. Минеральные наполнители перед введением их в композицию прокаливают [16].

1.2.5 Отвердители и вулканизирующие агенты

Отвердители и вулканизаторы используются в тех случаях, когда необходимо произвести отверждение жидких олигомеров (например, отверждение эпоксидной смолы аминными отвердителями) или сшивку макромолекул терморезистивного полимера (например, вулканизация каучука серой, отверждение фенолформальдегидных смол уротропином). В любом случае происходит укрупнение молекул исходных продуктов с образованием пространственных сеток с помощью низкомолекулярных веществ. В ряде случаев отвердителями могут служить кислород или влага, содержащиеся в воздухе.

Переход клея из жидкого состояния в твердое происходит в результате испарения растворителей, охлаждения расплавов и, главное, реакций поликонденсации или полимеризации. При нормальной температуре процессы

поликонденсации и полимеризации жидких смол обычно протекают медленно - в течение нескольких недель или месяцев, с повышением температуры они значительно ускоряются.

Чтобы осуществить реакцию отверждения клея (как при нормальной, так и при повышенной температуре) в состав клея часто вводят отвердители - катализаторы и инициаторы. Различие между ними в том, что катализаторы (кислоты, соли, основания) участвуют только в промежуточных этапах полимеризации (поликонденсации) и не входят в состав образующихся полимеров, в то время как инициаторы (органические и неорганические перекиси) остаются в их составе. Действие инициаторов заключается в их распаде с образованием частей молекул (свободных радикалов), которые, соединяясь мономером, повышают его способность к полимеризации. Активность инициаторов усиливают, вводя так называемые ускорители - вещества, не участвующие в реакции. Инициаторами могут быть перекись бензоила или гидроперекись изопропилбензола, ускорителями - соли металлов, например нафтенат кобальта.

В процессе отверждения клеев и мастик выделяется тепло, которое при большом объеме состава может привести к его перегреву, к нарушению структуры клея и значительной усадке клеевого слоя. Поэтому для обеспечения необходимой жизнеспособности клея при введении отвердителя в клеевую композицию предпринимают некоторые меры для отвода выделяющегося при реакции тепла (водяное охлаждение, ограничение объема реагирующих веществ).

Скорость отверждения имеет большое значение для склеивания. Она зависит не только от температуры, но и от содержания в композиции растворителей, пластификаторов, наполнителей. При медленном испарении растворителя действие отвердителей несколько ограничивается. Если наполнитель обладает кислотными или щелочными свойствами, то он может усиливать или ослаблять (нейтрализовать) действие отвердителей, также

имеющих кислую или щелочную реакцию.

При механизации и автоматизации процессов склеивания, когда ускоренное отверждение необходимо, применяют интенсивное нагревание или сильнодействующие отвердители. Однако использовать эти способы можно не всегда: некоторые склеиваемые материалы не допускают нагревания до высокой температуры, а введение сильнодействующего отвердителя иногда очень сокращает жизнеспособность клея.

В настоящее время во многих странах пытаются получить клеи ускоренного отверждения, содержащие микрокапсулы диаметром 20-150 мк из тончайших пленок, заполненные быстродействующими отвердителями. Пленочные оболочки разрушаются при склеивании под влиянием тепла или давления. Такие клеи транспортабельны, длительно жизнеспособны (практически неограниченно). В составе сухих «леев» микрокапсулы могут содержать и растворители, способствующие быстрому переводу клея в жидкое состояние.

В некоторых случаях отверждение клеев может происходить под влиянием влаги, адсорбированной на склеиваемых поверхностях. Так отверждаются, например, цианакрилатные клеи. В других случаях (при склеивании металлов) катализатором служит сам металл. При нанесении клея на поверхность очищенной детали сразу же начинается процесс отверждения. Необходимым условием этого является отсутствие кислорода воздуха на поверхности склеивания (анаэробные клеи).

Переход каучуковых клеев и мастик в неплавкое и нерастворимое состояние происходит в результате вулканизации - процесса, схожего с отверждением. Под вулканизацией понимают такой процесс образования химических связей между макромолекулами, в результате которого получается полимер пространственного строения, обладающий весьма высокой эластичностью. Таким образом вулканизацию можно рассматривать как один из видов

структурирования полимеров.

Для вулканизации каучуковых мастик и клеев используют органические и неорганические перекиси, окислы металлов. Вулканизацию ускоряют, добавляя небольшое количество органических соединений (дифенилгаунидин, меркаптобензотиазол и др.), называемых ускорителями вулканизации. Вулканизация иногда возможна и без применения вулканизирующих агентов - при действии только нагревания [16, 19].

1.2.6 Ингибиторы и стабилизаторы

Для того чтобы продлить срок сохранности исходных продуктов для клеев, в них вводят вещества, тормозящие или полностью прекращающие процессы полимеризации. Такие вещества называют ингибиторами. Как правило, ингибиторы добавляют в весьма малых количествах.

В качестве ингибиторов стирола, метилметакрилата, акрилонитрила применяют гидрохинон, ароматические амины и некоторые нитросоединения. Реакция поликонденсации ряда смол (феноло-формальдегидных, резорцино-формальдегидных) замедляется в присутствии растворителей - ацетона, этилового спирта. Избыток этих растворителей способствует длительной сохранности смол. Стабильность карбамидных смол обеспечивают добавки многоатомных спиртов.

На свойства клеевых соединений может влиять старение полимеров - процесс, при котором под влиянием различных факторов изменяется состав и структура молекул. При старении различают деструкцию - расщепление макромолекул и дополнительное структурирование (сверх необходимого для нормального отверждения). В том и другом случаях необходимы меры по предотвращению отрицательных последствий старения.

Для замедления процессов старения, развивающихся в полимерах под влиянием тепла, кислорода воздуха, солнечного облучения, в состав некоторых

синтетических клеев и мастик вводят небольшие добавки противостарителя, или стабилизатора.

Различают блокирующие и экранирующие стабилизаторы. Блокирующие стабилизаторы легко распадаются на отдельные группировки, блокируют, т. е. насыщают свободные связи макромолекул, возникшие в процессе деструкции. Например, блокирование концевых групп сополимеров стирола может осуществляться эпихлоргидрином или этиленимином. Экранирующие стабилизаторы поглощают источники старения, препятствуя их влиянию на полимер. Такими стабилизаторами могут быть вещества, окисляющиеся с более высокой скоростью, чем полимер (многоатомные фенолы, амины и соединения, содержащие сульфгидрильные группы).

Большое значение имеют стабилизаторы в технологии каучуковых мастик и клеев, особенно при длительном воздействии высокой температуры и кислорода воздуха на клеевые соединения [16].

1.3 Рекомендуемые физико-химические требования к мастике

Исходя из всех требований, предъявляемых к разнообразным мастикам, выявлены наиболее важные:

1) Определение температуры размягчения битума в соответствии с требованиями ГОСТ 11506-73. Температура размягчения битумов – это температура, при которой битум из относительно твердого состояния переходит в жидкое. Испытание характеризует термостойкость битума и заключается в определении температуры, при которой битум, находящаяся в кольце заданных размеров, размягчается в подогреваемой воде и, опускаясь под тяжестью шарика, касается контрольного диска прибора [20]. Температура размягчения по «Кольцу и Шару» должна быть наиболее максимальной. Это необходимо для того, чтобы мастика не теряла свои свойства (не растекалась) летом, при нагревании под действием солнечных лучей.

2) Определение глубины проникания иглы в соответствии с требованиями ГОСТ 11501-78. Испытание характеризует степень твердости битума и заключается в измерении глубины, на которую погружается игла в образец битума при температуре 25 °С в течение 5 с под нагрузкой 100 г и выражается в единицах, соответствующих десятым долям миллиметра (0,1мм) [21]. Эта величина должна быть как можно меньшей для достижения наибольшей твердости мастики, например, при движении автомобилей может образоваться колей, вследствие движения слоев битума друг относительно друга.

3) Определение гибкости в соответствии с требованиями ГОСТ 26589-94. Сущность метода заключается в охлаждении, последующем изгибе образца битумо-полимерного материала и определение температуры, при которой на образце появляются трещины и изломы. Характеризует морозостойчивость [22]. Зимой, когда температура понижается, дорожное покрытие может потрескаться. Соответственно мастика должна быть морозостойкой. Эта величина должна быть как можно более низкой.

1.4 Межгосударственные стандарты и нормы по кровельным и дорожным мастикам

Мастика для кровельных и гидроизоляционных работ

Производство любого продукта регламентируется Государственными стандартами – ГОСТами. Мастика для кровельных и гидроизоляционных работ стандартизирована ГОСТ 30693 2000, в котором расписаны основные требования, дана классификация.

ГОСТ определил, что мастичные составы классифицируются по таким признакам:

- Предназначению.
- Типу основы.
- Виду растворителя или разбавителя.
- Характеру или скорости отвердения.
- Способу использования.

Тип основы определяет вид состава. ГОСТ 30693 2000 выделяет следующие:

- Битумный.
- Резинобитумный.
- Битумно-эмульсионный.
- Битумно-полимерный.
- Полимерный.

Наполнитель применяется для увеличения устойчивости к воздействиям температур, их твердости, сокращения удельного расхода связывающего компонента и снижения хрупкости материала. ГОСТ разрешает применять волокна и порошки из различных материалов, включая асбест, минеральную вату, известняки разного рода, кварц, тальк, различные виды золы и их комбинаций.

Волокнистые материалы играют роль армирующих веществ, увеличивая

прочность на изгиб. В зависимости от способа применения ГОСТ 30693 2000 делит составы на горячие и холодные. Первые разогревают (на основе битума до +160, а на основе дегтя – до +130 градусов), а вторые применяются немедленно (когда температура выше +5, иначе греют до +60 градусов), поскольку содержат растворитель.

По назначению мастики ГОСТ делит на:

- Приклеивающие. Для создания наплавляемой кровли.
- Кровельные. Для создания мастичной кровли.
- Гидроизоляционные. Используют для получения слоев гидроизоляции.
- Пароизоляционные. Применяют для создания пароизоляции.

Также ГОСТ допускает использовать разные виды разбавителей. Это вода, растворители (как правило, органические) или жидкие органические субстанции, такие как мазут. По температуре испарения растворители различаются на легкие (150 град.), средние (до 200 град.) и тяжелые (до 270 град.).

ГОСТ определяет основные требования к свойствам составов:

Однородность. Для некоторых присутствие включений допустимо, но в пределах, установленных ГОСТом.

Легкость нанесения. Поставляются в виде, готовом к применению, а многокомпонентные составы – комплектами.

Выдерживать тест на гибкость. Проверяют сгибом на брусе радиусом 5 мм при определенных температурах.

Отсутствие чрезмерного выделения вредных веществ.

Теплостойкость не ниже +70 градусов.

Водонепроницаемость. Кровельные составы не пропускают воду под давлением 0,01 атм в течение трех суток. Гидроизоляционные смеси выдерживают напор воды 0,3 атм в течение 10 минут.

Цветные составы выдерживают испытание на цветоустойчивость в течение 2 часов.

Крепкое склеивание рулонных материалов.

Согласно ГОСТ, применение выполняется в следующем порядке:

1 Поверхность предварительно грунтовать разбавленной битумной эмульсией.

2 Мастику наносить несколькими слоями.

3 После этого нанести армирующий слой в местах возможного скопления воды.

4 Затем нанести защитный слой. Это наплавленный материал, песок, отсев, гравий или краска.

ГОСТ определяет толщину слоя для каждого вида состава и покрытия. Она варьируется от 1 до 3 мм.

ГОСТ предъявляет требования к сырью – оно производится в промышленных масштабах. Маркировка содержит информацию о предприятии, наименовании, номере партии, дате производства, массе и краткую инструкцию. Для гидроизоляционных составов указываются группы воспламеняемости и горючести, а для кровельных дополнительно – группа распространения пламени [23].

Физико-механические показатели мастик должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 1 [24].

