

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОЦЕЛЕВОЙ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ РД-2500ЛМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИТУМОСОДЕРЖАЩИХ КРОВЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ И РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ

In this paper, the experience of using rubber for asphalt concrete making is under analysis. Grounds are given for using cast asphalt concrete, containing rubber, in road-building. The version of process is proposed for making cast asphalt concrete, using rubber crumb, on the existing asphalt-mixing units. Rubber powder feeding system is developed for the mixing unit. Also, the nomogram is presented for determining the duration of cooling of cast hot bitumen-mineral or rubber-bitumen-mineral mixture, depending on the weather conditions (air temperature and wind speed). The equipment and process are described for processing and recycling of bitumen-containing wastes of roofing. For the purposes of increasing the effectiveness of bitumen-containing raw materials processing and energy consumption reduction, the external factors affecting the process are investigated. Values of water and surfactants consumption for bitumen making, determined as a result of experiments, are given.

Введение. В последние годы в развитых странах большое внимание уделяется проблеме использования отходов производства и потребления для получения сырьевых и энергетических ресурсов, что обусловлено возможностью сэкономить таким образом природные ресурсы, освободить большие площади земель, занимаемые полигонами складирования отходов.

Особый класс составляют отходы шинной промышленности, а также изношенные шины.

Резиновая крошка, которую получают из изношенных шин, применяется в резиновых смесях различного назначения, в том числе при изготовлении обуви, массивных шин, резиновых покрытий и пр.

В США, Франции, Австрии получены хорошие результаты по применению резиновой крошки в дорожных покрытиях: значительно увеличивается износ- и морозостойкость, снижается шумообразование, сокращается тормозной путь, увеличивается срок службы покрытия. При изготовлении резиноасфальта используют предварительно набухшую в сланцевом размягчителе резиновую крошку, которую в дальнейшем смешивают с вяжущим и с минеральными составляющими асфальтобетона.

Широкое применение резиновой крошки в дорожных покрытиях сдерживается более высокой по сравнению с обычным асфальтобетоном (на 10–100%) ценой резиноасфальта.

Преимущества литого асфальта при дорожно-ремонтных работах по сравнению с традиционно применяемыми уплотняемыми асфальтобетонами обусловлены особенностями структуры вышеназванного материала. Прежде всего, в застывшем состоянии литой асфальт не имеет воздушных пор, т. е. его водонасыщаемость практически равна нулю. А это, в свою очередь, предопределяет повышенную морозостойкость, сопротивляемость к старению, невосприимчивость к внешним воздействиям окружающей среды и долговечность. Материал

не нуждается в уплотнении катками, благодаря высокой температуре смеси при укладке достигается хорошая приживаемость литого асфальта к ремонтируемой поверхности. Можно еще добавить, что не требуется выполнять подгрунтовку кромок выбоины нефтебитумом, а сам ремонт производится в короткие сроки в сочетании с минимальными ограничениями для движения транспорта. Несмотря на то что литой асфальт содержит больше битума и доломитового минерального порошка и примерно на 20% дороже обычного асфальтобетона, отремонтированные им покрытия имеют многократно больший срок службы при любых транспортных нагрузках.

Долговечность новых дорожных покрытий из литого асфальта выше, чем долговечность покрытий из уплотняемого асфальтобетона в 2–2,6 раза, а срок их службы без ремонта достигает 40–45 лет. При текущем ремонте дорог преимущества литого асфальта являются еще большими, а в зимний период года применение его для указанных целей практически является безальтернативным.

В СТБ 1257-2001 наряду со смесями из новых сырьевых материалов рассматриваются смеси, получаемые непосредственно в варочных котлах из асфальтобетонного лома и добавок битумного вяжущего вещества. При этом, как показывают технико-экономические расчеты, приготовление литых горячих битумо-минеральных смесей в варочном котле с использованием асфальтобетонного лома обходится примерно на 30% дешевле, чем приготовление таких же смесей на АБЗ из новых сырьевых компонентов.

Основная часть. Производство литых горячих смесей или битумного вяжущего вещества включает следующие стадии:

– непосредственное приготовление на АБЗ литых горячих битумо-минеральных (резинобитумо-минеральных) смесей или горячих композиций битумного вяжущего вещества;

– транспортирование горячих смесей с постоянным перемешиванием и поддержанием постоянной температуры машиной РД-2500ЛМ к площадке с расставленными в одну линию металлическими формами;

– порционная выгрузка смесей из варочного котла в металлические формы;

– извлечение остывшей массы продукции из форм, упаковка каждой единичной массы в полиэтиленовый мешок, складирование готовой продукции в штабель или отгрузка в транспортное средство потребителя.

