

ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ КАУЧУКОВ

¹Прошин И.А., ¹Горячева А.А., ¹Дярькин Р.А.

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный технологический университет», Пенза, Россия (440039, Пенза, проезд Байдукова/улица Гагарина, 1а/11), e-mail: penza-ruslan@mail.ru

Проблема переработки и утилизации накопленных техногенных отходов возрастает с каждым годом, что свидетельствует о несовершенстве технологий их утилизации и нерациональном использовании вторичных сырьевых ресурсов. Отходы синтетических каучуков, подлежащих утилизации (ОСКУ), являются одними из наиболее распространенных видов отходов производства и потребления, объемы использования которых, по сравнению с образованием, находятся на стабильно низком уровне. Статья посвящена поиску оптимальных технологических параметров, необходимых для наиболее эффективной утилизации отходов синтетических каучуков. Проведенные теоретические и практические экспериментальные исследования образцов гидроизоляционных материалов по критериям изготовления и измельчения ОСКУ позволили выявить и установить номинальные требования к технологическим процессам утилизации ОСКУ. Соблюдение последовательности утилизации ОСКУ согласно разработанной технологии и при заданных параметрах позволят достичь эффективных результатов процесса переработки.

Ключевые слова: отходы синтетических каучуков, утилизация, технологические решения, изоляционные материалы.

WASTE UTILIZATION TECHNOLOGY OF SYNTHETIC RUBBERS

¹Proshin I.A., ¹Goryacheva A.A., ¹Dyarkin R.A.

¹Penza State Technological University, Penza, Russia (440039, Penza, travel Baidukov/Gagarin street, 1a/11), e-mail: penza-ruslan@mail.ru

The problem of processing and disposal of accumulated industrial waste is increasing every year, which proves the imperfection of technologies for their utilization and irrational use of secondary raw materials. Waste of synthetic rubbers that are to be disposed (OSCU) are some of the most common types of waste production and consumption, usage patterns, which, in comparison with education, are stable at a low level. The article is devoted to the search of optimal technological parameters necessary for the most effective utilization of waste synthetic rubber. Theoretical and practical experimental research designs waterproofing materials according to the criteria of manufacturing and grinding OSCU, helped to identify and establish the nominal requirements for technological processes of disposal OSCU. Follow the sequences of OSCU recycling according to the developed technology and parameters allow you to achieve the most effective results recycling.

Keywords: waste synthetic rubber, recycling, technology solutions, insulating materials.

Утилизация продуктов переработки отходов синтетических каучуков предполагает применение в процессе изготовления ресурсосберегающих композиций из многокомпонентного вторичного сырья, связующих веществ и модифицирующих добавок, которые имеют свои установленные физико-химические показатели и сертификаты качества [3]. Качественным показателем разрабатываемого материала из ОСКУ является его долговечность и прочность, что позволяет использовать изоляционный материал по новому назначению – в основании полигона для размещения твердых бытовых отходов [2, 3].

В настоящее время, синтетические каучуки используются при изготовлении каучук содержащих материалов и изделий: уплотнений (звукоизоляции, гидроизоляции, шумоизоляции, электроизоляции), твёрдого топлива для космической отрасли, покрышек

(авиационных, автомобильных) и других изделий промышленного и хозяйственно-бытового назначения.

В настоящей статье предложены для рассмотрения следующие виды ОСКУ, образуемые в результате осуществления хозяйственной деятельности (организациями и населением) на урбанизированных территориях – это резиновые изделия, потерявшие потребительские свойства и покрышки отработанные.

Экспериментальным путем установлены физико-технические свойства продуктов переработки ОСКУ: потери массы ОСКУ после механического измельчения составили: покрышек отработанных – 10-12 %, резиновых изделий незагрязнённых – 9-11 %. Продукты переработки указанных отходов имеют в основном «многогранные» формы.

Предлагаемый к изготовлению по новой технологии изоляционный материал из продуктов переработки ОСКУ должен обладать установленным набором свойств: экологической безопасностью применения, высокой устойчивостью к воздействию атмосферных осадков, прочностью, длительным сроком эксплуатации и эстетичностью [1, 3].

Производственные операции технологического процесса изготовления изоляционных материалов состоят из следующих стадий:

- 1) подготовка ОСКУ к процессу утилизации;
- 2) выгрузка одного или нескольких видов (типов) отходов синтетических каучуков в бункер;
- 3) механическое дробление (измельчение) ОСКУ, с получением базовых и сопутствующих компонентов;
- 4) выкладка в формы базовых компонентов ОСКУ;
- 5) прессование при выявленных параметрах (времени, температуры и давлении);
- 6) обрезка и упаковка изоляционных материалов из продуктов переработки ОСКУ.