Таблица 1– Физико-механические показатели мастик

Наименование показателя	Вид мастики и ее назначение								
	Битумная		Битумно-полимерная или битумно-резиновая				Битумно-эмульсионная	Полимерная	
	Гор.	Хол.	горячая		холодная		холодная	холодная	
Условная прочность, МПа (кгс/см), не менее	-	-	-	0,2	-	0,2	0,2	-	0,6
Относительное удлинение при	-	-	-	100	-	100	100	-	150

разрыве, %, не менее									
----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Окончание таблицы 1

Наименование показателя	Вид мастики и ее назначение								
	Битумная		Битумно-полимерная или битумно-резиновая				Битумно-эмульсионная	Полимерная	
	Гор.	Хол.	горячая		холодная		холодная	холодная	
Прочность сцепления с основанием, МПа (кгс/см), не менее	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Прочность сцепления между слоями, МПа (кгс/см), не менее	-	-	0,1	-	0,1	-	-	0,2	-
Прочность на сдвиг клеевого соединения, кН/м (кгс/см), не менее	-	-	0,1	-	0,1	-	-	1,0	-
Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	-	-	-	2	-	2	5	-	2

Теплостойкость и температура размягчения мастик должны быть установлены в зависимости от области их применения в нормативном документе на конкретный вид мастики [24].

Мастики должны выдерживать испытания на гибкость в условиях,

приведенных в таблице 2 [24].

Таблица 2 – Испытания на гибкость

Вид мастики	Условия испытания мастик на гибкость	
	на брус с закруглением радиусом, мм	при температуре, °С, не выше
Битумно-эмульсионная	5,0±0,2	Минус 15
Битумно-резиновая	5,0±0,2	Минус 5
Битумно-полимерная	5,0±0,2	Минус 15
Полимерная	5,0±0,2	Минус 30

Мастика битумная кровельная горячая.

Мастику в зависимости от теплостойкости подразделяют на марки, указанные в таблице 3 [25].

Таблица 3 – Марки мастики

Марка	МБК-Г-55	МБК-Г-65	МБК-Г-75	МБК-Г-85	МБК-Г-100
Теплостойкость, °С	55	65	75	85	100

Технические требования.

1 Мастика должна изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке.

2 По внешнему виду мастика должна быть однородной, без посторонних включений и частиц наполнителя, антисептика или гербицида, не покрытых битумом.

3 На срезе мастики площадью 50 кв.см не должно быть более двух непропитанных частиц наполнителя, антисептика или гербицида размером более 0,4 мм.

4 Мастика должна прочно склеивать рулонные материалы. При испытании образцов пергамина, склеенных мастикой, разрыв и расщепление образцов должны происходить по пергамину.

5 Мастика должна быть удобнаносимой: при температуре 160 - 180° С мастика массой 10 г должна свободно растекаться по поверхности пергамина размерами 50 x 100 мм ровным слоем толщиной 2 мм.

В зависимости от марки мастика должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4 [25].

Таблица 4 – Требования мастики битумной кровельной горячей

Наименование показателя	Норма для мастики марок				
	МБК-Г-55	МБК-Г-65	МБК-Г-75	МБК-Г-85	МБК-Г-100
Теплостойкость в течение 5 ч, °С, не менее	55	65	75	85	100
Температура размягчения по методу «кольца и шара», °С	55-60	68-72	78-82	88-92	105-110
Гибкость при температуре (18±2) °С на стержне диаметром, мм	10	15	20	30	40
Содержание наполнителя, % по массе:					
- волокнистого	12-15	12-15	12-15	12-15	12-15
- пылевидного	25-30	25-30	25-30	25-30	25-30
Содержание воды	Следы				

Требования к материалам для приготовления мастик:

Битумное вяжущее

В качестве вяжущего для приготовления мастики следует применять нефтяные кровельные битумы, соответствующие требованиям ГОСТ 9548, и их сплавы, а также нефтяные дорожные битумы по ГОСТ 22245 и их сплавы с кровельным битумом марки БНК 90/30 (БНК 90/40).

Для уменьшения оседаемости наполнителей в битумное вяжущее следует вводить поверхностно-активные вещества (ПАВ).

В качестве ПАВ следует применять анионные или катионные вещества.

Наполнитель

Для приготовления мастики должны применяться волокнистые или пылевидные наполнители.

В качестве волокнистого наполнителя следует применять хризотилковый асбест 7-го сорта по ГОСТ 12871.

В качестве пылевидного наполнителя следует применять тонкомолотые тальк или талькомагнезит по ГОСТ 21235, сланцевые породы, известняки, доломиты, трепел или мел по техническим условиям, утвержденным в установленном порядке [25].

Дорожная мастика

Мастики в зависимости от вида основных исходных компонентов, способа изготовления и применения делятся на марки:

- МБГР - мастика битумная гидроизоляционная, состоящая из битумного вяжущего, каучука и (или) резиновой крошки и наполнителей или без них, применяемая в горячем состоянии;
- МБГП - мастика битумная гидроизоляционная, состоящая из битума, полимера и наполнителя или без него, применяемая в холодном состоянии;
- МБГП - мастика битумная гидроизоляционная, состоящая из битума, полимера и наполнителя или без него, применяемая в горячем состоянии;

- МБГП - мастика битумная гидроизоляционная отверждаемая, состоящая из битумно-полимерного вяжущего с отверждающим агентом, применяемая в горячем состоянии;
- МБГЭ - мастика, состоящая из эмульгированного битумного, битумно-полимерного или битумно-резинового вяжущего, наполнителей, модифицирующих добавок или без них и применяемая для гидроизоляции дорожных конструкций и искусственных сооружений, применяемая в холодном состоянии;
- МБЗ - мастика битумная заливочная для заливки трещин шириной менее 10 мм и для приготовления щебеночно-мастичных материалов для деформационных швов мостового полотна, применяемая в горячем состоянии;
- МБП - мастика битумная для приклеивания рулонных материалов, применяемая в холодном состоянии;
- МБП - мастика битумная для приклеивания рулонных материалов, применяемая в горячем состоянии;
- МБПП - мастика битумно-полимерная для приклеивания рулонных материалов, применяемая в холодном состоянии;
- МБПП - мастика битумно-полимерная для приклеивания рулонных материалов, применяемая в горячем состоянии.

Технические требования

Мастики должны соответствовать требованиям настоящего стандарта и нормативного документа на конкретный вид мастики - гидроизоляционная, приклеивающая и заливочная.

Физико-механические показатели мастик должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 5 [26].

Таблица 5 - Физико-механические показатели мастик

Наименование показателей	Значение показателей									Метод испытания по ГОСТ 32842, пункт
	гидроизоляционные				приклеивающие				зали-воч-ные	
	МБГЭ	МБГР	МБГП	МБГП	МБП	МБП	МБПП	МБПП	МБЭ	
1 Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не менее**	60	100	110	70	-	-	-	-	75	4.6
2 Предел прочности при растяжении при температуре минус 20°С, МПа, не менее	0,20	0,20	0,20	0,20	-	-	-	-	-	4.14
3 Прочность сцепления (адгезии) с основанием методом отрыва, МПа, не менее	0,90	1,50	1,50	1,35	1,20	1,5	1,20	1,30	-	4.8
4 Водопоглощение в течение 24 ч, % по массе, не более	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,2	0,20	0,20	-	4.5
5 Температура хрупкости ударным методом, °С, не	-35	-55	-55	-45	-25	-30	-40	-40	-5 0	4.7

выше*										
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Требования к сырью и материалам

Битумы, применяемые для изготовления мастики, должны соответствовать требованиям ГОСТ 22245. Допускается применять другие битумы, другие исходные материалы при соответствии мастики требованиям настоящего стандарта [26].

1.5 Постановка цели и задач исследования

На основе проведенного литературного обзора определены цель и задачи исследований:

Цель работы – синтез битумно-полимерной мастики и изучение физико-механических свойств образцов при варьировании содержания твердого минерального наполнителя.

Задачи:

1) Разработать рецептуру и технологию приготовления битумно-полимерной мастики;

2) Синтез битумно-полимерных мастик с добавлением различного процентного содержания мраморной крошки марки КМ-100, минерального наполнителя МП-1, трепела, пенокерамики.

3) Определение изменения физико-механических свойств композиции по следующим показателям: температура размягчения (теплостойкость), гибкость (морозоустойчивость), пенетрация (вязкость расплава);

3) Провести сравнение свойств синтезированных битумно-полимерных мастик с требованиями нормативных документов;

4) Разработать рекомендации по синтезу мастик с целью их применения.

Вывод по разделу один

В результате проведенного анализа литературных данных изучены применение и классификация мастик, нормативные документы, поставлены цель

и задачи.

2 РАЗРАБОТКА И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ПРОВЕДЕНИЮ СИНТЕЗА И ИССЛЕДОВАНИЮ КАЧЕСТВА МАСТИК

2.1 Объекты исследования

Для проведения эксперимента были подобраны следующие материалы:

стыковочная битумно-полимерная лента «БРИТ- Аэро», изготовленная в соответствии с СТО 77310225.001-2009 и армирующие добавки (микромрамор, трепел, минеральный порошок, пенокерамический гранулят).

Описание компонентов приведено ниже.

2.1.1 Стыковочная битумно-полимерная лента «БРИТ- Аэро»

Стыковочные битумно-полимерные ленты «БРИТ» – формованные рулонные изделия, представляют собой композиционный материал, состоящий из битума, пластификатора, каучука и минерального материала, взятых в определенном соотношении.

По внешнему виду представляют собой собранную в рулон сплошную битумно-полимерную полосу с геометрическими параметрами заданного типоразмера, нанесенную на антиадгезионную ленту без разрывов, деформаций и посторонних включений.

Области применения:

Устройство технологических продольных и поперечных стыков асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог и аэродромов.

Устройство швов сопряжений асфальтобетонного покрытия:

- с цементобетонными покрытиями автомобильных дорог, тротуаров, стоянок, складских комплексов;
- с бордюрным камнем;
- с водоотводными лотками;

- с фундаментами зданий и сооружений;
- с железнодорожными и трамвайными рельсами;
- со смотровыми люками и колодцами ливневой канализации.

Локальный ремонт трещин асфальтобетонных покрытий.

Гидроизоляция стыков сборных бетонных конструкций:

- стыки фундаментных блоков;
- стыки колодезных колец;
- межпанельные горизонтальные стыки;
- стыки защитных коробов и дренажных лотков.

Нормативные требования к физико-механическим показателям стыковочной ленты марки «БРИТ-Аэро» представлены в таблице 6 [27].

Таблица 6 – Нормативные требования к готовой продукции

Наименование показателя	Значение показателя для лент марки «БРИТ-Аэро»	Методы испытаний
1.	3.	5.
Температура размягчения по КиШ, С, не ниже	90	ГОСТ 11506
Температура хрупкости по Фраасу, С, не выше	минус 20	ГОСТ 11507
Температура липкости вяжущего, С не ниже	+50 с присыпкой	ГОСТ 30740
Выносливость, количество циклов, не менее	30000	ГОСТ 30740
Глубина проникания иглы при 25 С, мм ⁻¹ , не более	70	ГОСТ 11501
Водопоглощение, %, не более	0,3	ГОСТ 26589
Температура вспышки, С	250-260	ГОСТ 4333
Удельная эффективная активность (А _{эфф}) естественных радионуклидов,	740	ГОСТ 30108

Характеристика исходного сырья и материалов

Сырье и материалы, применяемые для изготовления лент, должны соответствовать требованиям действующих стандартов и технических условий и должны быть приведены в технологическом регламенте на изготовление.

Для изготовления лент используют битумы нефтяные дорожные улучшенные марок БНДУ 60, БНДУ 85, отвечающие требованиям СТО АВТОДОР 2.1, а так же битумы нефтяные дорожные вязкие марок БНД 60/90, БНД 90/130, отвечающие требованиям ГОСТ 22245.

В качестве модифицирующего компонента используют термоэластопласт ДСТ-30Р-01.

В качестве пластификатора для производства лент используют масло индустриальное по ГОСТ 20799.

Нормативные требования к исходным материалам приведены в таблице 7 [27].

Таблица 7 – Нормативные требования к исходным материалам

№ п/п	Наименование сырья, материалов.	Наименование и обозначение НД.	Технические характеристики (требования)	Поставщик
1	2	3	4	5
1	Битум нефтяной дорожный БНД 60/90 БНД 90/130	ГОСТ 22245	Температура размягчения по КиШ согласно ГОСТ 11506 Пенетрация, при 25°С – согласно ГОСТ 11501	ОАО «Московский НПЗ»
2	Пластификатор	ГОСТ 21046	Содержание воды – не более 2%	ОАО «Московский НПЗ»
3	Термоэластопласт	ТУ 38.40327	Внешний вид	ЗАО

дивинилстирольный ДСТ-30Р-01, ДСТ-30-01		«Воронежсинтезкаучук» г. Воронеж
--	--	-------------------------------------

2.1.2 Микромрамор марки КМ-100

В качестве минерального наполнителя был использован мрамор молотый, фракционный ТУ 5716-001-32524584-2014, характеристики которого представлены в таблице 8 [28].

Микрокальцит (мрамор молотый, микромрамор, мраморная мука, крошка мраморная карбонат кальция) — природный неорганический наполнитель, получаемый измельчением и сепарацией (разделением на фракции) белого мрамора.

Таблица 8 – Качественные показатели КМ-100

Наименование показателей	Норма по ТУ	Факт. анализ
Массовая доля, % CaCO ₃	н.м. 98,0	98,1
Fe ₂ O ₃		н.б. 0,05
Массовая доля водорастворимых солей, %	н.б. 0,3	0,2
Массовая доля влаги, %	н.б. 0,2	0,1
Показатель концентрации водородных ионов в 10% водной суспензии (рН)	8,0-10,0	9,7
Твердость по Маассу	3,0± 0,2	2,9
Плотность, г/см ³	3,0± 0,2	2,6
Цветовые характеристики	L – н.м. - 94	98,5
Массовая доля остатка на сите, %	1,5-2,0	1,6

Мрамор молотый обладает стабильным фракционным и химическим составом с высокой степенью дисперсности. Для микромрамора также свойственны высокие показатели белизны, лучепреломления и прочности на истираемость. Возможна гидрофобизация микрокальцита с использованием

ПАВ (поверхностно активных веществ). Молотый карбонат кальция по шкале Мооса обладает твердостью в 3 единицы, по сравнению с другими наполнителями это довольно высокое значение (каолин– 1, тальк – 1, мел – 2).

В производстве материалов и красок для дорожной разметки использование микрокальцита обусловлено его прочностью как наполнителя.

Микрокальцит обладает низкой маслостойкостью и полностью взаимозаменяем с молотым мелом и известняком, целесообразность определяется требованиями к качеству конечного продукта.

Важные свойства микромамора.

Карбонат кальция благодаря особенностям химического строения обладает уникальными качествами:

- повышенная прочность измельченных зерен
- повышенное содержание кальцита (более 99,5%), другим словами, мало нежелательных примесей – красящих оксидов железа, титана, марганца, кобальта, в связи с чем маленькое количество водорастворимых солей (меньше 100 мг/л в пересчете на Ca^{2+})
- минимальная пористость
- высокий показатель белизны
- сильное лучепреломление
- сильная устойчивость к ультрафиолетовому излучению
- активная растворимость в минеральных кислотах.

По сравнению с другими наполнителями (каолины, силикаты, кремнеземы) карбонат кальция выгодно отличается высокой белизной. Именно благодаря этим свойствам мрамор молотый занимает одно из ведущих мест по популярности среди наполнителей [28, 29].

Микроскопирование и определение элементного состава минерального наполнителя марки КМ-100 приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Элементный состав КМ-100 фракции 0,10 мм

Элементы	С	О	Mg	Al	Si	Ca	Итог
КМ-100	18,68	47,92	0,09	0,11	0,08	33,13	100,00

2.1.3 Минеральный порошок МП-1

В качестве минерального наполнителя был использован порошок минеральный ГОСТ Р 52129-2003.

Минеральный порошок МП-1 – это известняковая пыль, получаемая в результате измельчения известняков и доломитов. Используется в производстве строительных материалов для обогащения асфальтовых и бетонных смесей, сухих строительных смесей для ремонта и гидроизоляции.

Минеральный порошок для асфальтобетонных смесей добавляется в бетон, который используется в дорожном строительстве, для придания ему прочности, пластичности и устойчивости к деформациям..

Неактивированный минеральный порошок МП-1 представляет собой один из самых востребованных видов продукции в дорожном строительстве. В составе бетонных, асфальтовых и битумных смесей он выполняет функцию заполнителя, повышает вязкость и клейкость полимерных веществ.

Минеральный порошок ГОСТ Р 52129 2003 изготавливается в виде белых или светло-бежевых гранул размером менее 1,25 мм [33].

Технические требования.

Порошки должны соответствовать требованиям настоящего стандарта и готовиться по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке.

Показатели свойств порошков должны соответствовать требованиям, установленным в таблице 10 [31].

Порошки в зависимости от величины суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов $A_{эфф}$ в горных породах и отходах промышленного производства используют:

- при $A_{эфф}$ до 740 Бк/кг - для строительства дорог и аэродромов в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки;

- при $A_{эфф}$ до 1500 Бк/кг - для строительства дорог вне населенных пунктов [первый источник].

Таблица 10 – Показатели свойств порошков

Наименование показателя	МП-1 неактивированный порошок
Зерновой состав, % по массе:	
мельче 1,25 мм	Не менее 100
» 0,315 »	Не менее 90
» 0,071 »	От 70 до 80
Пористость, %, не более	35
Набухание образцов из смеси порошка с битумом, %, не более	2,5
Водостойкость образцов из смеси порошка с битумом, %, не более	Не нормируется
Показатель битумоемкости, г, не более	То же
Влажность, % по массе, не более	1,0

Микроскопирование и определение элементного состава минерального наполнителя марки МП-1 приведены в таблице 11 [31].

Таблица 11 – Элементный состав МП-1 фракции 0,10 мм

Элементы	C	O	Na	Mg	Al	Si	Ca	Ti	Fe	Сумма

МП-1	21,97	47,89	0,23	1,30	0,92	2,37	23,49	0,22	1,60	100,00
------	-------	-------	------	------	------	------	-------	------	------	--------

2.1.4 Трепел

В качестве минерального наполнителя был использован трепел ТУ 5761-001-8585 6412-201.

Трепел – опаловая порода, с рыхлой структурой, осадочного происхождения. Состав содержит некрупные опаловые глобулы, а также примесь глины, полевого шпата, а также кварца. От диатомита отличается сравнительно небольшим количеством органических примесей. Пласты этого уникального полиминерала находятся в геологических слоях, возраст которых составляет приблизительно 40 млн. лет. Залегают на глубине от трёх до пяти метров. Образуется за счёт донных наслоений из морских водорослей, содержащих кремний [32].

Основные параметры и свойства:

- 1) Цвет белый, светло-серый или желтоватый, либо темно-серый до черного; иногда окраска пятнистая.
- 2) Породы легкие (объемный вес 0,6-1), пористые, не тонет в воде.
- 3) Трепел — землистый, кусковатый, но весьма слабо связанный.
- 4) Твердость низкая. Легко растираются пальцами в порошок; маркие.
- 5) Примеси: органические вещества, глауконит, пирит и др.

Практическое значение:

- 1) адсорбенты для очистки сиропов, соков, масел, газов, нефтепродуктов и др. (высокая пористость обуславливает способность поглощать различные коллоидные вещества из растворов);
- 2) служат гидравлической добавкой к портландцементу, обеспечивающей долговечность подводных железобетонных и бетонных сооружений и плотин;

3) добавкой при изготовлении легких бетонов, керамических и теплоизоляционных изделий в смеси с вермикулитом, асбестом, минеральной ватой, обеспечивающей звуко- и теплоизоляционные свойства материала;

Используется в строительстве для производства пеностекла, товарных и ячеистых бетонов, в составе сухих строительных смесей, любого картона в том числе продовольственного назначения, абсорбентов для пищевой промышленности, применяется при водоподготовке и водоотведении, газо-нефтепереработки, используется при производстве высокочистого аморфного кремния для солнечной энергетики, автомобильных шин, асфальтобетона и т.д.

Требования к сырью.

Трепел должен соответствовать требованиям настоящих технических условий и вырабатываться по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке.

Показатели свойств трепела должны соответствовать требованиям, установленным в таблице 12 [33].

Таблица – 12 Основные физико-механические свойства трепела

Наименование показателя	Норма
Содержание глинистых и пылевидных веществ, % не более	2,5
Преимущественная форма частиц	1,2
Истираемость, % не более	0,8
Измельчаемость, % не более	5,0
- прирост массовой концентрации кремневой кислоты в перерасчёте на кремний, мг/дм	10
прирост суммарной массовой концентрации алюминия (3+), мг/дм	1,0
Истинная плотность, кг/дм	2,4-2,7

Жаростойкость,град.С.	1400
-----------------------	------

Микроскопирование и определение элементного состава минерального наполнителя “Трепел” приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Элементный состав трепела фракции 0,10 мм

Элемент	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Fe	Сумма
Трепел	59.70	0.39	0.86	4.05	29.53	0.10	0.90	0.41	0.37	3.71	100.00

2.1.5 Пенокерамический гранулят

В качестве минерального наполнителя был использован пенокерамический гранулят.

Гранулированная пенокерамика – это полностью неорганический теплоизоляционный материал, получаемый при термообработке диатомитовых пород с пенообразователем при 700-800°С. Высокие физико-механические и теплофизические свойства позволяют широко применять гранулят в качестве универсального наполнителя для производства строительных материалов, деталей из композицитов, тампонажных смесей и т. д., таких как:

- легкие конструкционные панели и корпусные детали машин и механизмов, детали обшивки;
- герметизирующие пены и клеи;
- строительные сухие смеси;
- технические мастики, шпатлевки, герметики;
- термостойкие лакокрасочные покрытия;
- теплоизоляционные изделия;
- и многое другое.

Уникальной особенностью материала является сочетание свойств, наиболее востребованных при производстве деталей из композитов для самых различных

отраслей рынка: машиностроения, строительства, городского хозяйства, энергетики, нефтяной и газовой отрасли и т.д.:

- исключительная долговечность: гарантийный срок эксплуатации гранулята – более 100 лет;

- высокая теплотехническая эффективность: коэффициент теплопроводности 0,05-0,08 Вт/(м·К);

- низкая плотность: от 190 кг/м³

- абсолютная негорючесть: не горит и не воспламеняется даже в приточном кислороде [34, 35].

Микроскопирование и определение элементного состава (фракция 0,04-0,12 мм).

Таблица 14 – Элементный состав фракции 0,04...0,12 мм

Элемент	O	Na	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Fe	Итого
Молотые сферы	54.30	10.58	5.94	23.10	0.02	0.77	2.06	0.30	2.92	100.00
Поверхность сфер	54.78	10.47	8.74	21.84	0.08	0.74	1.20	0.24	1.91	100.00