Холодный влажный песок и щебень подаются из соответствующих штабелей в секционные бункеры агрегата питания с помощью автопогрузчика. Из бункеров агрегата питания холодные и влажные песок и щебень непрерывно подаются с помощью питателей в определенных пропорциях на сборный ленточный конвейер, расположенный в нижней части агрегата питания. Со сборного конвейера материал поступает на наклонный ленточный конвейер, который загружает холодные и влажные песок и щебень в барабан сушильного агрегата. В барабане песок и щебень высушивают и нагревают до рабочей температуры вследствие сжигания жидкого или газообраз-

ного топлива в топочном отделении сушильного агрегата. Газы и пыль, образующиеся при сжигании топлива и просушивании минерального материала, поступают в блок циклонов, в котором пыль осаждается. Неосажденная тонкая пыль улавливается мокрым пылеуловителем и удаляется в виде шлама. Нагретые до требуемой температуры песок и щебень поступают в сушильный барабан на «горячий» элеватор, который подает их в сортировочное устройство смесительного агрегата. Сортировочное устройство разделяет материалы на фракции по размерам зерен и подает их в бункеры-накопители горячих материалов. Из этих бункеров различные фракции песка и щебня поступают в весовой бункер-дозатор, а оттуда в лопастную мешалку смесителя.

Минеральный порошок подается с помощью шнека из агрегата минерального порошка в весовой бункер-дозатор, а затем из последнего в смеси с фракциями щебня и песка при открывании затвора поступает на перемешивание в смеситель.

Резиновый порошок при производстве резинобитумо-минеральных смесей подается в смеситель по принципиальной схеме, приведенной на рис. 1.

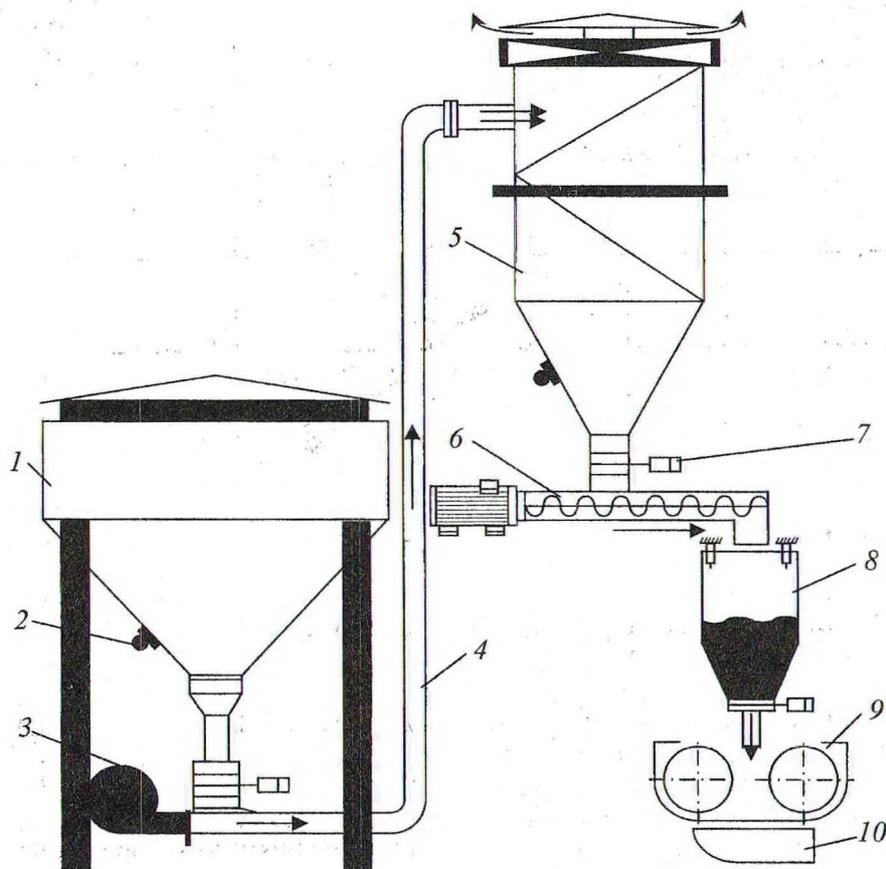


Рис. 1. Принципиальная схема подачи резинового порошка при производстве литых горячих резинобитумо-минеральных смесей:

1 – бункер для хранения резиновой крошки; 2 – вибратор; 3 – вентилятор; 4 – трубопровод; 5 – бункер-питатель; 6 – шнековый конвейер; 7 – шибер; 8 – весовая площадка; 9 – смеситель; 10 – скип

Нефтяной битум, разогретый в хранилище до жидкотекучего состояния, с помощью нагревательно-перекачивающего агрегата подается в расходную битумную емкость, в которой обезвоживается и нагревается до рабочей температуры. Далее нефтяной битум из указанной емкости по битумопроводу поступает к смесительному агрегату, где дозируется по объему и последним из компонентов вводится в смеситель.

Все компоненты, поданные в смеситель, подвергаются «сухому» (без битума), а затем «мокрому» (с битумом) перемешиванию. После этого готовая литая горячая битумо-минеральная смесь или битумное вяжущее вещество загружается в варочный котел машины РД-2500ЛМ.

Управление асфальтосмесительными установками и процессом приготовления битумо-минеральной смеси осуществляется из кабины.

После загрузки приготовленным материалом машина РД-2500ЛМ следует к площадке, на которой установлены металлические формы.

Транспортируемый колесным трактором МТЗ-80/82 варочный котел РД-2500ЛМ движется с малой скоростью над составленными в продольный ряд металлическими формами размера 300×370×150 мм, и обслуживающий персонал производит заполнение указанных форм, заранее обработанных антиадгезивом, литой продукцией, стекающей из варочного котла по специальному лотку с шиберной заслонкой.

После завершения вышеназванной технологической операции заполненные формы оставляют на том же месте на время, необходимое для остывания материала и рассчитанное по номограмме (рис. 2).

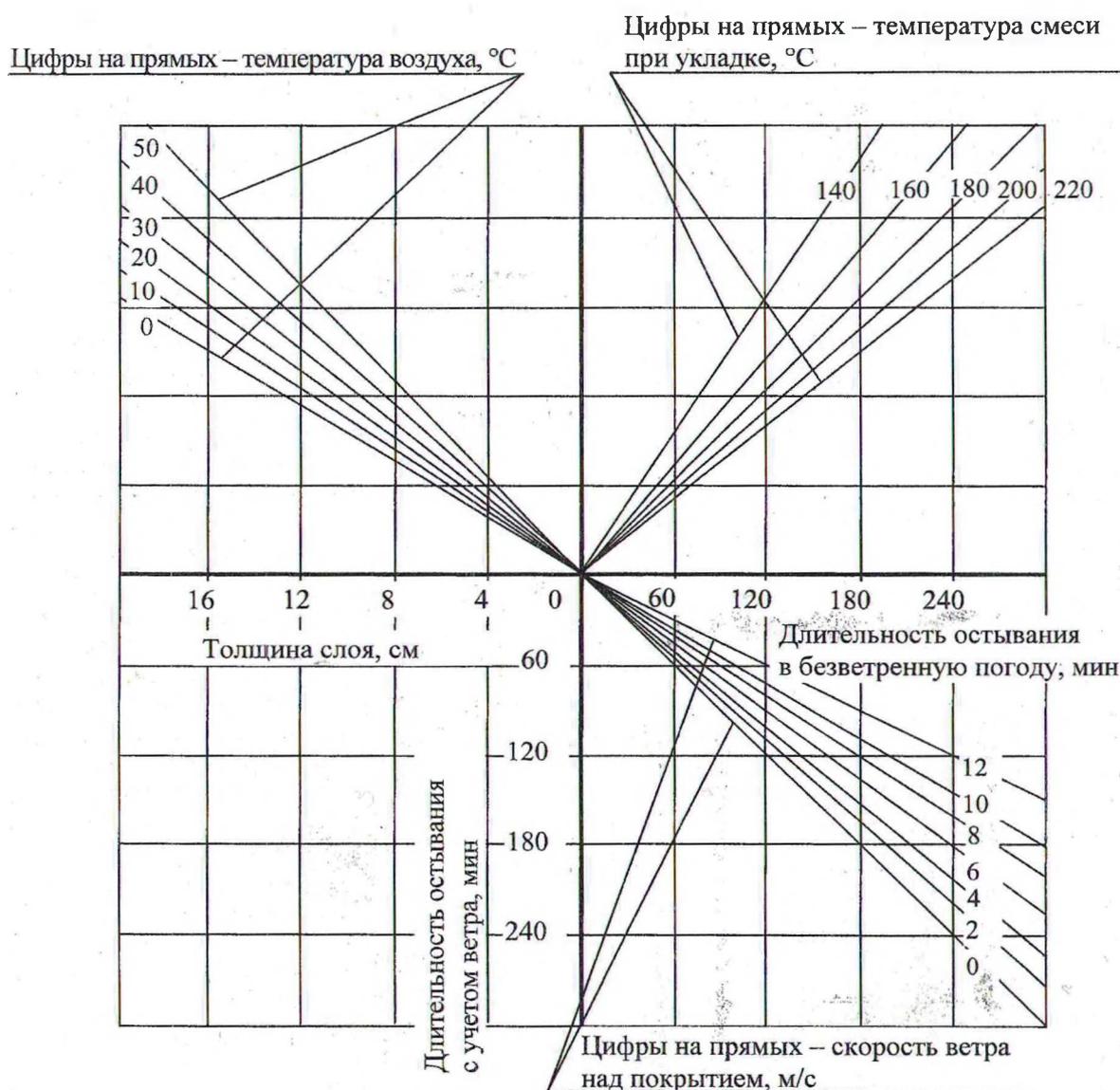


Рис. 2. Номограмма для определения длительности остывания литой горячей битумо-минеральной (резинобитумо-минеральной) смеси или битумного вяжущего вещества, заполненных в металлические формы

В дальнейшем остывший материал выгружают из форм путем их переворачивания вверх дном, упаковывают вручную в полиэтиленовые мешки и складывают на расположенную рядом тележку-подъемник. Готовую продукцию с помощью тележки-подъемника далее доставляют на складское хранение (закрытое помещение или эстакада высотой 1,4 м, снабженная легким навесом) либо отгружают непосредственно в транспортное средство потребителя.

Размельчение и разделение компонентов из битумосодержащих кровельных отходов (по технологической схеме ООО «Олимп-дизайн», г. Калининград, РФ) в наиболее общем случае включает предварительную нарезку пластов данного вторичного сырья на отдельные фрагменты, соизмеримые с загрузочным отверстием камеры измельчителя, подачу указанных фрагментов сырья в камеру измельчителя, измельчение их тупыми вращающимися ножами, сортировку измельченного материала на битумный порошок и битумизированный картон в специальной установке технологической линии.

С целью снижения себестоимости переработки битумных рулонных материалов при температуре окружающей среды более 10°C и улучшения условий труда производственно-технического персонала на стадии измельчения сырья в него вводят воду в количестве 1–15% от массы перерабатываемого материала, при этом обеспечивают высокоскоростное вращение ножей для создания мелкокапельного тумана, обволакивающего дробимый материал, что исключает его налипание на внутренние поверхности камеры измельчителя, улавливают образующийся в процессе измельчения пылевидный битум, который в последующем объединяют вместе с битумным порошком.

В воде может быть растворено моющее средство. Воду или раствор моющих средств добавляют для того, чтобы устранить налипание битумного материала, которое появляется при температурах свыше 10°C. Известно, что уменьшить налипание можно лиофобизацией поверхности, т. е. ослаблением молекулярного взаимодействия соприкасающихся поверхностей. Для этой цели используют воду или различные поверхностно-активные вещества (ПАВ). ПАВ адсорбируется из раствора на поверхности битумного материала, измельчителей и камеры измельчения и приводит к облегчению работы установки и стабильности всего технологического процесса. Моющие средства, которые применяются для добавления в воду, содержат ПАВ.

Предлагаемый способ позволяет проводить работы по утилизации битумных кровельных

материалов круглый год, одновременно значительно уменьшая энергоемкость всего процесса переработки. Добавки воды или растворов моющих средств не оказывают негативного воздействия на конечные продукты и не изменяют их потребительских свойств. В то же время эти добавки значительно облегчают процесс измельчения, улучшая работу измельчительных инструментов, а также улучшаются условия работы обслуживающего персонала, так как запыленность окружающей среды уменьшается.

