

Технология переработки битумосодержащих покрытий

Цель занятия: освоение технологии переработки битумосодержащих покрытий.

Основные задачи для решения на практических занятиях:

1. Варианты применения покрытий.
2. Утилизация покрытий с битумоварочных котлах.
3. Сравнительный анализ технологий переработки покрытий.
4. Изучение производственных процессов переработки покрытий.
5. Технология механического измельчения покрытий.
6. Область применения материалов переработанных покрытий.

Теоретический материал

Технологии по переработке битумосодержащих кровельных покрытий включают использование кровельных нарезок в дорожных покрытиях, выплавление битума в битумоварочных котлах и в котлах с использованием пара, механическое измельчение отходов битумосодержащих кровельных покрытий (ОБКП) и др.

Кровельные отходы могут быть использованы в дорожном строительстве.

Технология укладки кровельных нарезок в основание дорожного покрытия состоит из трех основных операций: формование покрытий; присыпка покрытий песком, гравием, щебнем; втапливание присыпки и выравнивание покрытия. Она применена при устройстве автомобильных дорог 1V-V категории с небольшой интенсивностью движения, имеющих местное хозяйственное и административное значение. Достоинство технологии состоит в экономии затрат на асфальтобетонные смеси.

На грунте естественной плотности устраивают земляное полотно - насыпь. В дорожной одежде используют кровельные нарезки толщиной 5-8 см, которые укладывают на основание или на подстилающий слой. Для отвода воды из подстилающего слоя делают дренажные воронки.

Подготовку земляного полотна выполняют по традиционной технологии с помощью землеройных машин (бульдозеров, автогрейдеров и т.д.).

Укладка кровельных нарезок производится на подготовленное основание дорожной одежды вручную. По ширине дороги 1V категории укладывают шесть квадратных нарезок с размером стороны 1 м. Уплотнение и формование дорожного покрытия выполняют самоходными вибрационными и статистическими катками, например, ДУ-47Б, ДУ-63, ДУ-64, ДУ-73, ДУ-74. Количество проходов катка устанавливают в зависимости от местных условий опытным путем.

Для устранения неровностей, ям, раковин, неприкатанных швов и других дефектов одновременно с катками может быть применена машина для ямочного ремонта дорожных покрытий ДЭ-21 М-03.

В процессе уплотнения и формования устраняются швы между нарезками, образуется монолитное дорожное покрытие. С целью создания защитного от солнечной радиации теплоизоляционного слоя толщиной 3-5 см и ровной поверхности, на дорожное покрытие наносят асфальтовую или минеральную крошку либо стандартную асфальтобетонную смесь. Для лучшего сцепления крошки дорожное покрытие предварительно пропитывают праймером (смесь растворителя битума и битума 1:1). Расход праймера на 1 м² составляет 1 кг.

Наряду с дорожным строительством имеется опыт устройства автостоянок, площадок, тротуаров и пешеходных дорожек с покрытием из кровельных нарезок.

Недостатком данной технологии является возможность загрязнения окружающей среды веществами, входящими в состав укладываемых кровельных нарезок.

Инвентарная установка для разогрева битума в битумохранилище с возможностью перекачки его в транспортные средства приведена на рис. 1. Она состоит из электрического излучателя инфракрасных лучей 1, токоподводящих кабелей 2 и 12, напорного трубопровода 3, заключенного в теплоизоляционный кожух, сливного трубопровода 6 с продольной щелью, кольцевого желоба 13, сливного трубопровода 14, электротельфера 4. Установка смонтирована на же-

лезобетонном фундаменте 20, на котором закреплена трубчатая неподвижная стойка 21.

В ней на двух опорных подшипниках 17 вращается подвижная стойка 1, на которую опирается балка 5 с поддерживающей связью 7. По балке 5 перемещается электротельфер 4 с закрепленным на нем электрическим нагревателем 1. Для кругового перемещения нагревателя в требуемое место на подвижной стойке установлена ручная лебедка 15. Для доступа к установке имеются ступеньки 16 и Иран 19. На установке имеется шатер К).

Электроэнергия подводится по кабелю, подвешенному на подвесках 9 и держателе 8. Управляют тельфером с пульта управления, установленного вне хранилища. Выплавленный битум сливается по трубе 14, опирающейся на опору 18.

Подъем и установку нагревателя, а также его перемещение осуществляют тельфером 4, управление которым также осуществляется с пульта управления.

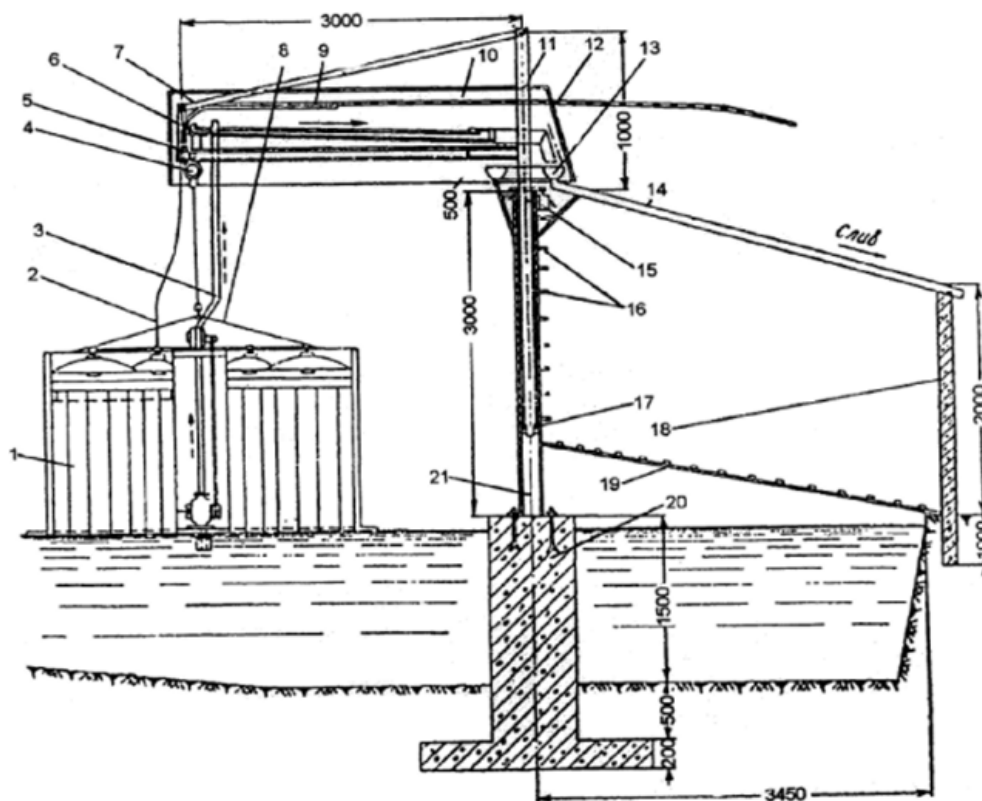


Рис. 1. Установка для разогрева битума в битумохранилище.

На рис. 2 приведена конструкция нагревателя-излучателя, который представляет цилиндрический корпус 2 с ограничительным кольцом 1, внутри которого находится трубчатый теплопередающий коллектор 3, излучатели энергии 5 и шахта битумного насоса 8. Сверху корпус накрывается крышкой 4.

В шахте установлен насос для перекачки битума 10 с напорным трубопроводом 9.

На верхней раме шахты смонтирован редуктор 6 с электродвигателем 7. С насосом редуктор соединен цепной или тексральной передачей. Всасывающая ступень насоса соединена через отверстие в шахте с гибким заборным шлангом 11, посредством которого осуществляется откачка выплавленного битума.

Датчики контроля температуры битума и автоматического управления излучателями и насосом установлены на фильтр заборного шланга.

Корпус нагревателя-излучателя состоит из двух цилиндрических оболочек, изготовленных из листовой стали толщиной 1-1,5 мм.

Для придания необходимой жесткости оболочки соединены между собой ребрами из полосовой стали сечением 50 x 4 мм.

Пространство между оболочками заполнено стекловатой или другим теплоизоляционным материалом. Трубчатый теплопередающий коллектор набран из алюминиевых труб длиной 900 мм и диаметром 150 мм, соединяемых между собой на болтах посредством колец и поперечных связей. Внутри коллектора имеется направляющая, за счет которой он перемещается по поверхности шахты.

Размеры, приведенные на рисунках, даны для нагревателя производительностью разогреваемого битума до 3 т/час.

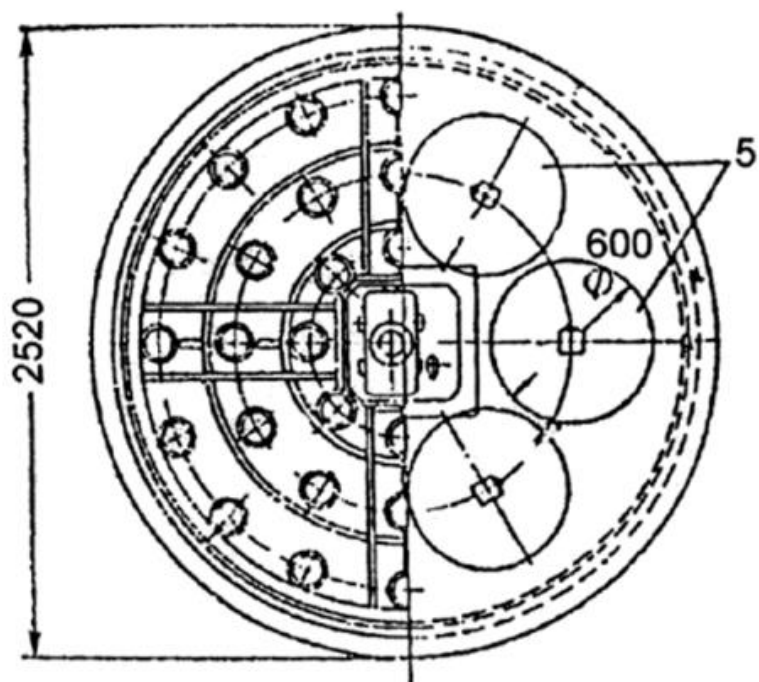
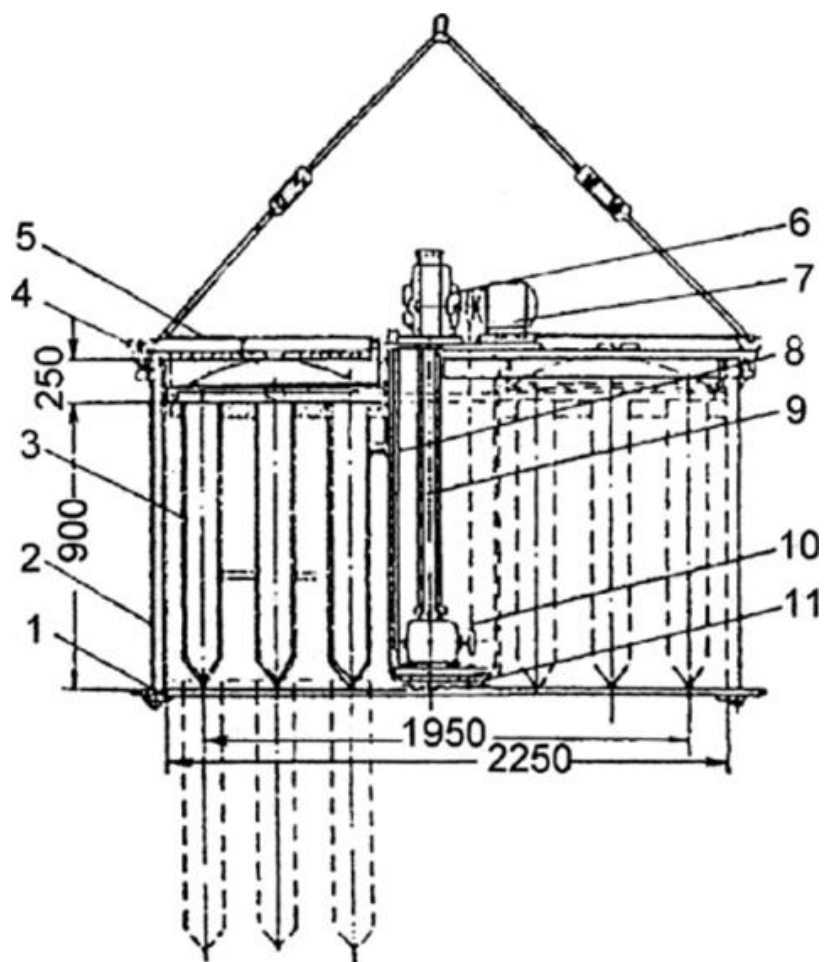


Рис. 2. Конструкция нагревателя-излучателя

При конструировании нагревателей другой производительности размеры узлов и деталей выбирают согласно расчетам, исходя из диаметра корпуса.

Диаметр корпуса нагревателя в зависимости от производительности в т/ч - 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 и 3 - соответственно составляет 1,5; 2; 2,3; 2,5 и 3 м. Расчет электрических излучателей выполняют, исходя из заданной производительности на основе данных, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Расход тепла и электроэнергии при разогреве битума

Материал	Расход тепла в ккал при нагреве 1 т на 1 °С	Расход энергии в кВт/ч при нагреве 1 т на 1 °С	Теплоемкость в ккал/кг • град	Теплопроводность в ккал/м/ч/град
Битум	400	0,465	0,4	0,1

На рис. 3 приведена другая конструкция установки для разогрева битума при минимальных расходах энергии с сохранением качества разогреваемых веществ и автоматизации данного процесса.

Установка состоит из алюминиевого или стального корпуса 1, который для обеспечения интенсивного нагрева прилегающих слоев разогреваемого битума имеет ребра 2, за счет которых достигается оптимальная поверхность для разогрева (12-15 м² на 1 м³ разогреваемого битума).

В корпусе устанавливаются источники инфракрасного излучения 3, которые при помощи держателей 4 закреплены на крышке 5. Крышка 5 для ввода питающих проводов имеет патрубок 6, посредством которого соединена с установочной стойкой. На этой стойке установку подвешивают в проектное положение.

Для выемки источников энергии крышка имеет ручки 7. Каждый источник инфракрасного излучения состоит из рефлектора-отражателя 8, внутри которого установлен теплоизоляционный конус 9 с нагревательной спиралью 10. Эта

спираль изготовлена из хромалю или нихрома с рабочей температурой 1000-1100°С.

Для автоматического управления заданным режимом нагрева внутри корпуса устройства установлен датчик контроля температуры корпуса 11. Установка размещена непосредственно внутри емкостей или хранилища неподвижно или на подъемно-транспортном механизме, перемещающем ее в необходимом направлении.

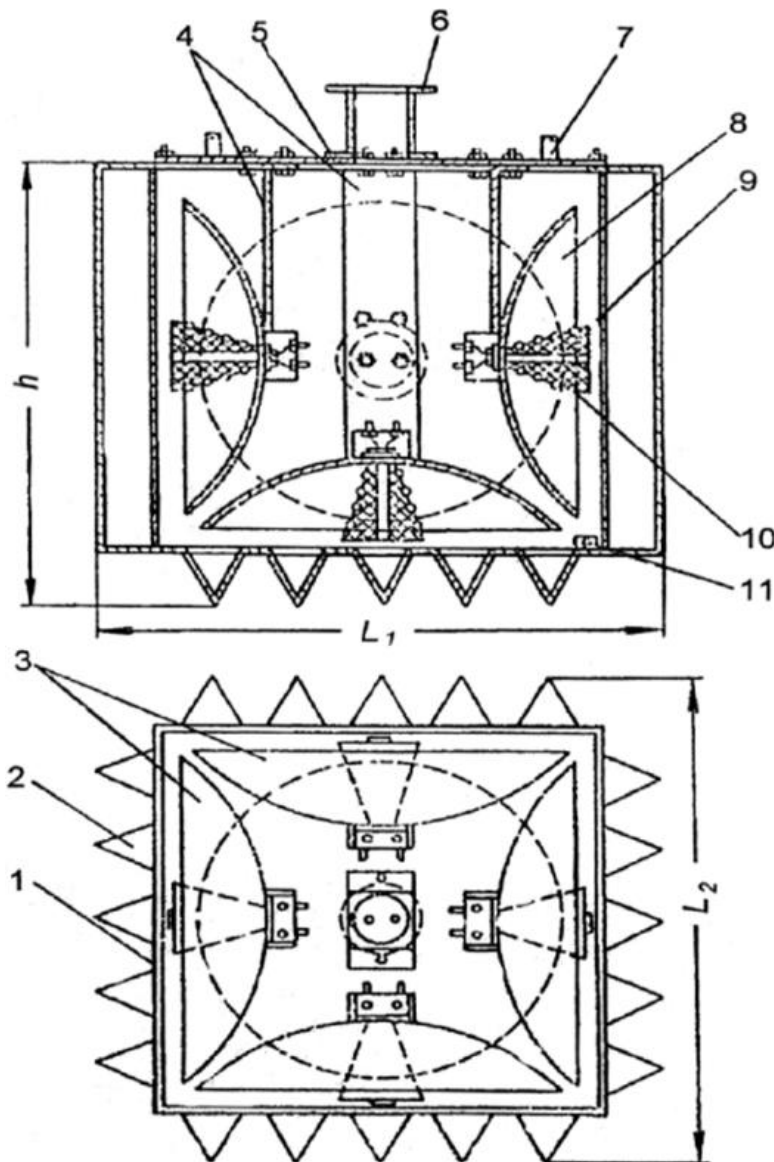


Рис. 3. Установка для разогрева битума с использованием инфракрасного излучателя

Основные характеристики установок различной производительности приведены в табл.2.

Таблица 2

Характеристики установок различной производительности

Количество разогретого битума, кг/ч	Мощность излучателей в кВт при температурном интервале		Теплопроводящая поверхность, м ²	Размеры установки			Выполнение поверхности
	70°С	100°С		L	B	H	
50	2	2,8	0,67	320	320	320	без ребер
100	3,9	5,6	1,34	320	320	320	с ребрами
200	7,9	11,2	2,6	330	330	330	с ребрами

Выплавление битума в котлах с использованием пара является разновидностью способа выплавления битума в битумоварочных котлах. Описываемый способ отличается тем, что загрузка ОБКП в котел производится в кассете, в которую укладывается ОБКП в виде нарезок с размерами 1х1х0,01 м.

При этом используется пар от агрегатов мусоросжигательного завода.

В верхней части емкости имеется патрубок для отвода паров. Установка оснащена приборами контроля давления и температуры пара, а также температуры и уровня битума.

Технологические параметры установки приведены в таблице 3, пара - в таблице 4.

Установку обслуживают двое рабочих-операторов, обязанности которых сводятся в основном к загрузке кассеты кровельными отходами, погружению ее в котел с жидким битумом, извлечению из котла кассеты с основой кровельного материала, сливу выплавленного битума в тару и контролю за параметрами технологического процесса с помощью приборов.

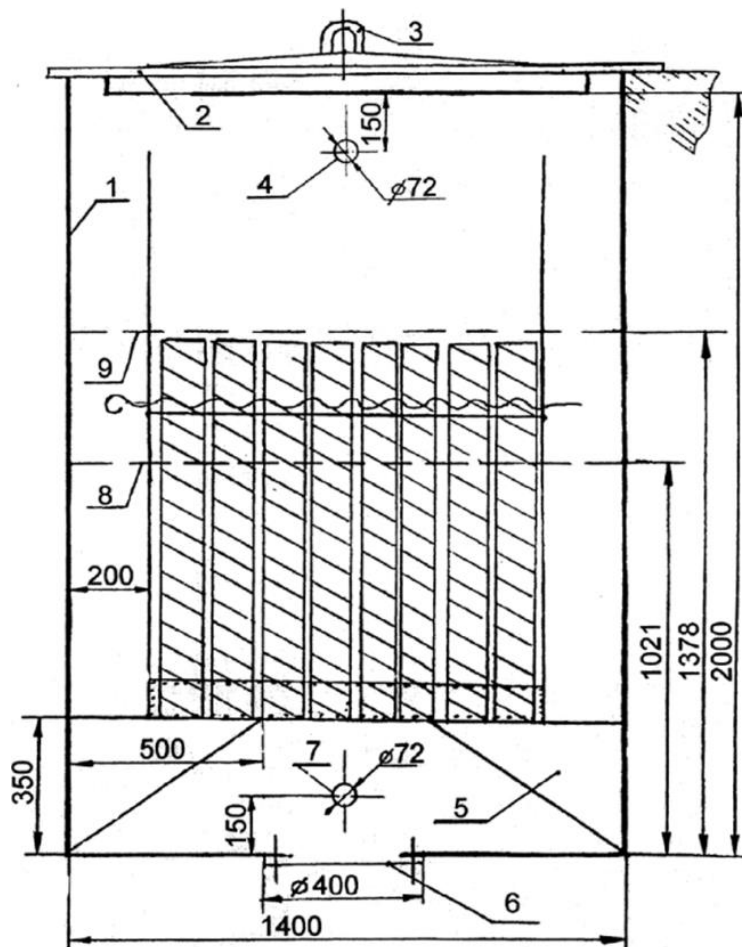


Рис. 4. Схема установки по переработке старой кровли.

В котел 1 заливается жидкий битум из битумовоза после снятия крышки 2 с помощью строповочной скобы 3. Для отвода паров битума и воды предусмотрен патрубок 4. Кассета стоит на упорах 5.

Люк 6 крепится болтами к днищу и предназначен для чистки котла от инородных включений с размером менее 5 мм. Сливная труба битума 7 расположена на расстоянии 150 мм от днища, т.е. выше вероятного уровня осадка из инородных включений.

При заливке битума объемом 2 м^3 уровень его устанавливается на отметке 8 - 1021 мм. Когда кассета объемом $0,7 \text{ м}^3$ погружается в битум и стоит на упорах 5, уровень битума поднимается до отметки 9 - 1378 мм и выше поверхности нарезок отходов на 28 мм. Кассета с кровельными отходами погружена в би-

тум. Строповочные скобы возвышаются над уровнем битума на 472 мм, что позволяет производить строповку кассеты для подъема ее из котла.

После выплавления битума из отходов выплавленный битум сливается, уровень его понижается до отметки высотой 1021 мм.

Кассета с основой кровельного ковра извлекается из битума и вывешивается на 5-10 минут на отметке около 1150 мм так, чтобы оставшийся на кассете и основе битум стекал. Инородные включения извлекаются вместе с кассетой.

Выплавленный битум сливали в стандартные битумные мешки емкостью 50 кг.

Доля выплавленного битума от массы кровельных отходов составляет около 65%. Как показали лабораторные исследования, качество выплавленного битума незначительно уступает битуму по ГОСТ 21822-76.

Выплавленный битум может непосредственно применяться в строительстве или в бытовых целях, а также для производства битумных материалов. Битум, разжиженный в растворителях, используется для приготовления кровельных грунтовок - праймеров; модифицированный битум (с добавками) применяется для производства кровельных эмульсий и мастик.

Производительность установки около 1,6 т кровельных отходов в смену. Выбросы паров углеводородов в рабочей зоне, как показали измерения, не превышают действующих норм. Эти выбросы очищаются на действующих очистных сооружениях.

Таблица 3

Технологические параметры парового котла для переработки ОБКП

Вместимость котла	1 кассета
Размер нарезок (длина x ширина) кровельных отходов в кассете, м	1 x 1
Масса кровельных отходов в кассете, кг	до 800
Выход вторичного битума, кг	до 500-520

Отходы переработки кровельных нарезок, кг влага основа твердые инертные включения	до 80 до 150 40-50
Сменная производительность по получению вторичного битума, кг	до 1000
Теплоноситель	насыщенный пар мусоросжигательных котлов

Таблица 4

Характеристика потребляемого пара

Давление, МПа	0,62
Температура насыщения, оС	160
Скрытая теплота парообразования, ккал/кг (кДж/кг)	478(2000)
Расход пара, т/ч	1-1,5

Механическое измельчение отходов производится для получения кровельных нарезок небольших размеров или сухого порошка многоцелевого назначения. Механическое измельчение в сочетании с другими процессами также может быть одной из операций химикофизических технологических процессов изготовления строительных материалов.

Механическое измельчение производится в серийных дробилках (роторных, шнековых, шаровых), в специальных машинах-измельчителях, а также специальным оборудованием при снятии старой кровли. Машина имеет горизонтальный вал с ножами, на который установлен наклонно вращающийся в подшипниках многогранный барабан с люком для загрузки и выгрузки материала. На внутренних стенках барабана размещены по двухзаходной винтовой линии ножи-лопатки, свободные концы которых направлены в сторону враще-

ния барабана. Вал с ножами внутри барабана и сам барабан вращаются навстречу друг другу.

Машина-измельчитель может использоваться как в построечных, так и в стационарных условиях, под навесом. Через загрузочный люк в барабан загружают предварительно нарезанные в виде пластин размером в плане 200x200 мм битумосодержащие кровельные отходы. При закрытом люке включают электродвигатель, вращение от которого передается на двухступенчатый редуктор, а от него - на вал с ножами и многогранный барабан. Время и степень измельчения материала устанавливают на основе отработанного технологического процесса.

Удаляемые с покрытий кровельные отходы могут содержать различный строительный мусор, включая твердые примеси из кусков бетона, асфальта, раствора и др. Специально очищать кровельные отходы от этих включений нет необходимости: в процессе переработки в барабане измельчается все содержимое в однородную порошковую массу. Такой порошок может храниться в тарных мешках под навесом, он не слеживается более 6 мес.

Технические характеристики стационарного измельчителя приведены в табл. 5.

Таблица 5

Техническая характеристика машины-измельчителя

Вместимость барабана, м ³	0,3
Производительность, т/ч	0,35-0,4
Частота вращения на холостом ходу, с1: вала с ножами барабана	25-33,3 0,5-1
Напряжение, В	380
Частота, Гц	50
Потребляемая мощность электродвигателя, кВт	3

Габарит, мм	1800x1500x1200
Масса, кг	700

Описанные особенности технологий могут быть представлены для сравнения в виде четырех основных технологий:

- переработка ОБКП путем теплового выплавления битума;
- переработка ОБКП непосредственно в строительные материалы;
- механическое измельчение ОБКП в роторных мельницах;
- непосредственное использование кровельных нарезок в дорожных покрытиях.

Сравнение этих технологий представлено в табл. 6.

Таблица 6

Сравнение технологий переработки ОБКП

Критерии сравнения	Использование кровельных нарезок в дорожных покрытиях	Выплавление битума	Механическое измельчение	Переработка непосредственно в строительные материалы
Количество операций переработки ОБКП	Нет операций переработки (+)	Операция выплавления (+)	Операция измельчения из- (+)	Несколько операций переработки (+)
Требования к точности формы и размеров ОБКП	Имеются (-)	Имеются или не имеют (+)	Не имеют (+)	Не имеют (+)
Необходимость обработки ОБКП для удаления	Не имеет (+)	Не имеет (+)	Имеется (-)	Имеется (-)

включений				
Законченность переработки ОБКП в продукт	Полная (+)	Полная (+)	Не полная (-)	Полная (+)
Необходимость утилизации продуктов переработки ОБКП	Нет (+)	Простая и надежная (+)	Нет (-)	На полимерной основе (?)
Простота и надежность конструкций технологического оборудования	Используется стандартное оборудование (+)	Простая и надежная (+)	Средней сложности, ненадежная (-)	Сложная и ненадежная (-)
Качество продукта переработки ОБКП	Удовлетворительное в ограниченной области применения (-)	Практически близко к требованиям ГОСТ 21822 (+)	Нестабильное качество (-)	Нестабильное качество (-)
Энергоемкость	Малоэнергосберегающая (+)	Энергоемкая (-)	Энергоемкая (-)	Энергоемкая (-)
Рентабельность	Рентабельная (+)	Рентабельная при особых условиях (+)	Нерентабельная (-)	Нерентабельная (-)
Готовность к промышленному производству	Опытно-промышленное производство (-)	Опытно-промышленное производство (-)	Экспериментальное производство (-)	Экспериментальное производство (-)

По первому критерию количество операций переработки ОБКП преимущественно имеет технология непосредственного использования кровельных нарезок в дорожных покрытиях, которая не требует никаких операций по переработке ОБКП. При этом используется стандартная дорожная техника и не требуется никаких затрат на создание оборудования для переработки ОБКП. Две другие технологии предусматривают в основном по одной операции, а именно: выплавления и измельчения. Технологии переработки ОБКП в строительные материалы - сложные процессы, требующие нескольких операций, в том числе, измельчения, выплавления, прессования и т.п. По этому критерию три технологии оцениваются положительно (знаком +), а технология переработки - отрицательно (знаком -).

По второму критерию - точности формы и размеров ОБКП к технологии непосредственного использования нарезок предъявляются особые требования, так как от формы и размеров ОБКП, особенно толщины, зависит качество дорожного покрытия и трудоемкость дорожных работ. К точности формы и размеров ОБКП для их переработки особых требований не предъявляется. Соответствующие оценки технологиям указаны в таблице.

По третьему критерию - необходимость обработки ОБКП для удаления включений имеют технологии использования нарезок в дорожных покрытиях и выплавления битума. Инородные включения (песок, гравий и т.п.) приглаживаются катками и служат арматурой в дорожных покрытиях. При выплавлении битума инородные включения периодически извлекаются из котлов. Перед механическим измельчением и переработкой в строительные материалы необходимо удаление включений, так как они могут привести к поломке оборудования (мельниц, прессов и т.п.), вызвать неоднородность массы и брак в производстве материалов.

По критерию законченность переработки ОБКП в продукт отрицательная оценка дается только технологиям измельчения, так как порошок не является

продуктом, а только переделом в технологиях, в основном, производства материалов.

По следующему критерию - необходимость утилизации отходов переработки ОБКП возникает при выплавлении битума и при переработке ОБКП в строительные материалы. В первом случае не решена проблема утилизации основы из полимеров. Во втором случае ОБКП с основой из полимеров, как правило, не подлежат переработке.

По критерию простоты и надежности конструкции технологического оборудования технологии оцениваются следующим образом.

При использовании ОБКП в дорожных покрытиях применяются, как было отмечено, стандартное дорожное оборудование.

Для выплавления битума применяется оборудование простых конструкций, это емкости (котлы, баки, резервуары), в которые подается теплоноситель.

Для измельчения ОБКП конструируются машины (мельницы, дробилки) средней сложности и поэтому не менее надежные.

Для переработки ОБКП в строительные материалы применяются сложные многоагрегатные технологические линии, в состав которых входят и машины для измельчения ОБКП.

Соответствующие оценки технологиям приведены в таблице.

По критерию качества продукта переработки ОБКП положительно может быть оценена только технология выплавления битума.

Качество дорожных покрытий с использованием ОБКП приемлемо в ограниченной области: автомобильные дороги IV и V категории, пешеходные дорожки, площадки, и требует дополнительных исследований. Такие покрытия возможно применять как альтернативу бездорожью.

Качество порошка строительных материалов из ОБКП нестабильное, вследствие неоднородности исходного сырья, механического и химического состава ОБКП. Качество таких материалов сложно регулировать, нормировать и контролировать.

Нестабильное качество строительных материалов из ОБКП одна из причин того, что эти технологии не получили широкого внедрения.

Качество выплавляемого из ОБКП битума мало зависит от качества исходного сырья. Основа ОБКП и посторонние включения отделяются от битума. Качество выплавленного битума требует дополнительной доводки до требований ГОСТ 21822.

Критерий энергоемкости технологий один из важнейших, т.к. энергоемкость предопределяет экономические показатели (себестоимость, рентабельность и окупаемость затрат). Все технологии переработки ОБКП в принципе энергоемки. На переработку одной тонны ОБКП требуется не менее 100 кВт/ч электроэнергии. Особенность технологии выплавления состоит в том, что куски кровельных нарезок необходимо нагреть до температур 140-200°C. Данный процесс не представляет технической сложности. Следующий этап - очистка жидкого битума от механических примесей, в целом также известен как один из существующих технологических процессов обработки битумов при производстве кровельных материалов. Следовательно, выплавить битум из ОБКП технически несложно, но требует определенных экономических и энергетических затрат.

Рентабельность является обобщенным критерием эффективности рассматриваемых технологий. Нерентабельность технологий измельчения ОБКП и переработки их в строительные материалы обусловлена относительно низким качеством продукции и большой энергоемкостью процессов. Технологию выплавления битума можно считать более рентабельной, так как при переработке ОБКП получается битумная мастика, которую в дальнейшем возможно использовать как сырье.

Последний критерий - готовность к промышленному производству, характеризует состояние разработки технологии.

В промышленных установках по переработке нефтепродуктов и выпуску битумосодержащих материалов, в том числе кровельных, отработана и широко

применяется технология нагрева битума электрическими нагревателями. Для выплавления битума из ОБКП этим способом дополнительно требуется использовать часть технологии переработки ОБКП с использованием пара мусоросжигательных заводов, а именно, в части расплавления нарезок кровли в ванне с горячим битумом. Отделение механических включений от жидкого битума не представляет технической сложности. В такой комбинации технологию можно считать частично отработанной и требующей минимальных доводок. Требуется решить вопрос по отжиму от остатков битума и утилизации остающейся синтетической основы.

Выплавление битума из ОБКП в ванной с горячим битумом повышает производительность установки за счет применения битумного насоса, который перемешивает выплавляемый битум и способствует интенсификации процесса (по предварительным расчетам до 3 т в смену). Повышенный выход битума при этой технологии (до 65%) объясняется не только интенсификацией процесса, но и вертикальным, с зазорами 1-2 см, расположением в кассете нарезок ОБКП, что не позволяет им слипаться в комок.

В условиях с использованием горячего воздуха применяются печи на твердом топливе незамкнутого цикла, что характеризует их средний технический уровень.

Технология с использованием инфракрасного излучения соответствует современному уровню техники, но отработана только в опытно-промышленном производстве. Она имеет высокую эффективность и перспективу практического применения. Для использования этого способа переработки ОБКП необходимо решить следующие технические задачи: выделение основы из битума, повышение надежности инфракрасных облучателей, решение вопроса пожаробезопасности, обеспечение непрерывности процесса подачи и выплавления битума из ОБКП. Требуется проведение научных изысканий и производство опытно-промышленной установки.

Качество выплавленного битума в технологиях с использованием ванны с горячим битумом и инфракрасных излучений позволяют при введении дополнительных добавок получить битумную массу, удовлетворяющую требованиям ГОСТ 21822. Для возможности сравнения этих технологий между собой требуется провести дополнительные исследования по практическому выплавлению битума из ОБКП инфракрасным излучением и по результатам исследования сравнить технико-экономические показатели данных методов.

Экологическую безопасность обеспечивает технология с использованием пара. Замеры показали, что концентрация загрязняющих веществ в рабочей зоне по данной технологии не превышает установленные нормы. Также эти нормы соблюдаются при использовании известных технологий нагрева битумов, применяемых в настоящее время промышленностью. В технологии с использованием горячего воздуха печь на твердом топливе дымит с выбросами СО и СО₂. Экологическая безопасность установки с использованием инфракрасных излучений не проводилась, но по предварительным расчетам должна соответствовать требуемым нормам.

Относительная стоимость (цена) выплавленного битума от стоимости естественного битума, например, марки БН 70/30, при насыщенности рынка оценивается до 70%.

Из-за высокой себестоимости процесса выплавления битума из кровельных отходов рентабельность производства может быть увеличена только за счет использования имеющихся на данном предприятии источников энергии - сжигания части битума для получения электроэнергии.

Из сравнения технологий выплавление битума по рассмотренным показателям следует, что наиболее перспективными являются технологии с использованием в качестве энергоносителя электрической энергии (табл. 7).

Таблица 7

Сравнение технологии выплавления битума из ОБКП

Показатели	В	суще-	С	использо-	С использо-	С использо-
------------	---	-------	---	-----------	-------------	-------------

	ствующих битумоварочных котлах и резервуарах	нием пара мусоросжигательных заводов	ванием инфракрасных излучений	ванием горячего воздуха
Технический уровень механизации и автоматизации производства, надежности, экологической защиты	Высокий (+)	Средний (-)	Высокий (+)	Низкий (-)
Производительность В смену переработки ОБКП, т	до 5-7	1,0	до 5	1,4
Выход вторичного битума, %	40	65	65	40-50
Качество выплавленного битума	Нет данных	Возможно улучшение до требований ГОСТ 21822	Возможно улучшение до требований ГОСТ 21822	Возможно улучшение до требований ГОСТ 21822
Экологическая безопасность	Концентрация загрязняющих веществ не превышает нормы	Концентрация загрязняющих веществ не превышает нормы	Концентрация загрязняющих веществ не превышает нормы	Выброс СО и СО ₂
Экономические показатели: - относительная стоимость и цена выплав-	Нет данных Нет данных Нет данных	до 70 R < 1 Нет данных	до 70 R < 1 Нет данных	ДО 70 R < 1 Нет данных

ленного битума от стоимости битума БН 70/30 (4000 руб./т), %; - рентабель- ность, R; - окупаемость инвестиций, лет				
---	--	--	--	--

Основные требования к разработке эффективных устройств заключаются в следующем:

- достижение местного и интенсивного разогрева материала;
- расположение источников тепловой энергии вне зоны разогреваемого материала;
- применение при разогреве материала теплопередающей поверхности из металлов, имеющих большой коэффициент теплопроводности, например, для алюминия и его сплавов, из расчета 12-15 м² на 1 м³ разогреваемого материала;
- полная автоматизация процессов управления и контроля разогреваемого материала;
- компактность, незначительный вес и мобильность установки.

Данные рекомендации рассматриваются на примере опытно-промышленной установки, в состав технологического оборудования которой входят кассета с нарезками ОБКП и плавильный котел, оснащенный битумным насосом и крапом, приборами безопасности и контроля (манометр, термометр и т.п.).

Параметры, состав и количество технологического оборудования для установки предопределяются во многом технологией снятия с кровли ОБКП.

Эта технология, как известно, заключается в нарезании ручной машиной на кровле швов и отделении нарезок размером 1x1 м. Многолетняя практика кровельных работ подтверждает технологичность нарезки изношенного кро-

вельного покрытия на квадраты 1x1 м. Объем таких нарезок составляет около 80%, остальные нарезки (меньшего размера) образуются в местах примыканий.

Если ОБКП не перерабатываются, то загрузка их в автотранспорт производится навалом. При переработке ОБКП в плавильной установке их рекомендуется пакетировать, размещать в кассете на строительном объекте или непосредственно перед загрузкой в плавильный котел.

Характеристики битума и ОБКП, необходимые для расчетов, приведены ниже.

Битумы нефтяные кровельные (по ГОСТ 9548-60) имеют следующие характеристики.

Температура размягчения битума марки БНК-2 - 40°C

марки БНК-5- 90°C

Температура вспышки битума (не ниже)

марки БНК-2 и БНК-5 - 240°C

Расчетная температура разогрева - 160°C

Начало вспенивания битумов - 200°C

Начало процесса коксообразования - 300°C

Удельная теплоемкость битума при температуре, в ккал/кг, °C:

70-80°C - 0,35-0,40

100-120°C - 0,40-0,50

160-220°C - 0,50-0,56

Плотность битума при температуре 160°C - 1,1 т/м³

Теплопроводность битума при температуре 160°C - 0,15 ккал/м.ч.град

В кровельных отходах, подлежащих расплавлению, ориентировочно содержится (принимается для расчетов):

- воды - 10%

- твердых инородных включений (песок, стяжка, металл и др.) - 5%

Расчетный расход тепла при нагреве 1 т битума на 1°C - 400 ккал

Расчетный расход электроэнергии при нагреве 1т битума на 1°С - 0,465 кВт/ч

Расчетный расход тепла и электроэнергии на обезвоживание 1 т битума (при исходной влажности — 10%),

ккал - 54000

кВт/ч - 63

Ориентировочная поверхность теплопередающего коллектора для разогрева 1 м3 битума, 12-15 м².

Кассету (1) рекомендуется выполнить решетчатой с размером 200 мм, сваренную из арматуры диаметром 5 - мм (рис. 5). В кассете в вертикальном положении размещается 8 нарезок с размерами 1000х1000х100мм кровельных отходов (2) так, чтобы между ними был зазор (до 22 мм). Этот зазор создается и поддерживается с помощью двух шампуров (3). Две скобы (4) предназначены для строповки кассеты. Высота скоб - 500мм определена из условия, чтобы они были выше поверхности жидкого битума и ближе к отверстию котла для удобства строповки. На днище кассеты уложена мелкая стальная сетка (5) для сбора инородных включений с размером более 5 мм и плотностью более 1,1 кг/см³. Сетка имеет отбортовку высотой 100 мм.

Один из вариантов ручной строповки кассеты рекомендуется с помощью двухветвевое стропа, показан на рис. 6. В кассету (1) уложены нарезки (2).

Возможно отказаться от ручной строповки и применить автоматическую строповку одноветвевым стропом с помощью поворотного крюка (рис.7). Кассета (Г) в этом случае имеет вид корзины с ручкой, в которую укладываются нарезки (2). Поворотный крюк (3), управляемый дистанционно, осуществляет автоматическую строповку.

Установка кассеты в котел показана на рис. 8. Крышка котла снята. Кассета (1) устанавливается на упоры (2) с помощью двухветвевое стропа (3) с распоркой (4). Вид по А строповки приведен на рис. 6. Расстроповка осуществляется автоматически опусканием кранового крюка.

После выплавления битума из отходов выплавленный битум сливается, уровень его понижается до отметки (1) высотой 1021 мм (рис. 5.10).

Кассета с основой кровельного ковра (2) - картон, стеклоткань, извлекается из битума и вывешивается на 5-10 минут на отметке около 1150 мм так, чтобы оставшийся на кассете и основе битум стекал. Инородные включения (3) извлекаются вместе с кассетой.

При использовании битумного насоса происходит перекачка битума из одного котла в другой. Поэтому надобность вывешивания кассеты для слива остатков битума с кассеты и основы отпадает. Технологический процесс упрощается.

Обогрев котла (стенок котла, днища котла, сливного крана и битумопроводов с битумным насосом) должен быть предусмотрен. Рассматриваются варианты обогрева котла:

- с обогревом от пара;
- с обогревом электронагревателями.

При обогреве от пара встраивается регистр (змеевик), по трубам которого производится подвод и отвод теплоносителя.

В котел подается пар под давлением 0,6-0,8 мПа для поддержания температуры жидкого битума около 160°C.

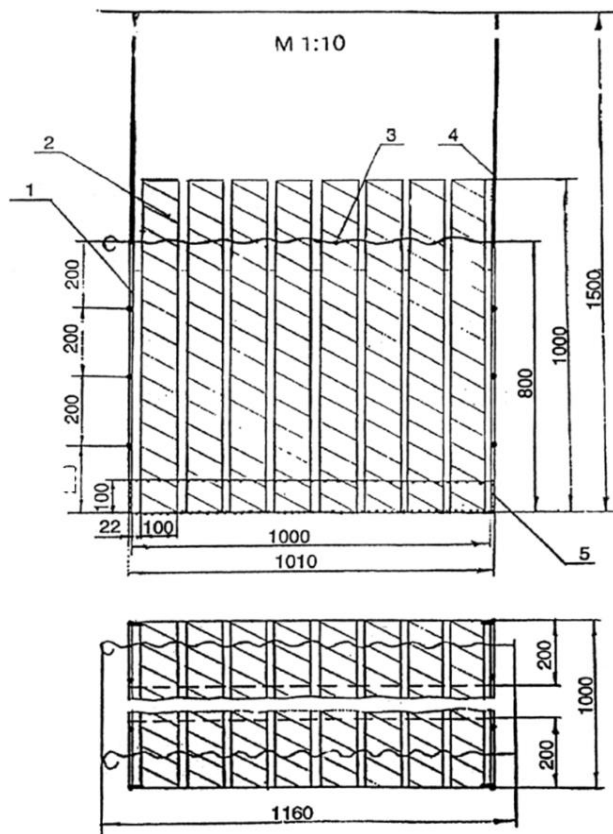


Рис. 5. Кассета с нарезками кровельных отходов
 1 - кассета; 2 - нарезка; 3 - шампур; 4 - скоба для строповки;
 5 - сетка для сбора инородных включений

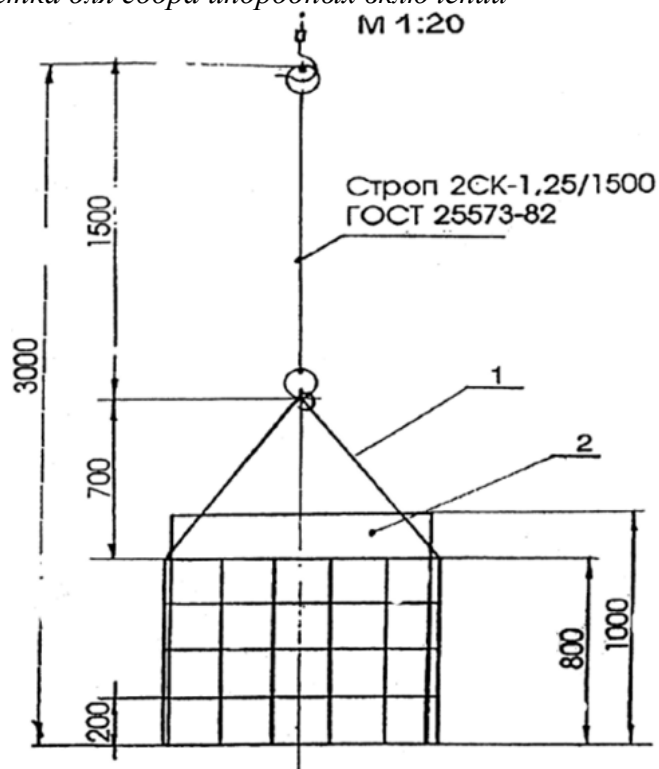


Рис. 6. Строповка кассеты двухветвевым стропом 1 - кассета; 2 - нарезка отходов

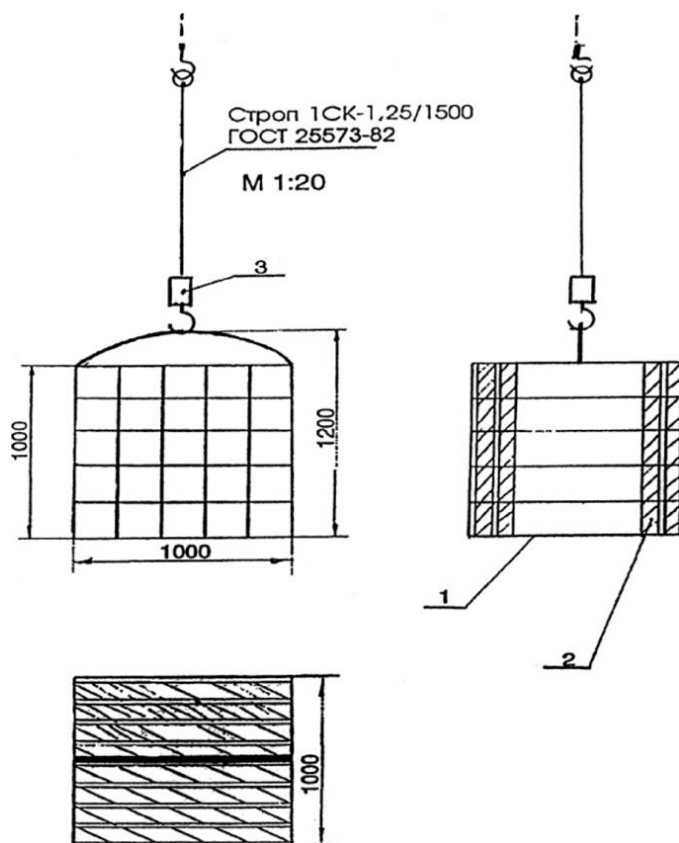


Рис. 7. Строповка кассеты одноветвевым стропом и поворотным крюком / - кассета; 2 - нарезка отходов; 3 - поворотный крюк

Расход пара для одного котла - 1-1,5 м³/ч

Схема котла с электронагревателями отличается от схемы котла с обогревом от пара тем, что вместо паровых регистров в корпус встраиваются электронагреватели.