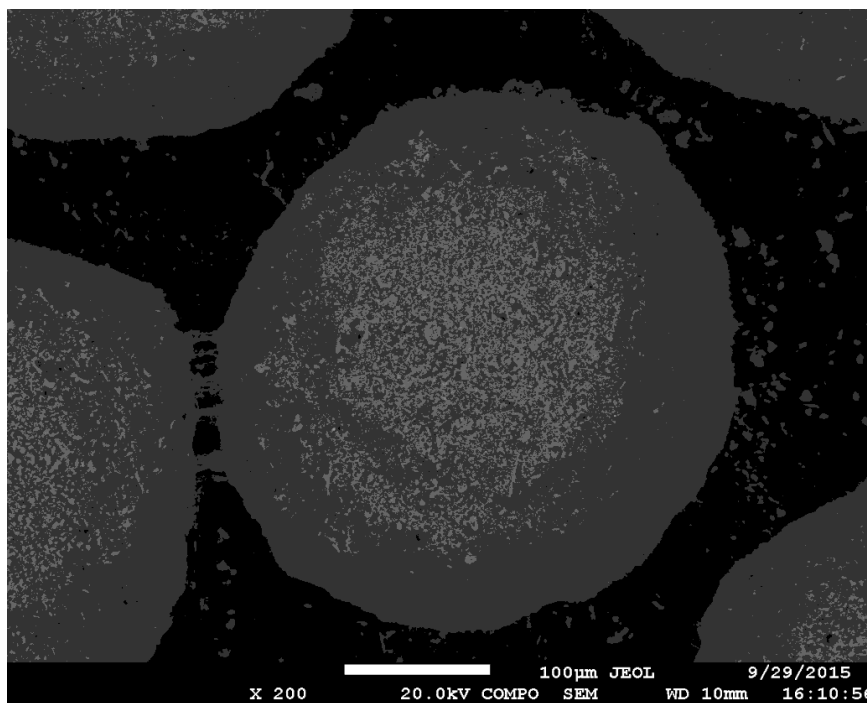


Рисунок 1 – Пористая надмолекулярная структура гранул

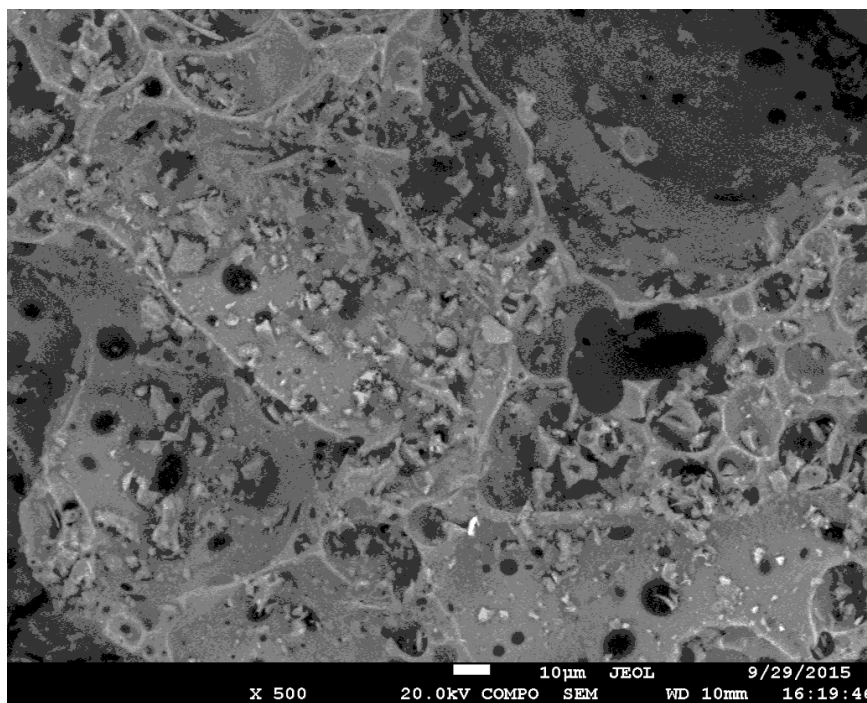


Рисунок 2 – Внутренняя структура гранул, их поры

2.2 Планирование оптимального состава компонентов

При постановке эксперимента с мраморной крошкой была рассмотрена

следующая рецептурная комбинация составляющих компонентов:

-Общая масса готового синтеза составила 300 г;

-Количество минерального наполнителя марки КМ-100 увеличивалось с последующим синтезом с шагом в 10% от массы в соотношениях наполнитель/битумно-полимерная лента 1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5 и 6:4.

Таблица 15 – Процентное содержание компонентов в образцах при добавлении наполнителя марки КМ-100

Содержание наполнителя, %	0	10	20	30	40	50	60
Количество наполнителя, г	0	30	60	90	120	150	180
Количество ленты, г	300	270	240	210	180	150	120

При постановке эксперимента с трепелом и минеральным порошком количество минерального наполнителя увеличивалось с последующим синтезом с шагом в 10% от массы в соотношениях наполнитель/битумно-полимерная лента 1:9, 2:8, 3:7.

Таблица 16 – Процентное содержание компонентов в образцах при добавлении наполнителя марки МП-1 и трепела

Содержание наполнителя, %	0	10	20	30
Количество наполнителя, г	0	30	60	90
Количество ленты, г	300	270	240	210

При постановке эксперимента с пенокерамическим гранулятом количество минерального наполнителя увеличивалось с последующим синтезом в соотношениях наполнитель/битумно-полимерная лента 1:19, 1:9, 2:8, 3:7, 4:6.

Таблица 17 – Процентное содержание компонентов в образцах при добавлении наполнителя пенокерамики

Содержание наполнителя, %	0	5	10	20	30	40
Количество наполнителя, г	0	15	30	60	90	120
Количество ленты, г	300	285	270	240	210	180

2.3 Технология смешения битумно-полимерной мастики

Технологическая схема приготовления БПМ (битумно-полимерной мастики) предусматривает введение в битум пластификатора, затем полимера и перемешивание до однородного состояния, в конце приготовления добавление наполнителя. Либо получения раствора полимера в пластификаторе, а затем введение этого раствора в битум, в конце приготовления добавить наполнитель [36].

В данном случае стыковочная лента марки «БРИТ-Аэро» выполняет роль готовой смеси битума, пластификатора и полимера.

Порядок выполнения работ:

1) Подготавливаем битумно-полимерную ленту (далее ленту) к лабораторным испытаниям: отчищаем ленту от возможного напыления и крупнодисперсного мусора.

2) Используя электронные весы, отбираем нужные по массе количества ленты и наполнителя.

3) Разогреваем мастику на электрической плитке при температуре 160-180°C до однородной структуры, периодически перемешивая стеклянной палочкой.

4) Устанавливаем лабораторную мешалку на необходимую скорость

вращения (1500 об/мин) и добавляем соответствующее количество минерального наполнителя.

5) Перемешиваем в течении 60 минут при температуре 180°C.

2.4 Методы исследования

2.4.1 Метод определения температуры размягчения битума по КиШ

Температура размягчения битумов – это температура, при которой битумы из относительно твердого состояния переходят в жидкое.

Испытание характеризует термостойкость битума и заключается в определении температуры, при которой битум, находящийся в кольце заданных размеров, размягчается в подогреваемой воде и, опускаясь под тяжестью шарика, касается контрольного диска прибора.

Приборы, реактивы и материалы:

1) Прибор для определения температуры размягчения битума по ГОСТ 1424-57. Аппарат для определения температуры размягчения битума состоит из следующих основных частей:

а) стакан (баня) из термостойкого стекла диаметром не менее 85 мм и высотой не менее 120 мм;

б) подвеска, состоящая из верхнего, среднего и нижнего дисков, скрепленных стойками;

в) кольцо латунное ступенчатое с верхним внутренним диаметром (19,9±0,2) мм, нижним внутренним диаметром (19,0±0,2) мм и высотой (6,4±0,2) мм.;

г) шарики стальные диаметром (9,5±0,05) мм и массой (3,5±0,05) г каждый.

2) Термометр ртутный стеклянный типа ТН-3 и ТН-7 по ГОСТ 400-80 с ценой деления 0,5 °С.

3) Сито с металлической сеткой № 07 по ГОСТ 3584-73.

4) Нож для срезания битума с прямым лезвием.

- 5) Пластика металлическая полированная или термостойкая стеклянная.
- 6) Глицерин по ГОСТ 6823-77 или ГОСТ 6824-76, или ГОСТ 6259-75.
- 7) Декстрин по ГОСТ 6034-74.
- 8) Тальк.
- 9) Дистиллированная вода по ГОСТ 6709-72.
- 10) Пинцет.

Подготовка пробы к испытанию:

1) После смешения компонентов обезвоженный и расплавленный битум процеживают через сито с металлической сеткой № 07, затем тщательно перемешивают для полного удаления пузырьков воздуха до получения зеркальной поверхности.

2) Металлическую пластину покрыть тонким слоем смеси талька с глицерином в соотношении 1:3, при этом следует избегать образования пузырьков воздуха.

3) На смазанную металлическую пластину помещают два ступенчатых кольца, которые первоначально подогревают с помощью горелки или электрической плитки до предполагаемой температуры размягчения битума.

4) Подготовленный битум заливают в кольцо с избытком так, чтобы на поверхности образовался выпуклый мениск.

5) Охлаждают битум на воздухе при комнатной температуре в течение 30 мин.

6) Избыток битума гладко срезают нагретым ножом вровень с краями колец.

7) Если температура размягчения битума выше 110 °С, избыток срезают после охлаждения на воздухе в течение 5 мин., а затем выдерживают еще 15 мин.

8) Если температура размягчения битума ниже 30 °С, кольца с битумом помещают на 30 мин. в стакан с водой, температура которой на (8 ± 1) °С ниже предполагаемой температуры размягчения. Затем избыток битума срезают нагретым ножом.

Проведение испытания:

- Испытание проводят на аппарате КиШ–88.
- Подготовка пробы к испытанию в аппарате КиШ:
 - залить смесь дистиллированной воды с глицерином (1:2) с температурой (5 ± 1) °С (для битумов с температурой размягчения $(80\dots 110)$ °С) в стакан до уровня (110 ± 2) мм от дна стакана. Стакан с водой установить на плиту датчика.
 - кольцо с нефтебитумом установить в отверстие планки подвески аппарата, на кольца установить направляющие накладки для концентричного размещения шариков.
 - опустить подвеску в стакан с водой, температура которой (34 ± 1) °С. Уровень воды над поверхностью колец должен быть не менее 50 мм.
 - по истечении 10 мин. штатив вынуть из бани, на каждое кольцо в центре поверхности битума пинцетом кладут стальной шарик, нагретый в бане до (34 ± 1) °С. Опустить подвеску в стакан, избегая появления пузырьков воздуха на дне колец с битумом. Пузырьки воздуха ликвидируются поднятием и опусканием штатива.

Далее проводятся измерения на аппарате.

Обработка результатов:

За температуру размягчения битума принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений, округленное до целого числа.

Сходимость метода:

Два результата определения, полученные одним лаборантом на одном и том же оборудовании, одной и той же пробе битума, признаются достоверными (при 95%-ной вероятности), если расхождение между ними не превышает значения, указанного в таблице 18 [17].

Таблица 18 – Сходимость и воспроизводимость метода

Температура размягчения, °С	Сходимость, °С	Воспроизводимость, °С
До 80	1	2
Свыше 80	2	4

Воспроизводимость. Два результата определения, полученные в разных лабораториях на одной и той же пробе битума, признаются достоверными (с 95%-ной доверительной вероятностью), если расхождение между ними не превышает значения, указанного в таблице 18.

2.4.2 Метод определения глубины проникания иглы

Испытание характеризует степень твердости битума и заключается в измерении глубины, на которую погружаются иглы в образец битума при температуре 25 °С (0 °С) в течение 5 с (60 с) под нагрузкой 100 г (200 г) и выражается в единицах, соответствующих десятым долям миллиметра (0,1 мм).

Аппаратура и реактивы:

- 1) Пенетрометр ПН-1М или пенетрометр полуавтоматический 984 ПК.
- 2) Чашка металлическая (пенетрационная) цилиндрическая с плоским дном, внутренним диаметром (55 ± 1) мм и внутренней высотой (35 ± 2) мм – для битумов с глубиной проникания иглы до 250 и (60 ± 1) мм – для битумов с глубиной проникания иглы более 250.
- 3) Баня водяная вместимостью не менее 10 дм (для термостатирования), допускается погрешность температуры воды в бане не более $\pm 0,1$ °С. В бане должна быть полка с отверстиями на расстоянии не менее 50 мм от дна и не менее 100 мм ниже уровня жидкости. При определении глубины проникания иглы при 0°С допускается применять баню меньшей вместимости.
- 4) Термометр жидкостный стеклянный по ГОСТ 28498 с ценой деления шкалы 0,1 °С, 1-го и 2-го класса точности.
- 5) Термометр ртутный стеклянный по ГОСТ 400 с диапазоном измерения от 0

до 360 °С, с ценой деления 1 °С. Допускается применять другие термометры со шкалой измерения 0-200 °С, 0-300 °С, с ценой деления ГС.

б) Чашка кристаллизационная 4 КЦ по ГОСТ 25336 или сосуд металлический плоскодонный вместимостью не менее 0,5 дм. Сосуд должен быть снабжен полкой с отверстиями, которая расположена на расстоянии (2 ± 4) мм от дна сосуда. Высота сосуда должна быть не менее чем на 15 мм больше высоты пенетрационной чашки.

7) Сито с металлической сеткой № 07 по ГОСТ 6613.

8) Чашка фарфоровая или металлическая.

9) Палочка стеклянная.

Подготовка к испытанию:

1) Чашки с битумом охлаждают при комнатной температуре 60...90 мин. При испытании битума с пенетрацией до 250 – 90...120 мин. – с глубиной проникания иглы более 250.

2) Затем чашки с битумом помещают в баню для термостатирования при температуре $(25\pm 0,1)$ °С, а если испытание при 0 °С, то чашку помещают в баню с тающим снегом или льдом;

Время выдерживания чашек в бане высотой $h=35$ мм – (60...90) мин., а высотой $h=60$ мм – (90...120) мин.

Проведение испытания и обработка результатов:

Испытание проводят с помощью пенетрометра ПН–1М.

Масса груза на плунжере время опускания иглы должно быть в соответствии с таблицей 19.