Отделенный битумный порошок подают в битумоплавильную установку, где при переплавке битума происходит выпаривание влаги. Кроме того, пылевидный битум улавливается из воздушного потока, поступающего после сортировки, и направляется вместе с битумным порошком на переплавку. Способ переработки битумных кровельных материалов запатентован в Российской Федерации в качестве изобретения RU 2 251 456 C1 (МПК7 В 02 С 19/12) с приоритетом от 20.10.2003 г.

Схема установки, позволяющей осуществлять переработку битумных кровельных материалов по описанному выше способу, приведена на рис. 3.

Конкретный пример осуществления способа.

Пласты старого рубероидного покрытия подвергают нарезке на станке 1 с пильным диском на куски размером примерно 300×300 мм. На ленточном конвейере 2 разрезанные куски подаются в приемную горловину измельчителя 3, в котором они механически разбиваются и измельчаются вращающимися тупыми ножами. Масса обрабатываемого материала в производственном цикле может составлять до 2 т. Одновременно в измельчитель из емкости 4 насосом 5 по трубопроводу 6 подается вода. От высокоскоростного вращения ножей в измельчителе вода превращается в мелкокапельный туман, который обволакивает дробимый материал, исключая его налипание на внутренние поверхности камеры измельчителя.

Экспериментально установлена зависимость расхода воды от температуры окружающей среды. Результаты приведены в табл. 1.

Вышеприведенные данные соответствуют минимально необходимому количеству воды при определенной температуре для стабильного осуществления технологического процесса.

Уменьшение количества воды приводит к периодическому забиванию калибрующей сетки измельчителя, значительному увеличению времени на очистку и обслуживание, нестабильной работе и снижению производительности.