Описание технологической линии по изготовлению изоляционных материалов из отходов синтетических каучуков представлено на рис. 1.

Подбор технологического и вспомогательного оборудования осуществлялся исходя из литературных источников и результатов производственной апробации.

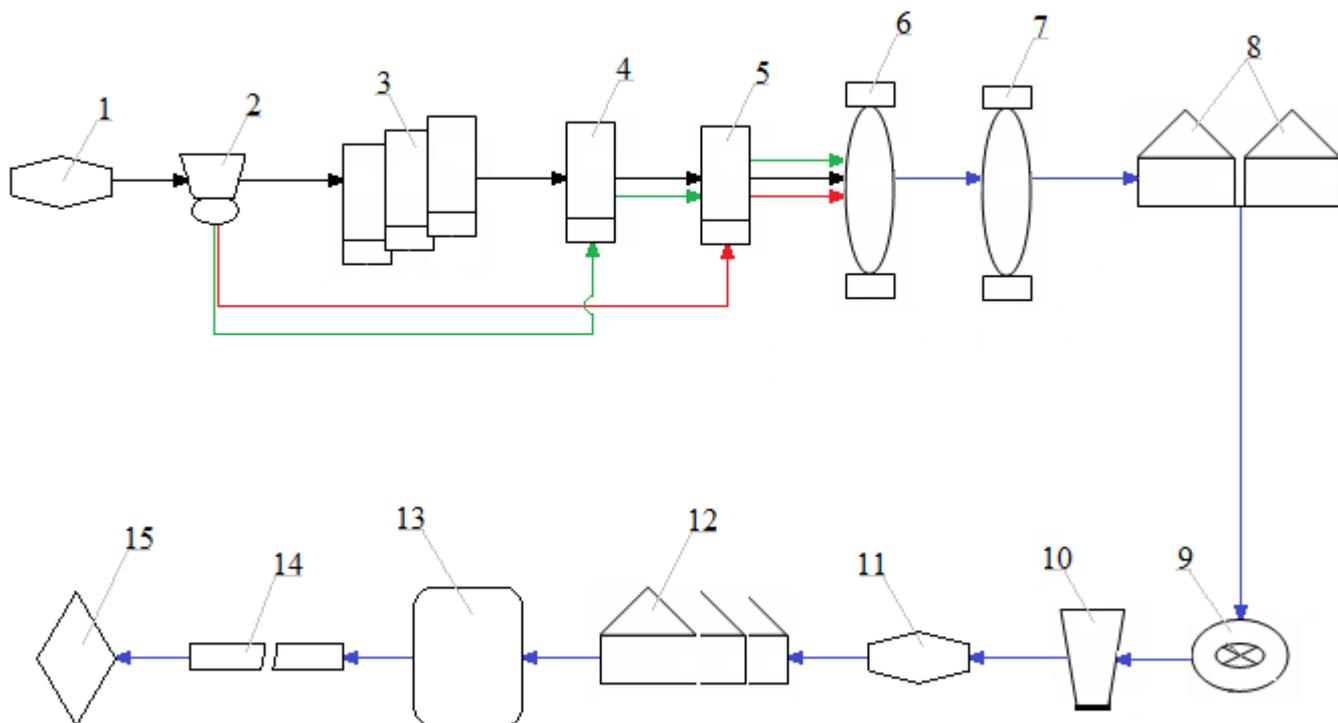


Рис. 1. Технологическая схема линии по изготовлению изоляционных материалов из ОСКУ: 1 – участок подготовки; 2 – бункер загрузки; 3 – ножевая многокаскадная дробилка; 4 – молотковая дробилка; 5 – тонкодисперсный измельчитель; 6 – гравитационный сепаратор; 7 – магнитный сепаратор; 8 – резервуар-накопитель для сопутствующих компонентов; 9 – виброрито; 10 – фасовочный бункер; 11 – участок подготовки связующих; 12 – система миксеров и укладки базовых компонентов; 13 – участок спекания; 14 – участок разреза; 15 – участок выхода материала