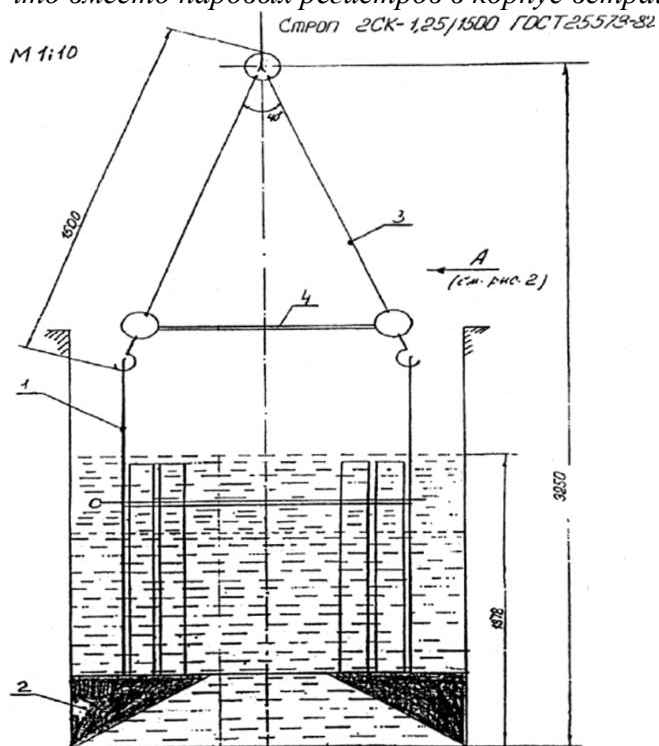


Рис. 8. Установка кассеты в котел
1 - кассета; 2 - упоры; 3 - строп; 4 - распорка

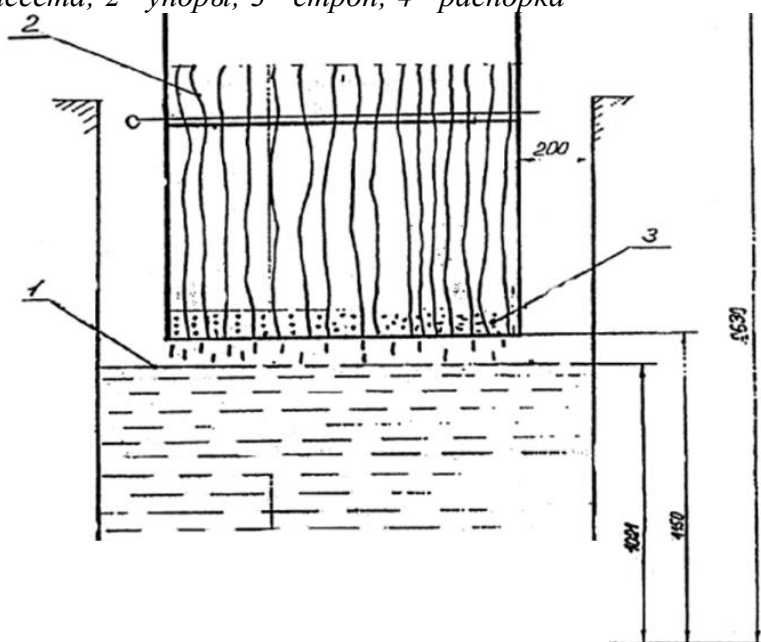


Рис. 9. Извлечение кассеты из битума и слив остатков битума
1 - уровень битума; 2 - основа; 3 - инородные включения

Битум, в отличие от дегтевых связующих, при любой длительности эксплуатации не теряет своих свойств (тем более, когда он находится между слоями рубероида) и может быть вторично использован в виде порошка как связующий материал. Порошковые битумы в сухом состоянии хорошо перемешиваются с различными наполнителями, полученные битумные смеси можно пластифицировать без разогрева, применяя органические растворители. Для строительных целей из порошков битумных кровельных отходов можно получать холодным способом различные пасты и мастики для гидроизоляции кровель и стен подземных конструкций. В качестве растворителей используют авиационный и экстракционный автомобильный бензины, бензин-растворитель, уайт-спирит, керосины тракторный и осветительный, соляровое масло и др. Затем в разбавленный битум добавляют наполнители холодных мастик: известь-пушонку, асбест, резиновую крошку и т.п. Измельченная вместе с битумом в порошок волокнистая основа рубероида обеспечивает армирование слоев мастики или пасты и придает им прочность и трещиностойкость. Такие мастики

удобны для применения в экстренных ситуациях, например, для быстрого устранения течи на кровлях без использования битуморазогревающих установок и вне зависимости от погодных условий. Кроме того, порошковый битум может быть рекомендован для производства теплоизоляционных литых смесей и сборных изделий. На 1 м³готавливаемой смеси требуется 1/3-1/4 общего объема измельченных в порошок битумосодержащих материалов. Варьируя долю порошкового битумного связующего в смесях, можно получать теплоизоляционные материалы с различными физикомеханическими и теплотехническими свойствами. Их целесообразно использовать для утепления колодцевых пространств в кирпичных стенах. Если же для этой цели применять горячие утепляющие битумные смеси, то будет не только обеспечена теплоизоляция стен, но и повысятся их прочностные свойства за счет сцепления расплавленного битума с внутренними поверхностями ограждения. Во время кладки кирпичных стен в зимнее время горячие теплоизоляционные битумные смеси длительное время могут сохранять аккумулированное тепло в теле конструкции и способствовать, таким образом, набору прочности цементным раствором.

Гидроизоляционные холодные смеси, а также теплоизоляционные смеси и изделия из битумных порошков готовят на известных технологических установках.

Широкие возможности по вторичному использованию порошковых битумных отходов представляются при реконструкции совмещенных кровельных покрытий. Битумные порошки могут служить исходным материалом в производстве теплоизоляционных смесей для дополнительного утепления покрытий, устройства стяжек.

Реконструкция совмещенных покрытий с их доутеплением должна осуществляться на захватках. Все работы (удаление старой кровли, укладка дополнительного слоя утеплителя, стяжки на кровли) следует обязательно завершать в течение 1-2 смен.

Горячие теплоизоляционные слои на битумном связующем укладывают по известным технологиям. Их ровность по скатам покрытий следует контролировать с помощью реек по маякам и геодезическими приборами. При этом можно устранить все ранее существовавшие на реконструируемом покрытии обратные уклоны и неровности. Поверхность такого слоя, обладая высокими адгезионными свойствами, послужит хорошим основанием для заново устраиваемой рулонной или мастичной кровли. Дополнительный теплоизоляционный слой на реконструируемых покрытиях может быть выполнен и из сборных плитных элементов, укладываемых насухо на существующую стяжку без подкладки перфорированных материалов. Но в любом случае диффузионная прослойка между стяжкой и плитным утеплителем должна быть связана с наружным воздухом для возможности водоудаления из основного утеплителя.

Из порошковых битумных кровельных отходов можно получать горячие и холодные асфальтовые смеси для восстановления внутриквартальных и дворовых проездов, площадок и тротуаров в городах и поселках.

Асфальт с содержанием битумных кровельных отходов облегчает дезактивацию асфальтированных дорог, поскольку снижает число взвешенных в воздухе аэрозолей.