Таблица 19 – Требования характеристик при измерении на приборе

Т испытания, °С	Общая масса стержня иглы и дополнительного	Время опускания иглы, с
--------------------	---	----------------------------

	груза, г	
0,0±0,1	200,00±0,20	60
25,0±0,1	100,00±0,15	5

За результат испытания принимают среднее арифметическое значение 3-х параллельных определений, округленное до целого числа. Если расхождение результатов между наибольшим и наименьшим значениями превышает допустимые (таблица 20), то испытание повторяют на другом параллельно подготовленном образце.

Таблица 20 – Расхождения измерений

Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм	Допускаемые расхождения между наибольшим и наименьшим определениями, 0,1 мм
До 50	2
Свыше 50 до 150	4
Свыше 150 до 250	6
Свыше 250	3% от среднего арифметического значения

Сходимость. Два результата испытания, полученные одним исполнителем, признаются достоверными (95%-ной доверительной вероятностью), если расхождение между ними не превышает значения, указанного в таблицах 21, 22.

Воспроизводимость. Два результата испытания, полученные в двух разных лабораториях, признаются достоверными (95%-ной доверительной вероятностью), если расхождение между ними не превышает значения, указанного в таблицах 21, 22 [21].

Таблица 21 – Сходимость и воспроизводимость при 25 °С

Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм	Сходимость, 0,1 мм	Воспроизводимость, 0,1 мм
До 50	1	4
Свыше 50	3% от среднего арифметического	8% от среднего арифметического

Таблица 22 – Сходимость и воспроизводимость при 0 °С

Пенетрация при 0 °С, 0,1 мм	Сходимость, 0,1 мм	Воспроизводимость, 0,1 мм
До 20	2	7

Свыше 20	10% от среднего арифметического	20% от среднего арифметического
----------	---------------------------------	---------------------------------

2.4.3 Метод определения гибкости

Сущность метода заключается в охлаждении, последующем изгибе образца битумо-полимерного материала и определение температуры, при которой на образце появляются трещины и изломы. Характеризует морозоустойчивость. ГОСТ 30740 – 2000.

Средства испытания и вспомогательные устройства Камера морозильная, обеспечивающая создание заданной температуры и ее поддержание. Предел допускаемой погрешности измерения не должен превышать ± 1 °С. Брус испытательный, изготовленный из твердой древесины, пластмассы или другого материала низкой теплопроводности, имеющий с одной стороны закругление радиусом R.

Подготовка пробы к испытанию:

Радиус должен быть указан в НД на мастику конкретного вида. Секундомер. Линейка металлическая по ГОСТ 427. Смесь охлаждающая. Емкость вместимостью не менее 2 дм³. Ткань хлопчатобумажная или бумага подготовки к проведению испытания

Испытание проводят на образцах размерами $(12020)\pm 1$ мм, изготовленных из мастики. Перед испытанием при положительной температуре образец помещают в сосуд с водой, температура которого должна соответствовать установленной в НД на мастику конкретного вида, и выдерживают $(10,0\pm 0,5)$ мин. При проведении испытания при 273 К (0 °С) образец помещают в воду со льдом, а при отрицательных температурах - в морозильную камеру или охлаждающую смесь и выдерживают $(20,0\pm 0,5)$ мин. Состав охлаждающей смеси должен быть указан в НД на мастику конкретного вида.

Порядок проведения испытания

1) По истечении заданного времени образец извлекают из испытательной среды и прикладывают к ровной поверхности бруса таким образом, чтобы к нему прилегало около 0,25 длины образца.

2) Свободный конец образца изгибают в течение (2 ± 1) с вокруг закругленной части бруса до достижения другой ровной поверхности. Поверхность образца в зоне изгиба осушают хлопчатобумажной тканью или фильтровальной бумагой и визуально проверяют внешний вид.

3) Время с момента извлечения образца из испытательной среды и до конца испытания не должно превышать 15 с.

4) Время между двумя последовательными испытаниями должно быть не более 3 мин.

Правила обработки результатов испытания: мастику считают выдержавшей испытание, если на поверхности образца не будет обнаружено трещин.

Вывод по разделу два

Разработана методика синтеза полимерно-битумных мастик и подобраны методы исследований: метод определения температуры размягчения битума по КиШ, метод определения глубины проникания иглы, метод определения гибкости.

3 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СИНТЕЗИРОВАННЫХ МАСТИК

3.1 Результаты исследований мастик при добавлении различных наполнителей

По приведенным ниже результатам экспериментов с различными минеральными наполнителями, установлено, что синтезированные мастики отвечают требованиям ГОСТ 2889-80 Мастика битумная кровельная горячая, приведенным в таблице 4.

3.1.1 Показатели мастик с добавлением Мраморной крошки

Результаты исследований синтезированных мастик с минеральным наполнителем марки КМ-100 представлены в таблице 23.

Таблица 23 - Результаты экспериментов

Wнап, %	0	10	20	30	40	50	60
Mнап, г	0	30	60	90	120	150	180
Mленты,г	300	270	240	210	180	150	120
П25,	36	35	30	16	7	6	2
Тразм,°С	92	93	94	94	99	98	96
Гибкость,°С	-20	-19	-19	-19	-18	-18	-18

На рисунках 3 – 4 приведены значения температуры размягчения по кольцу и шару (КиШ) и гибкости, которые являются основными физико-механическими показателями для полимерно-битумных мастик, в зависимости от различного процентного содержания мраморной крошки (КМ-100) в полимерно-битумной ленте.

Рисунок 3 – Зависимость температуры размягчения мастики от содержания
КМ-100 в полимерно-битумной ленте

Рисунок 4 – Зависимость гибкости мастики от содержания КМ-100 в
полимерно-битумной ленте

Заштрихованная область на рисунках 3 – 4 соответствует требованиям ГОСТ 2889-80 по температуре размягчения (метод «кольцо и шар») и гибкости.

Приведённые значения температуры размягчения и гибкости синтезированной мастики с требованиями мастики битумной кровельной горячей ГОСТ 2889-80 показывают, что полученные мастики с процентным содержанием мраморной крошки 20 и 30 процентов по массе в полимерно-битумной ленте удовлетворяют требованиям мастики марки МБК-Г-85 ГОСТ 2889-80.

3.1.2 Показатели мастик с добавлением минерального порошка

Результаты исследований синтезированных мастик с минеральным наполнителем марки КМ-100 представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Результаты экспериментов

W _{нап} , %	0	10	20	30
M _{нап} , г	0	30	60	90
M _{ленты} , г	300	270	240	210
П25,	36	36	33	28
T _{разм} , °С	92	96	98	98
Гибкость, °С	-20	-20	-19	-18

На рисунках 5 – 6 приведены значения температуры размягчения по кольцу и шару (КиШ) и гибкости, которые являются основными физико-механическими показателями для полимерно-битумных мастик, в зависимости от различного

процентного содержания минерального порошка (МП-1) в полимерно-битумной ленте.

Рисунок 5 – Зависимость температуры размягчения мастики от содержания МП-1 в полимерно-битумной ленте

Рисунок 6 – Зависимость гибкости мастики от содержания МП-1 в полимерно-битумной ленте

Заштрихованная область на рисунках 5– 6 соответствует требованиям ГОСТ 2889-80 по температуре размягчения (метод «кольцо и шар») и хрупкости.

Приведённые значения температуры размягчения и гибкости синтезированной мастики с требованиями мастики битумной кровельной горячей ГОСТ 2889-80 показывают, что полученные мастики с процентным содержанием минерального порошка 20 и 30 процентов по массе в полимерно-битумной ленте удовлетворяют требованиям мастики марки МБК-Г-85 ГОСТ 2889-80.

3.1.3 Показатели мастик с добавлением трепела

Результаты исследований синтезированных мастик с минеральным наполнителем “Трепел” представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Результаты экспериментов

Wнап, %	0	10	20	30
Mнап, г	0	30	60	90
Mленты,г	300	270	240	210
П25,	36	35	35	31
Тразм,°С	92	94	94	95
Гибкость,°С	-20	-22	-22	-22

На рисунках 7 – 8 приведены значения температуры размягчения по кольцу и шару (КиШ) и гибкости, которые являются основными физико-механическими показателями для полимерно-битумных мастик, в зависимости от различного процентного содержания минерального порошка (Трепел) в полимерно-битумной ленте.

Рисунок 7 – Зависимость температуры размягчения мастики от содержания трепела в полимерно-битумной ленте

Рисунок 8 – Зависимость гибкости мастики от содержания трепела в полимерно-битумной ленте

Заштрихованная область на рисунках 7– 8 соответствует требованиям ГОСТ 2889-80 по температуре размягчения (метод «кольцо и шар») и гибкости.

Приведённые значения температуры размягчения и гибкости синтезированной мастики с требованиями мастики битумной кровельной горячей ГОСТ 2889-80 показывают, что полученные мастики с процентным содержанием трепела 20 и 30 процентов по массе в полимерно-битумной ленте удовлетворяют требованиям мастики марки МБК-Г-85 ГОСТ 2889-80.

3.1.4 Показатели мастик с добавлением пенокерамического гранулята

Результаты исследований синтезированных мастик с минеральным наполнителем “Трепел” представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Результаты экспериментов

Wнап, %	0	5	10	20	30	40
Mнап, г	0	15	30	60	90	120
Mленты, г	300	285	270	240	210	180
П25,	36	36	35	27	14	13
Тразм, °С	92	98	98	98	101	112
Гибкость, °С	-20	-22	-22	-22	-22	-21

На рисунках 9 – 10 приведены значения температуры размягчения по кольцу и шару (КиШ) и гибкости, которые являются основными физико-механическими

показателями для полимерно-битумных мастик, в зависимости от различного процентного содержания пенокерамического гранулята в полимерно-битумной ленте.

Рисунок 9 – Зависимость температуры размягчения мастики от содержания пенокерамического гранулята в полимерно-битумной ленте

Рисунок 10 – Зависимость гибкости мастики от содержания пенокерамического гранулята в полимерно-битумной ленте

Заштрихованная область на рисунках 9– 10 соответствует требованиям ГОСТ 2889-80 по температуре размягчения (метод «кольцо и шар») и хрупкости.

Приведённые значения температуры размягчения и гибкости синтезированной мастики с требованиями мастики битумной кровельной горячей ГОСТ 2889-80 показывают, что полученные мастики с процентным содержанием пенокерамического гранулята 20 % по массе в полимерно-битумной ленте удовлетворяют требованиям мастики марки МБК-Г-85 ГОСТ 2889-80.

Синтезировать мастики с процентным содержанием пенокерамики 30% и выше не удастся, так как пенокерамический гранулят невозможно при данном соотношении полностью покрыть связующим веществом.

3.2 Разработка рекомендаций по получению мастик

Согласно, приведенным выше результатам экспериментов (п. 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3,3.1.4), определены оптимальные составы мастик по процентному содержанию твердого минерального наполнителя, которые удовлетворяют требованиям мастики марки МБК-Г-85 ГОСТ 2889-80.

Сравнительные характеристики синтезированных мастик с различными

твердыми наполнителями приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Характеристики мастик в зависимости от наполнителя

Виды мастик	Основные показатели			
	Количество пылевидного наполнителя, %	Температура размягчения, °С	Температура гибкости, °С	Пенетрация, при 25°С,
МБК-Г-85	25-30	не менее 90	-18±2	Не нормируется
Мастика с КМ-100	20	94	-19	30
	30	94	-19	16
Мастика с МП-1	20	96	-19	33
	30	98	-18	28
Мастика с трепелом	20	94	-22	35
	30	95	-22	31
Мастика с пенокерамикой	20	98	-22	27

Синтезированные мастики оптимальные по процентному содержанию твердого минерального наполнителя удовлетворяют требованиям ГОСТ 2889-80, следовательно, их можно применять в строительстве.

Различные показатели пенетрации, характеризующая вязкость материала, позволяют выбрать оптимальный состав битумно-полимерной мастики в конкретных погодных условиях, согласно техническому заданию.

Минеральные наполнители марки КМ-100 и МП-1 менее устойчивы к агрессивным погодным условиям (кислотные дожди), чем трепел и пенокерамика. Это связано с химической структурой наполнителей: мраморная крошка и минеральный порошок состоят на 95% из карбоната кальция (CaCO_3),

который вступает в реакцию с минеральными кислотами, образующиеся при выпадении кислотных дождей; основным химическим соединением трепела и пенокерамики является диоксид кремния (SiO_2), который в реакцию с минеральными кислотами не вступает. Тем не менее мастика с наполнителями типа мраморной крошки и минерального порошка является экономически выгодной, чем с трепелом или пенокерамикой, поэтому использование данных наполнителей рекомендуется в климатических зонах с низкой вероятностью выпадения кислотных дождей.

Синтезированные мастики с минеральным наполнителем пенокерамикой отличаются повышенной температурой размягчения. Это связано с природой твердого наполнителя, которому присущи теплоизолирующие характеристики, что обеспечит не только гидроизоляцию кровли и герметичность швов, но еще повысят теплоизоляционные свойства. Также пенокерамическому грануляту свойственны более износостойкие качества, по сравнению с остальными представленными минеральными наполнителями, которые защитят битумно-полимерные мастики от воздействия атмосферных осадков (дождь, снег, град), сильного ветра, механических нагрузок.

Вывод по разделу три

Эксплуатационные показатели качества синтезированных мастик с добавлением всех твердых наполнителей как карбонатной, так и не карбонатной природы, удовлетворяют требованиям мастики марки МБК-Г-85 ГОСТ 2889-80.

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Целью данной работы является синтезирование битумно-полимерной мастики. По характеру получаемых результатов и по назначению данная работа является теоретическим прикладным научным исследованием.

Расчет затрат на проведение НИР:

В смету затрат на проведение научно-исследовательской работы входят все затраты, связанные с ее организацией и проведением. В таблице 28 приведен расчет затрат на приобретение материалов, необходимых и достаточных на проведение исследовательской работы.

Расчет производится по формуле 4.1:

$$C_{\text{мат}} = C_{\text{руб/ед}} \times M, \quad (4.1)$$

где $C_{\text{мат}}$ – затраты на материалы, руб;

$C_{\text{руб/ед}}$ – цена за килограмм, руб/ед;

M – количество материала затраченного на опыт.

Таблица 28 – Расчёт материальных затрат

Наименование материала	Единицы измерения	Цена за единицу, руб., ($C_{\text{руб/ед}}$)	Количество единиц, (M)	Стоимость материалов, руб., ($C_{\text{мат}}$)
Битумная лента	пог.м	40	10,0	400
КМ-100	кг	3	1	3
МП-1	кг	2	1	2
Трепел	кг	25	1	25
Пенокерамика	кг	44	1	44
Тальк	кг	106	0,04	4,24
Обувь	шт	150	1	150
Глицерин	кг	194,4	0,04	7,78

Окончание таблицы 28

Наименование материала	Единицы измерения	Цена за единицу, руб., (Цруб/ед)	Количество единиц, (М)	Стоимость материалов, руб., (Смат)
Перчатки (х/б и резиновые)	шт	10	3	30
Вода техническая	м ³	0,54	360	194,4
Халат	шт	-	-	-
Всего				860,42

Проведение исследовательской работы требует определенных затрат электроэнергии. При расчете стоимости затрат на электроэнергию учитывались все устройства, работающие от сети переменного тока. Потребляемая мощность устанавливается исходя из паспортных данных прибора. Также был учтен перерасход энергии, который составляет 5% от расходов на электроэнергию. Стоимость электроэнергии 45 поп./кВт ч. Результаты расчета представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Расчет затрат электроэнергии

Наименование прибора	Фактическое время работы		Мощность, кВт	Количество единиц	Стоимость энергии, руб.
	дни	часы			
Пенетрометр	1,5	36	0,05	1	0,81
Аппарат для определения температуры хрупкости АХТ - 20	2	48	0,45	1	9,72
Аппарат для определения температуры размягчения нефтебитумов КиШ - 88	1,5	36	1,05	1	17,01
Энергосберегающие лампы	15	360	0,015	8	2,43
Вытяжное устройство	15	360	1	1	162
Весы технические электронные	1,5	36	0,003	1	0,05

Наименование прибора	Фактическое время работы		Мощность, кВт	Количество единиц	Стоимость энергии,руб.
Плита	15	360	0,2	1	32,4
Прочее электрооборудование (5% от общих затрат на электроэнергию)					15,84
Всего					240,26

В ходе работы используемое оборудование постепенно изнашивается. Для погашения затрат износа производятся амортизационные отчисления (перенос стоимости основных фондов на себестоимость готовой продукции). Амортизация рассчитывается по формуле 4.2:

$$A = \frac{C_{\delta} \cdot N_a \cdot T_{\phi}}{T_r \cdot 100}, \quad (4.2)$$

где А – амортизационные отчисления, руб.;

C_{δ} – балансовая стоимость оборудования, руб.;

N_a – норма амортизационных отчислений, %;

T_{ϕ} – фактическое время работы оборудования, дн.;

T_r – годовой фонд рабочего времени, дн. (252 дня).

Полученные результаты вычислений амортизационных отчислений показаны в таблице 30.

Таблица 30 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование используемого прибора	Балансовая стоимость, руб.	Годовая амортизация, %	Фактическое время работы, дни	Количество единиц	Амортизационные отчисления, руб.
Пенетрометр	264735	0,2	1,5	1	3,53
Хрупкость	343360,54	0,2	3	1	9,15
КиШ	666000	0,2	1,5	1	8,88
Вытяжное устройство	10000	0,2	15	1	1,33
Весы технические электронные	27600	0,2	1,5	1	0,37
Плита	22000	0,2	15	1	2,93
Холодильник	10000	0,2	15	1	1,33
Всего:	27,52				

Заработная плата научно-исследовательского персонала, задействованного в процессе НИР, приведена в таблице 31. При расчете учитывалось, что в месяце 25 рабочих дней. В фонд заработной платы входит территориальный уральский коэффициент, составляющий 15% от оклада [37].

Таблица 31 – Расчет фонда заработной платы для научно-исследовательского персонала

Состав исполнителей	Кол., чел	Устан.должн. оклад, руб.	Доплата к окладу, %	Время работы, дн.	Заработная плата, руб/чел
---------------------	-----------	--------------------------	---------------------	-------------------	---------------------------

Руководитель	1	10000	15	90	34500
Инженер	1	7000	15	60	16100
Лаборант	1	5000	15	30	5750
Всего:					56350

На основании рассчитанных затрат на проведение НИР, составим общую смету расходов. В таблице 32 учтен единый социальный налог и накладные расходы [37].

Таблица 32 - Смета затрат на проведение НИР

Наименование	Сумма затрат, руб.	Обоснование
Материальные затраты	860,42	Таблица
Расходы на электроэнергию	240,26	Таблица
Амортизационные отчисления	27,52	Таблица
Заработная плата научно-исследовательского персонала	56350	Таблица
Единый социальный налог	5720	26% от основной заработной платы
Накладные расходы	2200	10% от основной заработной платы
Социальное страхования на травматизм	1540	7% от основной заработной платы
Всего	66938,2	

Вывод по разделу четыре

Материальные расходы на проведение научной работы составили 66938,2 рублей. Продолжительность проведения исследования составила 79 дней. В этой НИР было задействовано 3 человека.

5 ОЦЕНКА ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НИР

5.1 Общая характеристика лаборатории

Лаборатория, в которой проводятся испытания представляет собой помещение прямоугольной формы площадью 24 м², расположенное на первом этаже одноэтажного кирпичного здания. По опасности поражения электрическим током в соответствии с ГОСТ 12.1.013-98 лабораторию относят к I классу – помещения имеющие изделия с рабочей изоляцией и элемент для заземления [38].

По пожарной и взрывопожарной опасности помещение в соответствии с СНиП 21-07-97 имеет категорию Б. План лаборатории представлен на рисунке 11.

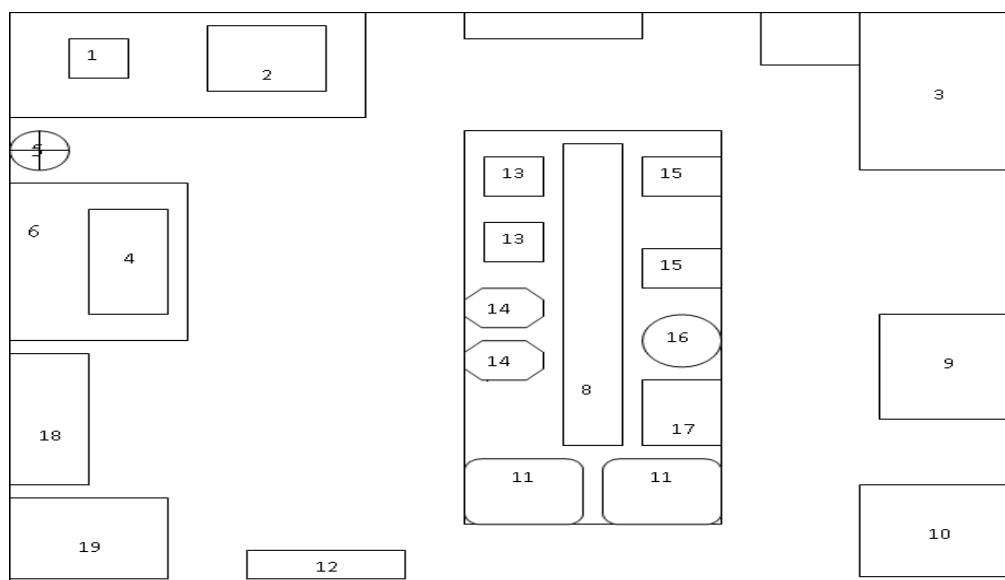


Рисунок 11 – Схема лаборатории

1 – весы электронные; 2 – вискозиметр; 3 – стол письменный; 4 – плитка; 5 – огнетушитель; 6 – вытяжной шкаф и вытяжка; 7 – стол металлический; 8 – полки для различной посуды; 9 – холодильник; 10 –

шкаф для стеклянной посуды; 11 – раковина; 12 – дверь; 13 – пенетрометр; 14 – прибор, для определения температуры хрупкости; 15 – прибор, для определения температуры размягчения; 16 – прибор, для сушки стеклянной посуды; 17– сушильный шкаф; 18 – дуктилометр; 19 – шкаф для реактивов

5.2 Анализ технологических опасностей

В лаборатории в соответствии с ГОСТ 12.4.123-2001 ССБТ «Опасные и вредные факторы», можно выделить следующие негативные факторы производственной среды, воздействующие на организм человека во время проведения лабораторной работы:

Вредные факторы:

- физические,
- химические,
- психофизиологический.

Физические вредные факторы:

- повышенная температура поверхностей оборудования, материалов;
- повышенная температура воздуха рабочей зоны;
- шум;
- вибрация;

Таблица 33 – Технологические опасности при проведении работ

Наименование участка	Наименование технологических операций и оборудования	Применяемые вещества и материалы	Вредные производственные факторы	Экологические факторы
Приготовление образцов	- Смешивание компонентов; - электрическая плитка;	Нефтяной битум, полимеры	<ul style="list-style-type: none"> • интенсивный тепловой поток; -шум и вибрация 	Выделение газов

Химические вредные факторы:

- вредные вещества и соединения.

Психофизиологический вредный фактор:

- физические перегрузки.

Опасные факторы:

- пожароопасность,

- опасный уровень напряжения в электрической цепи.

Анализ технологических опасностей при работе представлен в таблице 33 [39].

5.3 Техника безопасности

1) К работе в лаборатории допускаются лица не моложе 18 лет, признанные годными к работе медицинской комиссией, прошедшие инструктаж по безопасности труда, обученные по соответствующей программе и имеющие удостоверение, выданное квалификационной комиссией.

2) Вновь поступающие на работу рабочие должны пройти вводный инструктаж по безопасным приемам и методам труда, пользованию защитными средствами и приспособлениями, а также первичный инструктаж на рабочем месте, о чем должны быть сделаны соответствующие записи в журналах с обязательными подписями инструктируемого и инструктирующего [40].

Рабочие, получившие инструктаж и показавшие неудовлетворительные знания, к работе не допускаются. Они обязаны вновь пройти инструктаж. Знания, полученные при инструктаже, проверяет начальник ЦЗЛ.

Рабочие после прохождения первичного инструктажа на рабочем месте и проверки знаний в течение первых 5-10 смен (в зависимости от стажа, опыта и характера работы) выполняют работу под наблюдением наставника, после чего оформляется допуск к их самостоятельной работе. Допуск к самостоятельной работе фиксируется датой и подписью инструктирующего в журнале

регистрации инструктажа.