На участке подготовки (1) ОСКУ осуществляется их очищение от посторонних включений (мусора, масел, красок и т.д.) при помощи мини мойки. Посторонние включения размещаются в герметичные контейнеры, ёмкостью от 0,75 до 1,5 м³, в зависимости от вида включений, для последующей утилизации или временного накопления. Далее на специальной площадке отходы синтетических каучуков сортируются по типам, виду и размерному ряду. Затем, после подготовительного периода отходы синтетических каучуков выгружаются в бункер загрузки (2), ёмкостью 7 м³. После выгрузки ОСКУ поступают в установку предварительного механического измельчения – многокаскадную ножевую дробилку (3), в которой происходит последовательное размельчение до кусков размером 110x70x20 мм. Рекомендуемая авторами мощность дробилки составляет 28 кВт. Предварительно размельчённые ОСКУ направляются в молотковую дробилку (4), где происходит их доизмельчение до наиболее меньших (номинальных) размеров 15x25 мм. Мощность дробилки составляет 5 кВт.

При измельчении (дроблении) обрабатываемая в молотковой дробилке масса

разделяется на следующие базовые компоненты: резину, текстиль, металлолом и другие сопутствующие компоненты [2, 4]. Далее более крупные фракции ОСКУ подаются в тонкодисперсный измельчитель (5). Рекомендуемая мощность измельчителя составляет 5 кВт. На указанной стадии обработки осуществляется параллельное разделение остатков сопутствующих компонентов (пластика, металла, текстиля и кожи) при помощи гравитационного сепаратора (6), с различным процентным соотношением компонентов по выходу, исходя из видов и типов отходов синтетических каучуков. Мощность гравитационного сепаратора составляет 1,5 кВт. Затем металлические элементы отделяются при помощи магнитного сепаратора (7). Полученные сопутствующие компоненты удаляются в резервуар-накопитель (8). Между тем, очищенный каучуковый порошок подаётся на вибросито (9) для разделения на фракции – базовые компоненты продуктов переработки отходов синтетических каучуков (резиновая крошка фр. 0,5...1,2 мм; фр. 1,2 ...2,2 мм и фр. 2,2...3,2 мм, отправляемые в фасовочный бункер (10). Авторами не проводились исследования размерного ряда пластика, кожи, текстиля и других сопутствующих компонентов. Далее сопутствующие компоненты отправляются в герметичные контейнера временного накопления, в ёмкости по 0,75 м³ [3].

Полученная масса продуктов из отходов синтетических каучуков после переработки разбивается на полезные и бесполезные фракции.

В результате механического измельчения (дробления), получается выход продуктов переработки (полезных и бесполезных) ОСКУ в следующих соотношениях: резинового порошка (60-70 масс.%); металлолома (20-30 масс.%) и сопутствующих компонентов (10-20 масс.%), в зависимости от утилизируемых видов отходов синтетических каучуков. Установлено, что выход бесполезных продуктов после измельчения ОСКУ будет зависеть от энергоёмкости и степени переработки, т.е., чем меньше будет энергоёмкость и степень переработки, тем больше будет выход бесполезных продуктов.

Процесс утилизации продолжается на участке подготовки связующих (11), где ведётся работа по розливу и дозировке экологически безопасного полиуретанового клея (связующего) в системе миксеров и укладки базовых компонентов каучук содержащей (резиновой) крошки (12). Здесь происходит открытое (без применения давления и температуры) перемешивание базовых компонентов до состояния номинального распределения связующего по удельной поверхности каждой крошки (в течение 10-15 мин.) [3]. Предлагаемый авторами изоляционный материал из ОСКУ состоит из трёх слоев общей толщиной от 20 до 150 мм в зависимости от его предназначения. Первый, второй и третий слой изоляционного материала состоят из прессованных базовых компонентов резиновой крошки из ОСКУ фр. 2,2...3,2 мм, фр. 1,2...2,2 мм и фр. 0,5...1,2 мм соответственно, рис. 2.