Непосредственно в районах строительства с высоким радиационным фоном порошковые битумы могут быть использованы в производстве холодных мастик и паст для гидроизоляции внутренних стен и днищ могильников РВ. Слои из таких битумных порошков создадут надежное укрытие над буртами с радиоактивными материалами, конструкциями и т.п., позволят значительно снизить степень проникания РВ в грунтовые воды и распространения их в виде аэрозолей в воздухе. Земельные участки непосредственно у могильников или других объектов могут накапливать РВ и содержать их высокую дозу на поверхности и в толще почвы. В целях дезактивации рекомендуется нанести битумные порошки на зараженные РВ участки почвы и перепахать их на глубину

15-20 см. Порошковые битумы во влажной среде почвы будут вступать в химическую реакцию с РВ и нейтрализовать их.

Предлагаемые технологии и машина для переработки и утилизации битумных кровельных отходов могут представлять интерес не только для строителей и служб коммунального хозяйства, но и для эксплуатационников атомных электростанций и аналогичных производств.

Достоинства способа: получение порошка многоцелевого назначения, отсутствие отходов производства.

Недостатки способа: весьма высокая энергоемкость механического измельчения, неоднородность состава и низкое качество порошка из-за посторонних включений.

При производстве кровельных работ битум из ОБКП может найти следующее применение.

1. В соответствии с п.2.2.2 СНиП «Кровли. Нормы проектирования» и п.3.3.10 ТЕН КР-97 МО «Проектирование и строительство кровель», М, 1998 для обеспечения необходимой адгезии направляемых рулонных и мастичных кровельных материалов все поверхности основания из цементно-песчаного раствора и бетона должны быть огрунтованы грунтовочными холодными составами (праймерами), приготовленными из битума и керосина, взятых в соотношении 1:2 или 1:3 (по весу) или из имеющихся мастик, разбавленных растворителем или бензином в соотношении 1:2. Грунтовку (разжиженный керосином битум) наносят при помощи окрасочного распылителя или вручную кистью.

Грунтовка должна иметь прочное сцепление с основанием. Это достигается тем, что разжиженный битум хорошо проникает в поры цементно-песчаных стяжек и бетона. В проектах и сметах расход грунтовки для наклейки наплавленных материалов принимают - 0,8-1.0 кг/м².

В связи с большим объемом кровельных работ в Москве, в новом строительстве и производстве ремонтных работ, когда необходимо устраивать новую

цементно-песчаную стяжку и огрунтовывать ее, расход грунтовки может составлять 10-11 г.

Таким образом, вместо дорогостоящего битума, привозимого с завода для приготовления грунтовки (праймера), достаточно будет использовать битум, выплавленный из отходов старых снятых рулонных материалов, что значительно дешевле, а результат (сцепление кровельного материала с основанием) - достаточным.

2. Целесообразно применять выплавленный из отходов рулонных материалов битум для дорожного строительства на тех поверхностях оснований, где требуется проливка битумом. Область применения выплавляемого битума значительно увеличивается.

3. Физико-химический состав выплавляемого битума может быть восстановлен до требований ГОСТ 21822-76 и использован в любых областях строительства.

4. Так как грунтовочный материал можно заготавливать впрок, целесообразно организовать центральный узел на окраине Москвы для приготовления грунтовочного материала как для Москвы, так и Московской области, что будет выгодным для экономии природного битума.

Для приготовления грунтовки из такого материала потребуется в два раза меньше керосина.

5. Строители-кровельщики применяют разработанную во ВНИИСтройполимер кровельную битумно-латексную эмульсионную мастику БЛЭМ-20 (ТУ 21-27-76-88) и БЛЭМ-5. Эта мастика много лет успешно применяется как для устройства и ремонта кровель, так и для гидроизоляции плит повышенной заводской готовности. Расход мастики на 1 м² (2-3 слоя) - 5 кг.

6. Для устройства защитного слоя кровель из рулонных или мастичных материалов, когда на их поверхностях нет крупнозернистой посыпки, что на практике случается довольно часто, особенно при устройстве мастичных кровель, целесообразно защитные слои устраивать из раствора битума, полученного из

ОБКП. Битум разводится в растворителе (ксилол, толуол, керосин), добавляется 10-14% алюминиевой пудры ПАК-3 или ПАК-4 в качестве наполнителя. Общий расход защитного покрытия составляет 200 г/м².

7. Для устройства защитных слоев мастичных кровель и для окраски стальных кровель с алюминиевой пудрой применяют лак БТ-577 (ГОСТ 5631-79), представляющий собой раствор битума в органических растворителях (Уайт-спирит, сольвент, скипидар) с введением синтетических добавок и сиккатива. Целесообразно в качестве битума применять битум из ОБКП для приготовления новой модификации лака БТ-577.

8. Использование битума из ОБКП целесообразно для устройства оклеенной пароизоляции при наклейке рулонных материалов.

В кровельной промышленности продолжается изготовление кровельных битумосодержащих материалов. Для пропитки основы этих материалов пригоден битум с денитрацией 40-70 мм и 160-200 мм. Большая растяжимость для кровельных битумов не имеет решающего значения, т.к. возможность растяжения ограничена свойствами основного пропитываемого материала. Кровельная промышленность применяет каменноугольные дегти и пеки, нефтяной битум и асфальтовые гудроны. За рубежом применяют асфальтовые плиты, приготовляемые из песчаного асфальта путем прессования при высоком давлении.

В электротехнической промышленности битум применяется для изготовления кабельных масс, лаков и специальных высокоплавких изоляционных составов. Для изоляции проводов, кабелей применяют битумизированную бумагу или ленту. К применяемому в электротехнической промышленности битуму предъявляются специальные требования: полная нейтральность (отсутствие щелочей), малая вязкость в жидком состоянии (после расплавления), хорошее прилипание, малая электропроводность, малая усадка при охлаждении, водонепроницаемость.

В лакокрасочной промышленности используется битум маловязкий, с хорошей проницаемостью, устойчивый к кислотам и щелочам, без запаха, теплоустойчивый, имеющий блеск.

Все эти требования может удовлетворить битум из ОБКП.

В сельском хозяйстве битум применяется для гидроизоляции силосов.

Добавки битума используются при брикетировании угольной мелочи. Битум из ОБКП широко применяется для бытовых нужд при дачном строительстве.

Относительная прогнозируемая величина в процентах потребности в битуме:

- строительные (ремонтные) работы - 48
- промышленность строительных материалов - 12
- электротехническая промышленность - 8
- лакокрасочная промышленность - 5
- коммунальное хозяйство - 4
- сельское хозяйство - 3
- вагоностроение (изоляция) и металлургия (смазка) - 2
- метрополитен и железные дороги - 1,8
- гидросооружения - 1,3
- прочие - 14,9.

Практическая часть

1. Толщина кровельных нарезок, используемых в дорожной одежде

(?) 1-2см

(?) 10-12 см

(!) 5-8 см

(?) 3-4 см

2. Каким механизмом удаляют плавающую картонную основу при выплавлении битума?

- (!) автоматическим сепаратором
- (?) ситом
- (?) уловителем
- (?) магнитным сепаратором

3. Доля выплавленного битума от массы кровельных отходов

- (!) 65%
- (?) 50%
- (?) 45%
- (?) 80%

4. До какой температуры необходимо нагреть кровельные нарезки для выплавления битума?

- (?) 50-70 °С
- (?) 70-100 °С
- (?) 100-140 °С
- (!) 140-200 °С

5. Какой способ разогрева битума является наиболее эффективным?

- (?) паровой
- (!) электрический
- (?) горячим воздухом
- (?) инфракрасный

6. Какова ориентировочная поверхность теплопередающего коллектора для разогрева 1 м³ битума

- (!) 12-15 м²

(?) 2-5 м²

(?) 3-6 м²

(?) 7-9 м²

7. Под каким давлением подается пар в котел для поддержания температуры жидкого битума около 160°C?

(!) 0,6-0,8 мПа

(?) 0,8-0,9 мПа

(?) 1,0-1,3 мПа

(!) 1,4-1,6 мПа

8.. Какая технология не применяется для переработки ОБКП

(?) переработка ОБКП путем теплового выплавления битума

(?) механическое измельчение ОБКП в роторных мельницах

(!) переработка ОБКП прессованием

(?) непосредственно в строительные материалы