При однообразном характере работы (выполнении одних и тех же видов работ с использованием одного и того же оборудования и материалов, одних и тех же режимов труда и отдыха и т.д.), повторный инструктаж должен проводиться не реже одного раза в 3 месяца.

При изменении правил по охране труда, изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений окислительной установки, при нарушении рабочими требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, пожару, взрыву, порче оборудования, а также при перерывах в работе более 30 календарных дней или по требованию органов Госгортехнадзора проводится внеплановый инструктаж.

О проведении повторного и внепланового инструктажа производится соответствующая запись в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего. При регистрации внепланового инструктажа указывается причина, вызвавшая его проведение.

Знания, полученные при инструктаже, проверяет начальник ЦЗЛ, проводивший инструктаж.

Рабочие должны проходить периодическую проверку знаний безопасных приемов и методов работы не реже одного раза в 12 месяцев, о чем делается соответствующая отметка в удостоверении. Результаты проверки знаний требований безопасности оформляются протоколом заседания комиссии.

Работники лаборатории, обязаны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, а также правила пожарной безопасности, утвержденные на предприятии. Курить разрешается только в специально отведенных местах [41].

Работники лаборатории обязаны:

- знать расположение первичных средств пожаротушения и уметь ими

пользоваться;

- пользоваться средствами индивидуальной защиты;
- уметь оказывать доврачебную медицинскую помощь при несчастных случаях;
- содержать в порядке помещение лаборатории и ее оснащение;
- пользоваться исправными приборами и оборудованием;
- не допускать в помещение лаборатории посторонних лиц;
- все работники лаборатории обязаны работать в спецодежде [42].

5.4 Мероприятия и средства по созданию и обеспечению оптимальных условий производственной среды

5.4.1 Микроклимат лабораторного помещения

Во время проведения исследования необходимо создать благоприятные условия микроклимата рабочего места. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий может резко ухудшать его самочувствие, снижать производительность труда и приводить к заболеваниям. Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения.

Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, и может привести к перегреву организма, вызвать нарушение терморегуляции, к ухудшению самочувствия, снижению внимания, тепловому удару, увеличению нагрузки на сердце. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее переохлаждение организма, стать причиной простудного заболевания, привести к заболеваниям периферийной нервной системы (радикулит, бронхит, ревматизм). Низкая влажность может вызывать пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей работающего. Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека

и положительно проявляется при высоких температурах и отрицательно при низких.

Работы, проводимые в лаборатории относятся к категории 1б. К этой категории относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121...150 ккал/ч (140...174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне лабораторного помещения приводятся в таблице 34.

Таблица 34 – Допустимые критерии микроклимата рабочей зоны лаборатории

Период года	Категория работ	Температура				Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с		
		Оптимальная	Допустимая				Оптимальная	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных	Оптимальная, не более	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более
			Верхняя граница	Нижняя граница	Н	Н				
П	Н	П	Н	П	Н	Оп	Оп	Оп	Оп	
Холодный	Легкая – 1б	21-23	24	25	20	7	40-60	75	0,1	0,2
Теплый	Легкая – 1б	22-24	28	30	21	9	40-60	60 (при 27 °С)	0,2	0,1-0,3

Для соблюдения норм микроклимата в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 и ГОСТ 12.1005-88 (2000) «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» в лаборатории предусмотрено следующее:

- оборудована общая обменная приточно-вытяжная вентиляция в соответствии со СНиП 2.04.05-91 (2000) «Отопление. Вентиляция. Кондиционирование»;

- помещения оборудовано устройством для отопления;
- использование теплоизоляционных материалов (асбест);
- наружные поверхности технологического оборудования или его ограждающих устройств не превышают 45 °С;
- запрещается работать вблизи работающей печи и нагретых материалов с легковоспламеняющимися веществами.

Контроль соответствующих норм микроклимата осуществляли в соответствии СанПиН 2.2.4.548-96 [42].

5.4.2 Освещение лабораторного помещения

Характеристики освещения в зрительно воспринимаемом пространстве воздействуют одновременно на физиологические зрительные функции (зрительную работоспособность) и на психологические зрительные функции (условия комфорта). Таким образом, они могут способствовать производительности труда, безопасности, зрительному комфорту и удовлетворению работающего в зрительно воспринимаемом пространстве.

По типу источника света освещение бывает трех видов:

- естественное – источником света является Солнце;
- искусственное – искусственные источники света;
- совмещенное – недостаточное естественное дополняется искусственным.

Для проведения исследовательских работ в соответствии с ГОСТ ИСО 8995-2002 «Освещение рабочих мест внутри помещений» освещение рабочего помещения естественным и электрическим светом должно обеспечивать оптимальные условия для выполнения требуемого задания и правильного восприятия окружающего пространства. Помещение лаборатории по нормам освещенности относится к помещениям, не используемым постоянно для работы. Ряды освещенности для различных типов поверхностей, зданий и видов деятельности приведены в Таблице 35.

Таблица 35 – Ряды освещенности

Ряды освещенности, лк	Тип поверхности, задания или вида деятельности
100; 150; 200	Рабочие помещения, не используемые постоянно для работы
300; 500; 750	Задания со средними требованиями к условиям зрительного восприятия

Для обеспечения лаборатории естественным источником света предусмотрен оконный проем площадью 3,50 м². Окно обеспечивает необходимый зрительный контакт с внешним миром и полезное освещение рабочих поверхностей лаборатории. По требованиям ГОСТа минимальная площадь остекления помещения лаборатории должна составлять не менее 30% от внутренней поверхности стены, на которой расположено окно. Окно лаборатории соответствует этим требованиям (площадь стены – 10,00 м²). Для эффективного распределения дневного света проведена чистка стекол оконных рам.

Для наилучшего использования общего освещения регулярно проводится уборка, обеспечена световая обстановка помещения, способствующая выявлению его назначения (стены лаборатории покрыты светлой краской, отсутствуют яркие поверхности по оси зрения при выполнении заданий) [43].

5.4.3 Методы защиты от вибрации и шума

Шум – совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты. С физиологической точки зрения шум – это всякий неблагоприятный воспринимаемый звук. В лаборатории источником шума и вибрации являются приточно-вытяжная вентиляция, сушильный шкаф. Нормы шума и вибрации нормируется по ГОСТ 12.1.003-99 ССБТ «Шум. Общие требования эксплуатации» и ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность. Общие требования в помещениях, где работают инженерно-технические работники,

осуществляющие контрольный или измерительный процесс». В таблице 36 приведены нормы шума для помещений лабораторий [44].

Таблица 36 – Нормы шума для помещений лабораторий

Уровень зв. давления [дБ] окт. со среднегеом. част. [Гц]								Уровень звука, дБ
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	не более 75
91	83	77	73	70	68	66	44	

Для снижения уровня шума, создаваемого в лаборатории оборудованием, были предприняты следующие меры:

- оборудование, создававшее шум располагалось на специальных амортизирующих прокладках;
- выполнена изоляция источника шума, накрытием его звукоизоляционным материалом;
- применялись средства индивидуальной защиты от шума (защитные наушники).

Для снижения виброактивности машин предпринято следующее:

- динамическая и статическая балансировка механизмов;
- смазка и чистка обработки взаимодействующих поверхностей [45].

5.5 Безопасность производственной среды

5.5.1 Безопасность проведения исследовательских работ

Безопасность техпроцессов достигалась соблюдением требований ГОСТ 12.3.027-96. В соответствии, с которым, были предусмотрены следующие мероприятия:

- рабочее место было хорошо освещенным и по окончании работы оставалось чистым;

- на лабораторном столе находились только те приборы и приспособления, которые были необходимы для текущей работы;

- на рабочем месте имелись индивидуальные средства защиты (респиратор, прорезиненные перчатки) и аптечка;

- при выполнении технологических операций с использованием химических веществ был исключен непосредственный контакт с вредными веществами, в основном, за счет применения совершенного и герметичного оборудования, индивидуальных средств защиты, использования спецодежды (лабораторного халата);

- для исключения закручивания элементов одежды в рабочие механизмы используемых машин, не допускались висячие концы одежды, рукава были цельноткаными;

- для исключения выделения вредных веществ в рабочую зону до величин, регламентируемых гигиеническими нормативами (ПДК), был предусмотрен газоотвод газов, при нагревании компонентов, с последующим удалением их с помощью вытяжного шкафа;

- соблюдались нормы трудовой дисциплины:

- не отлучаться со своего рабочего места до прекращения работ, соблюдать меры личной предосторожности;

- при одновременном выполнении работ с работниками лаборатории, делать только порученное задание, не отвлекаясь и не мешая другим;

- все необходимые расчеты делать только в рабочих журналах;

- работу выполнять точно, аккуратно, не допуская поспешности и беспорядочности.

Безопасность использования лабораторного оборудования соблюдалась в соответствии с ГОСТ 12.2.046-96. Корпуса, печи, весов, аппарата для измерения температуры размягчения битумов, аппарата для измерения температуры хрупкости, пенетрометра были заземлены. Лаборанту следить за исправностью

розеток, штепсельных вилок, пусковых кнопок, электрических проводов, исключить прикосновение к нагретым поверхностям оборудования, к вращающимся и движущимся механизмам. Перед электрооборудованием должны лежать резиновые коврики.

При работе с летучими и горючими реактивами:

- Использование битумов проводить в специально отведенном для этой цели месте, где отсутствовали нагревательные приборы с открытой спиралью.

- При переносе сосудов с горячей жидкостью применялось полотенце. Сосуд при этом держали обеими руками, одной за дно, другой за горловину. Большие химические стаканы с жидкостью поднимались только двумя руками, так, чтобы отогнутые края стакана опирались на указательные пальцы.

- Все емкости с химическими веществами были снабжены разборчивыми надписями с указанием названия вещества или его формулы.

- При случайных проливах огнеопасных жидкостей немедленно выключались нагревательные приборы, место пролива засыпалось песком. Загрязненный песок собирался деревянной лопаткой.

- При работе со стеклянной посудой использовалась посуда без трещин, повреждений и загрязнений. Для нагрева жидкостей использовалась посуда из термостойкого стекла.

- Мытье посуды проводилось сразу же после ее использования, в крайнем случае, в конце рабочего дня. Стеклянная посуда считалась чистой, если после ополаскивания вода стекала со стенок, не образуя отдельных капель [46].

5.5.2 Электробезопасность

Всё электрооборудование является потенциально электроопасным, поэтому химическая лаборатория попадает под класс помещений с повышенной опасностью. Источниками такой опасности в лаборатории могут быть: технические весы, электрические плитки, лампа вспомогательного местного

освящения, приборы для измерения температур хрупкости и размягчения битумов, пенетрометр и др. Устройства и условия эксплуатации электрооборудования в химических лабораториях должны соответствовать требованиям действующих правил устройства электроустановок, правил технической эксплуатации и техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителями [47].

Электробезопасность в научно-исследовательской лаборатории соблюдалась в соответствии с ГОСТ 12.1.013-98.

Питание электроприборов лаборатории осуществлялась от щита с разделительными трансформаторами, подсоединенного к электрическому вводу через защитно-отключающее устройство.

Лаборатория была оснащена оборудованием промышленного производства. Все электрооборудование, электроинструменты при напряжении свыше 42 В, а также оборудование и механизмы, которые могли оказаться под напряжением, были занулены.

В электроустановках напряжением от 110 до 750 кВ выполнено защитное заземление. Заземляющие устройства выполнены по нормам на напряжение прикосновения или по нормам на их сопротивление. Заземляющее устройство, выполненное по нормам на сопротивление, имеет в любое время года сопротивление не более 0,5 Ом. При удельном сопротивлении «земли», большем 500 Ом·м, допускалось повышать сопротивление заземляющего устройства. Напряжение на заземляющем устройстве при стекании с него тока замыкания на «землю» не превышало 10 кВ. Напряжение выше 10 кВ допускалось на заземляющих устройствах, с которых исключен вынос потенциалов за пределы зданий и внешних ограждений электроустановки.

Питающая разводка, проходящая к оборудованию, была закрыта.

При работе с действующими электроустановками запрещалось пользоваться поврежденными розетками, рубильниками, другими электроустановочными

изделиями [48].

При работе с электрооборудованием соблюдались следующие правила:

а) Монтаж и эксплуатацию электроустановок и электротехнических изделий осуществлялась в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

б) Электроустановки и другие электроприборы в помещениях, в которых по окончании рабочего времени отсутствовал дежурный персонал, были обесточены. Под напряжением оставалось дежурное освещение, установки пожаротушения и противопожарного водоснабжения, пожарная и охранно-пожарная сигнализация. Другие электроустановки и электротехнические изделия оставались под напряжением, если это обусловлено их функциональным назначением и (или) предусмотрено требованиями инструкции по эксплуатации.

в) При эксплуатации действующих электроустановок запрещалось:

– использовать приемники электрической энергии в условиях, несоответствующих требованиям инструкций предприятий – изготовителей, или имеющие неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару, а также эксплуатировать электропровода и кабели с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией;

– пользоваться поврежденными розетками, рубильниками, другими электроустановочными изделиями;

– обертывать электролампы и светильники бумагой, тканью и другими горючими материалами, а также эксплуатировать светильники со снятыми колпаками (рассеивателями), предусмотренными конструкцией светильника;

– применять нестандартные (самодельные) электронагревательные приборы, использовать некалиброванные плавкие вставки или другие самодельные аппараты защиты от перегрузки и короткого замыкания;

– размещать (складировать) у электрощитов, электродвигателей и пусковой

аппаратуры горючие (в том числе легковоспламеняющиеся) вещества и материалы [49].

5.5.3 Пожарная безопасность

При технологических процессах, проводимых во время исследований, применялись горючие вещества (битум). При их взаимодействии с воздухом возникала опасность образования горючей смеси, что влекло за собой возможность пожара, как внутри аппаратуры, так и вне ее. Так же причинами пожара могло быть нарушение правил эксплуатации электронагревательных приборов, короткое замыкание и нарушения правил обращения с легковоспламеняющимися веществами.

В связи с этим, для обеспечения пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004-95 «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010-96 «ССБТ. Взрывоопасность» в научно – исследовательской лаборатории были приняты следующие меры предосторожности:

- поддержание в исправном состоянии оборудования, измерительных электроприборов, электропроводки, приточно-вытяжной вентиляции;
- пожарная сигнализация;
- пожарный инвентарь (ящики с просеянным песком, порошковые огнетушители ОП-5, лопаты, ведра, асбестовое полотно) [50].

В соответствии с нормативными требованиями, лаборатория оснащена порошковыми и углекислотными (ОУ-10) огнетушителями [51].

5.6 Охрана окружающей среды

В ходе научно-исследовательской работы происходит выделение множества соединений, которые могут загрязнять как сточные воды, так и атмосферу, кроме того, происходило образование твердых отходов. Необходимо, по возможности, минимизировать влияние данных соединений на окружающую среду.

5.6.1 Газообразные отходы

Во время проведения исследовательских работ образуются пары ароматических соединений и их производные, опасные для здоровья человека и окружающей среды. Для отведения опасных паров из рабочей зоны используется система вытяжной вентиляции.

Суммарные выбросы лаборатории в атмосферу можно считать небольшими ($0,01 \text{ м}^3$), по этой причине их утилизация не производится.

5.6.2 Очистка сточных вод

В научно-исследовательской лаборатории образуются сточные воды: бытовые, и производственные. Для утилизации бытовых сточных вод применяется централизованная канализационная система здания. Вода используется для промывки и обработки помещений. В этом случае основными примесями сточных вод являются пыли, такие стоки можно отнести к бытовым. Суммарный объем бытовых сточных вод – 0,3 м³.

К производственным стокам можно отнести отработанные химические реактивы, различные растворители и сопутствующие жидкости. Для этих стоков в лаборатории предусмотрены специализированные сливы, жидкость из которых в дальнейшем сливают в специально отведенные места. Суммарный объем производственных стоков 15 л.

5.6.3 Твердые отходы

В процессе выполнения происходило образование твердых отходов. Это: отработанные твердые реактивы (ОП-10), испорченная лабораторная посуда и т.д.

Суммарное количество твердых отходов 168 г. Отходы собирались в мусорный бак для твердых отходов, а после вывозились на городскую свалку.

5.7 Мероприятия по гражданской обороне

Гражданская оборона – это система мероприятий по подготовке к защите населения, материальных и культурных ценностей на территории РФ от опасностей, возникающих при ведении или вследствие военных действий.

Основными способами защиты от последствий аварий и современных средств поражения (пожаров, взрывов, выбросов сильнодействующих ядовитых веществ и т.д.) являются: укрытие в защитных сооружениях; эвакуация в безопасные районы, включая рассредоточение персонала организации в загородной зоне;

использование средств индивидуальной защиты и применение средств медицинской защиты.

В случае чрезвычайных происшествий по ГОСТ 42.0.01-2001 «Гражданская оборона. Основные положения» необходимо эвакуироваться в убежище гражданской обороны, которое находится в 2 мин ходьбы, оно обеспечит в течение определенного времени защиту укрываемых от воздействия поражающих факторов ядерного оружия и обычных средств поражения, бактериальных (биологических) средств, отравляющих веществ, а также при необходимости от катастрофического затопления, аварийно химически опасных веществ, радиоактивных продуктов при разрушении ядерных энергоустановок, высоких температур и продуктов горения при пожаре.

Причины чрезвычайных ситуаций – сложность технологий, недостаточная квалификация и некомпетентность, проектно-конструкторские недоработки в механизмах и оборудовании, физический и моральный износ оборудования и механизмов, низкая трудовая и технологическая дисциплины и др.

Действия в случае чрезвычайной ситуации: выяснить тип чрезвычайной ситуации, собрать документы, собрать запас простейших медикаментов, собрать запас продуктов и воды на 3 дня, закрыть продукты герметически.

Вывод по разделу пять

В ходе анализа лаборатории выяснено, что она соответствует требованиям и пригодна для проведения данной НИР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломной работы проведен синтез битумно-полимерных мастик.

Так как эксплуатационные показатели качества мастик с добавлением всех твёрдых наполнителей как карбонатной, так и не карбонатной природы, удовлетворяют требованиям ГОСТ 2889-80, удобны в работе и безопасны при приготовлении мастик, то мы можем рекомендовать разработанные рецепты мастик к внедрению на предприятиях строительной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Высоцкая, М.А. Модифицированная битумно-полимерная мастика. Структурные особенности./ М.А. Высоцкая, С.Ю. Шеховцова // Научный вестник. – N 1. – 2017. – С. 74-83.
- 2 <https://modified.globecore.ru/sposoby--svojstv-bitumov-do>.
- 3 Аюпов, Д.А. Старение битумов-полимерных вяжущих / Д.А Аюпов., А.В. Мурафа, Ю.Н. Хакимуллин, В.Г. Хозин.// Вестник uluchsheniya Казанского технологического университета. –Т 16, Вып. 15. – 2013. – С. 126-129.
- 4 <http://www.ppuresteplo.ru/hydroinsulation/application/doc101.html>.
- 5 <https://www.abzlint.ru/articles/mastiki.shtml>.
- 6 <http://aeroplan-pro.ru/mastika-bitumno-polimernaya-cena/>.
- 7 <http://info.bmpa.ru/article10.html>.
- 8 <http://mykonspekts.ru/1-96656.html>.
- 9 <https://www.transgazremont.ru/stati/49/>.
- 10 <http://www.metaprom.ru/articles/a1809-bitum/>.
- 11 Гасанов, А.А. Исследование влияния минерального наполнителя на свойства дорожно-строительного битума/ А.А. Гасанов, К.С. Шыхалиев, В.А. Мамедова// Вестник науки и образования. – N 1. – 2016. С. 120-123.
- 12 Гохман, Л.М. Битумы. Полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимерасфальтобетон / Л.М. Гохман. – М.: Химия, 2008. – 107 с.
- 13 Гохман, Л.М. Применение полимерно-битумных вяжущих дорожных покрытий для повышения их сроков службы / Л.М. Гохман // ОАО Фурмановское ДРСУ. – <http://drsu.ivnet.ru>.
- 14 Белевич, В.Б. Новое в технологии приготовления кровельных и гидроизоляционных мастик на основе битума / В.Б. Белевич, Е.А. Первага, Д.А. Сиденко // Технологии. Механизация строительства. – <http://www.stroi.ru/tsch/d827dr223085m3.html>.

15 Гришенков, В.Ф. Пути развития производства и применения модифицированных битумов на автодорогах, обслуживаемых федеральной дирекцией автодороги Москва – Санкт Петербург/ В.Ф. Гришенков, В.В. Грибов // Сб. науч. тр. Применение полимерно- битумных вяжущих на основе блоксополимеров типа СБС. – М.: МАДИ, 2001. – 120 с.

16 Хрулев, В. М. Синтетические клеи и мастики (применение в строительстве)/ В.М. Хрулев. – М.: Высшая школа, 1970. – 367 с.

17 Крамар, Л.Я. Современные изоляционные материалы для строительства / Л.Я. Крамар, Т.Н. Черных, В.В. Зимич. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 98 с.

18 <http://novostrojka.ru/content/view/2497/33>.

19 <http://www.bibliotekar.ru/5-0-stroymaterialy-2/88.htm>.

20 ГОСТ 11506-73 Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару. Введен 01.07.1974. – М.: Изд-во стандартов, 1973 – 3 с.

21 ГОСТ 11501-78 Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы. Введен 01.01.1980. – М.: Изд-во стандартов, 1985 – 5 с.

22 ГОСТ 26589-94 Мастики кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний. Введен 01.01.1996. – М.: Изд-во стандартов, 1995 – 22 с.

23 <http://gipsohouse.ru>.

24 ГОСТ 30693-2000 Мастики кровельные и гидроизоляционные. общие технические условия. Введен 01.04.2001. – М.: Изд-во стандартов, 2000 – 12 с.

25 ГОСТ 2889-80 Мастика битумная кровельная горячая. Технические условия. Введен 01.01.1982. – М.: Изд-во стандартов, 1995 – 9 с.

26 ГОСТ 32870-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Мастики битумные. Технические требования (с Поправкой). Введен 01.07.2015. – М: Стандартиформ, 2015. – 11 с.

27 СТО 77310225.001-2009 Лента стыковочная битумно-полимерная

"БРИТ-А". Технические условия. Введен 26.01.2009. – 17 с.

28 <http://www.rsk-mtk.ru/product/6-microcalcit>.

29 <http://oilwell.pro/goods/16>.

30 <http://plifort.org>.

31 ГОСТ Р 52129-2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия. Введен 01.10.2003. – М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. – 38 с.

32 <https://tvoi-uvelirr.ru/chto-takoe-trepel-svoystva-trepela-primenenie-trepela>.

33 <http://www.kam-kz.ru/tu5761.php>.

34 <http://www.kerwoods.ru>.

35 <https://www.propenosteklo.ru/granulirovannoe-penosteklo>.

36 Пат. 2258722 Российская Федерация. Способ получения битумно-полимерных композиций / А.В. Черняков, Е.В. Богомолова. – № 2002113600/04; заявл. 2002.05.24; опубл. 2003.12.10. – 8с.

37 Сетевые методы планирования и управления: методическое указание / В.С. Зинкевич, Л.А. Баев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1998. – 22 с.

38 ГОСТ 12.1.038-98 Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. Введен 01.07.1982. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 10 с.

39 Захаров, Л.Н. Техника безопасности в химической лаборатории / Л.Н. Захаров. – Л.: Химия, 1986. – 336 с.

40 ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности. Введен 01.07.1976. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 6 с.

41 ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения. Введен 01.07.1991. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 10 с.

42 Правила по технике безопасности при проведении лабораторных занятий. – zakon.edu.ru/attach/8/490.doc.

43 ГОСТ ИСО 8995-2002 Освещение рабочих мест внутри помещений.

Введен 01. 01. 2004. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 30 с.

44 ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. Общие требования в помещениях. Введен 01.07.1991. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 37 с.

45 ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. Введен 06.06.1983. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 15 с.

46 Техника безопасности при работе в химической лаборатории. – fptl.ru/Chem%20block_Tehnika%20bezop.html.

47 ГОСТ Р 52319-2005 Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования. Введен 01.07.2005. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 12 с.

48 ГОСТ 12.1.038-98 Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. Введен 01.07.1982. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 10 с.

49 ГОСТ Р 52319-2005 Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования. Введен 01.07.2005. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 12 с.

50 ГОСТ 12.1.005-88(2000) Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Введен 03.10.1997. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 20 с.

51 ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Введен 01.07.1992. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 12 с.