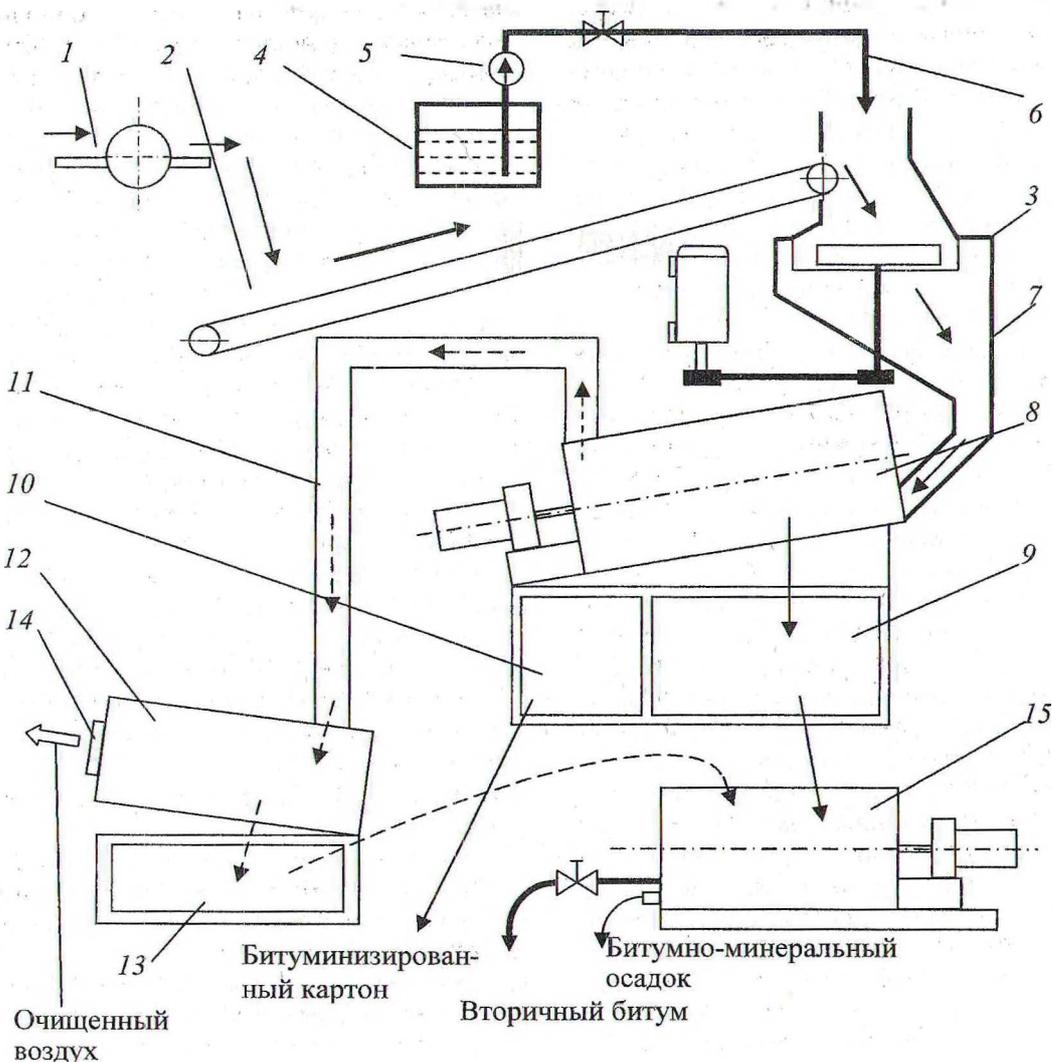


Рис. 3. Принципиальная схема установки по переработке битумосодержащих кровельных вторичных материалов

При температурах 40°C и выше значительно увеличивается расход воды, так как вязкость (твердость) битума резко уменьшается, а условия труда обслуживающего персонала ухудшаются и перестают соответствовать санитарным нормам. Поэтому осуществление технологического процесса при температурах выше 35°C нецелесообразно.

Добавление в воду моющего средства позволяет уменьшить количество воды, что и показано в табл. 2. Применение добавок моющего средства (например, использование моющего средства российского производства «Аист»), как видно из таблицы, позволяет уменьшить расход воды и, как следствие, снизить затраты на электроэнергию при последующей дегидратации при переплавке. При этом добавление незначительного количества моющих средств не оказывает негативного влияния на потребительские

свойства полученного битума. Увеличение концентрации моющего средства экономически необоснованно, так как технологический процесс стабильно протекает при указанных в таблице данных, что подтверждено многократными экспериментами.

Таблица 1
Расход воды в зависимости от температуры окружающей среды

Температура окружающей среды, °C	Расход воды, % от массы битумных материалов
10	—
11	1
15	3
20	5
25	8
30	12
35	15
40	25

Таблица 2

**Расход воды в зависимости
от температуры окружающей среды
и количества моющего средства**

Температура окружающей среды, °С	Расход воды, % от массы битумных материалов	Количество добавленного моющего средства, % от количества воды
10	–	–
11	0,9	0,15
15	2,7	0,3
20	4,5	0,45
25	7,2	0,6
30	10,8	0,85
35	13,5	1,0
40	25	1,5

Уменьшение количества раствора или его концентрации приводит к периодическому забиванию калибрующей сетки, значительному увеличению времени на очистку и обслуживание, нестабильной работе и снижению производительности.

Увеличение количества добавленного раствора по сравнению с табличными данными ведет к дополнительным энергетическим затратам на последующее выпаривание воды при переплавке.

Поступившие в измельчитель куски материала размельчаются ножами.

При ударе кусков о ножи происходит одновременно отделение покровной массы битума от картонной основы и превращение битума в мелкозернистый материал – битумный

порошок, а картонная основа разбивается на небольшие куски. Далее размельченный материал проходит через калибрующую сетку и самотеком за счет вертикального движения под своим весом и за счет воздушного потока, создаваемого вращающимися ножами, по кожуху 7 поступает внутрь вращающегося сита 8. На сите битум и картон разделяются на фракции, и битумный порошок накапливается в бункере 9, а битумизированный картон – в бункере 10. Пылевидный битум поступает с воздушным потоком по кожуху 11 в установку для сбора измельченного битума и накапливается в бункере 13. Очищенный воздух выходит наружу из патрубка 14. Битумный порошок загружается в битумоплавильную установку 15, где производится его переплавка и выпаривание воды. Готовый вторичный битум разливается в мешки или брикеты. После разлива битума из битумоплавильной установки сливается битумно-минеральный осадок.

Заключение. Предлагаемый способ переработки кровельных битумных материалов обеспечивает их 100%-ное вторичное использование.

В результате рециклинга получают следующие материалы:

- вторичный битум – 60%;
- битумизированный картон – 30%;
- битумно-минеральный осадок переплавки – 10%.

Предложенные выше способы переработки и вторичного использования битумосодержащих кровельных отходов и резиновой крошки позволяют гарантированно достигнуть экономического эффекта.