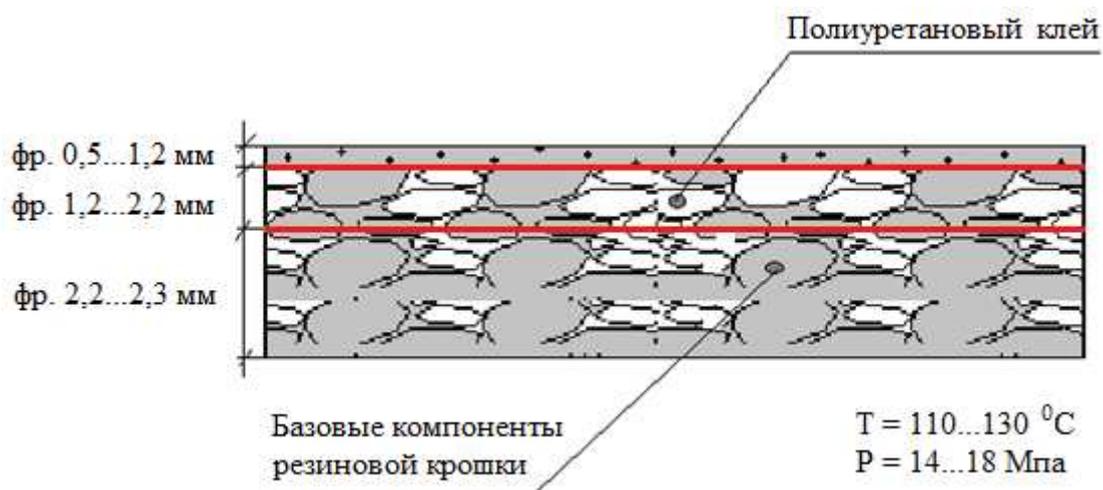


Рис. 2. Внешний вид строения изоляционного материала

Затем на участке спекания (13) осуществляется совместное прессование вышеуказанных базовых компонентов, при экспериментально установленных: температуре 110 -130 °С (на протяжении 7-9 мин.) и давлении 14..18 Мпа. В качестве прессы используется вальцовая установка усилием 20000 кН/м² [6]. Далее, на участке разреза (14) осуществляется разрез формовочных материалов «друг от друга» при помощи резака. Размеры получаемого материала будут зависеть от способов формования. Рекомендуемые авторами размеры, для удобства монтажа и транспортировки составляют 1,2 x 1,2 м. Затем на участке выхода полотна (15) осуществляются работы по упаковке и отгрузке материала при помощи гидравлического манипулятора на специальные стеллажи.

Используя различные режимы формования, установлены оптимальные технологические параметры изготовления изоляционного материала из ОСКУ: температура прессования $T = 130$ °С, давление прессования $P = 18$ Мпа, концентрация связующего $K_{св} = 27$ %, время формования материала $\tau = 9$ мин. Расход базовых компонентов на 1 м² для приготовления одного материала (толщиной 40 мм) при заданных условиях составит: 5,1 кг базовых компонентов из ОСКУ и 1,34 кг полиуретанового клея (связующего). Основным сырьевым базовым компонентом предложенного (изоляционного) материала из отходов синтетических каучуков является каучук содержащая крошка различных фракций. В качестве связующего для базовых компонентов каучук содержащей крошки из отходов синтетических каучуков, предлагается полиуретановый клей марки TOP-UR-E-PVC [2, 5].

Таким образом, проведён комплексный анализ способов утилизации отходов синтетических каучуков и в результате предложена технология их утилизации посредством переработки в изоляционные материалы с использованием полиуретановых связующих веществ. Выбраны рациональные технологические параметры изготовления изоляционных материалов. Предложенный изоляционный материал рекомендуется в качестве основного

слоя для полигона ТБО в виде противofильтрационного экрана.

Список литературы

1. Варшавский В.Я., Скворцов Л.С., Грачева Р.С. Новая технология измельчения промышленных отходов // Экология и промышленность России. – 2000. – С. 14 - 17.
2. Горячева А.А., Дярькин Р.А. Биотестирование отходов синтетических каучуков // Карельский научный журнал. – Тольятти: НП ОДПО «Институт направленного профессионального образования». – 2014. - № 4 (9). – С. 189-191.
3. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Материалы из резиновых и каучуковых отходов // Строительные материалы из отходов. – М.: Издательство «Феникс», 2007. С. 95 - 99.
4. Исфорт Г. Производственный процесс и окружающая среда. – М.: Прогресс, 1983. – С. 14-20.
5. Кривенко П.В. Утилизация и иммобилизация различных отходов // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1997. - № 5. – С. 62-66.
6. Коростелев А.Б., Быховская Е.Ю. Актуальные вопросы рециклинга, переработки отходов и чистых технологий // Цветные металлы. – 2007. - № 2. – С. 101-119.

Рецензенты:

Рыжаков В.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Техническое управление качеством», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза;

Михеев М.Ю., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Информационные технологии и системы», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза.