

Д. И. Чиркун, ассистент; С. В. Ярмолик, ассистент;
А. Э. Левданский, доцент; Э. И. Левданский, профессор

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ ПЛЕНКИ АКРИЛОНИТРИЛБУТАДИЕНСТИРОЛА С ПОЛИВИНИЛХЛОРИДОМ С ВКЛЮЧЕНИЯМИ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

In article materials on research of processes of preparation of the waste consisting from composition ABS + PVC and foamed polyurethane, for the purpose of their repeated processing are presented. The analysis of a problem of a reuse of production wastes above the specified polymeric materials is carried out. The expediency of introduction before process of pneumoclassification of a mix of polymers on separate components a stage detach films ABS + PVC from foamed polyurethane is proved. Results of joint experimental researches on processing of a mix of polymers on semiindustrial model detach cars and to division in the air gravitational qualifier are resulted. On the basis of skilled data optimum operating modes of the equipment are defined, taking into account requirements technological parametres are picked up for volume of a processed waste.

Введение. В настоящее время актуальность проблем, связанных с переработкой и утилизацией производственных отходов, не может вызывать сомнений, так как их решение имеет важное экономическое и экологическое значение [1].

Одним из отходов, образующихся в ходе основного производства на Осиповичском заводе автомобильных агрегатов, являются некондиционные пластины. Указанные пластины представляют собой двухкомпонентную смесь, состоящую из пленки смесевой композиции акрилонитрилбутадиенстирола (АБС) с поливинилхлоридом (ПВХ) и слоя на ней пенополиуретана (ППУ). Совместная переработка этих полимеров не представляется возможной, поэтому нами была разработана технологическая схема для разделения смеси на отдельные компоненты [2]. Это позволит предприятию повторно использовать пленку АБС + ПВХ для изготовления различных изделий и, естественно, снизить объем материала, идущего в отвал.

Апробация технологической схемы на полупромышленном оборудовании показала, что при оптимальных рабочих параметрах оборудования можно добиться глубины переработки отходов 50–55% и чистоты готового продукта 94–96%. Полученный результат был оценен руководством предприятия положительно, однако все же практически половину отходов необходимо будет направлять в отвалы. Поэтому возникла необходимость в дополнительных исследованиях процесса разделения отходов на отдельные компоненты с целью повышения, в первую очередь, глубины переработки отходов, а также качества конечных продуктов.

Основная часть. Основной технологической установкой в схеме разделения смеси отходов на компоненты является воздушный гравитационный классификатор с пересыпными конусами, разработанный на уровне изобретения сотрудниками кафедры механики материалов и

конструкций БГТУ. Исследования этого аппарата применительно к процессу отделения пленки АБС + ПВХ от включений ППУ позволили выявить некоторые проблемы, не позволяющие добиться достаточно высоких технико-экономических параметров оборудования.

Во-первых, расчетные скорости витания частиц АБС + ПВХ и ППУ достаточно близки между собой [2]. Хотя частицы этих полимеров значительно отличаются по плотности, но и их форма также различна: АБС + ПВХ – пленка, а частицы ППУ имеют форму, близкую к неправильной округлой или кубической. Поэтому при одинаковом эквивалентном диаметре частицы этих полимеров имеют сопоставимые массу и миделево сечение, что и объясняет схожесть их аэродинамического поведения в восходящем воздушном потоке. В результате обеспечить четкое разделение этих материалов по плотности в диапазоне крупности частиц от нуля до нескольких миллиметров оказалось весьма сложно.

Во-вторых, еще одной причиной низкой эффективности разделения смеси является наличие в ней частиц, представляющих собой сростки пленки АБС + ПВХ с ППУ. Содержание их в исходной массе отходов составляет от 8 до 16%. Естественно, поведение таких частиц в восходящем воздушном потоке практически непредсказуемо, и говорить о качественной классификации здесь не приходится.

Для решения данных проблем было предложено включить в технологическую схему разделения отходов после ножевой мельницы отслаивающую машину. Назначение отслаивающей машины заключается в расслоении сростков пленки АБС + ПВХ с ППУ, а также в дополнительном измельчении частиц ППУ с целью смещения дисперсного состава этой фракции в сторону более мелкого класса и обеспечения за счет этого ее гарантированного уноса с восходящим воздушным потоком в классификаторе.

Схематично устройство отслаивающей машины представлено на рис. 1.

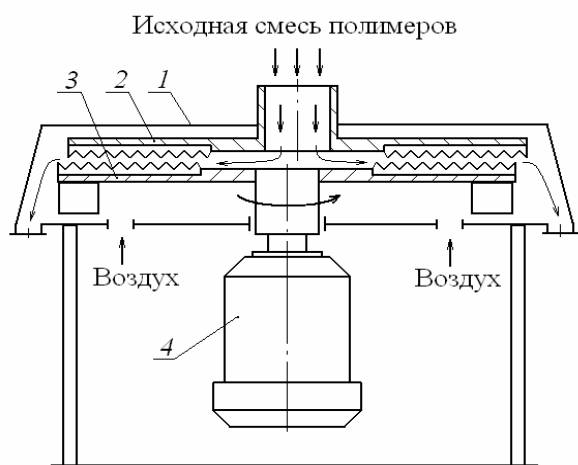


Рис. 1. Отслаивающая машина:
1 – корпус; 2 – неподвижный диск;
3 – вращающийся диск; 4 – электродвигатель

Основными рабочими органами отслаивающей машины являются два горизонтальных рельефных диска 1 и 2, установленных с эксцентриситетом друг относительно друга. Верхний диск неподвижен, а нижний приводится во вращение от электродвигателя 4. Для изменения зазора между дисками предусматривается возможность перемещения в вертикальном направлении верхнего неподвижного диска.

Рельефная поверхность дисков 1 и 2 имеет зубчатую форму. Величина угла при вершине зуба в машинах подобного типа зависит в основном от твердости и абразивных свойств обрабатываемого материала, может колебаться, как правило, в пределах от 60 до 150° [3]. В нашем случае обрабатываемые отходы имеют невысокую твердость и малоабразивны, поэтому, согласно рекомендациям [3], была принята величина угла при вершине зуба равная 90°.

При работе машины исходная смесь полимеров, подаваемая во внутреннюю полость агрегата, под действием центробежных сил перемещается в пространстве между дисками от центра вращения к периферии, при этом частицы материала подвергаются расслоению за счет раздавливающе-стирающего воздействия рельефной поверхности дисков. Помимо расслоения, частицы ППУ в зависимости от величины зазора между дисками дополнительно измельчаются до более мелких фракций, в то время как частицы пленки АБС + ПВХ имеют незначительную толщину и свободно проходят между дисками.

Для оценки эффективности работы отслаивающей машины были проведены ее экспериментальные исследования на полупромышленной модели, которая имела следующие

конструктивные параметры: диаметр отслаивающих дисков – 400 мм, диаметр корпуса – 480 мм. Привод нижнего рельефного диска осуществлялся электродвигателем с установленной мощностью 5,5 кВт.

Основными параметрами, влияющими на процесс отслаивания, являются величина зазора между дисками и частота вращения нижнего диска.

На рис. 2 представлены усредненные кривые полных проходов ППУ, полученные при различной величине зазора δ_d между рельефными дисками и частоте вращения нижнего диска $n_d = 1500$ об/мин.

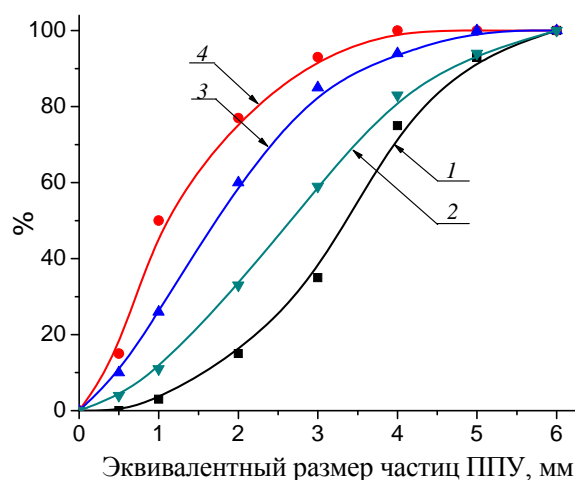


Рис. 2. Дисперсный состав ППУ при различной величине зазора δ_d между рельефными дисками:
1 – исходный продукт; 2 – $\delta_d = 2,5$ мм;
3 – $\delta_d = 2$ мм; 4 – $\delta_d = 1,5$ мм

Эксперименты показывают, что с уменьшением зазора между дисками крупность фракции ППУ существенно снижается, при этом в обработанном ППУ максимальный размер частиц уменьшается с 6 до 3,5–4 мм. Это оказывает положительный эффект при разделении пленки АБС + ПВХ от ППУ в воздушном гравитационном классификаторе, так как частицы меньшего размера имеют меньшие скорости витания и вероятность их уноса с газовым потоком существенно увеличивается.

Сросшихся частиц АБС + ПВХ пленки с ППУ после обработки отходов в отслаивающей машине уже при зазоре между дисками 2 мм практически не встречается (не более 1–2%). При увеличении зазора между дисками более 2 мм содержание сросшихся частиц резко увеличивается и уже при $\delta_d = 3,5$ –4 мм обработанный материал по составу не отличается от исходного.

Частота вращения нижнего диска в пределах от 500 до 1500 об/мин на дисперсный состав обрабатываемых продуктов и содержание сросшихся частиц практически не влияет.

От этого параметра существенно зависит производительность отслаивающей машины. Естественно, ее величина должна быть достаточной для обеспечения потребности предприятия в переработке скапливающихся отходов.

На рис. 3 представлены графические зависимости, отражающие влияние частоты вращения нижнего диска на производительность машины при различной величине зазора между отслаивающими дисками.

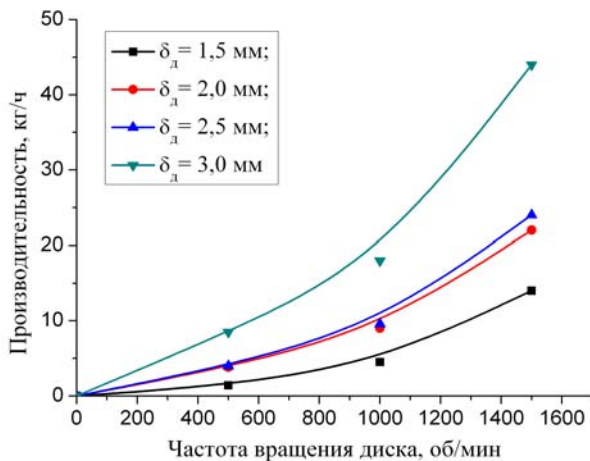


Рис. 3. Производительность отслаивающей машины

Опытные данные показывают, что с повышением частоты вращения диска производительность машины увеличивается, что объясняется ростом центробежных сил, действующих на материал. Вместе с тем снижение величины зазора между дисками приводит к падению производительности, так как уменьшается проходное сечение канала, по которому движется обрабатываемый материал.

Анализ результатов экспериментов, представленных на рис. 2, 3, показывает, что оптимальными параметрами отслаивающей машины с точки зрения обеспечения качества обработки отходов АБС + ПВХ с ППУ и производительности установки являются зазор между отслаивающими дисками 2 мм и частота вращения нижнего диска 1500 об/мин.

После обработки исходной смеси отходов АБС + ПВХ пленки с включениями ППУ в отслаивающей машине полученный материал подвергался разделению на отдельные компоненты в воздушном классификаторе. В результате было установлено, что чистота готового продукта практически не изменилась и составила 95–96%, а выход готового продукта относительно исходной массы отходов увеличился с 50–55 до 60–65%. Это объясняется тем, что в отслаивающей машине происходит своеобразное доизмельчение материала, поэтому нет необходимости в предварительном разделении материала после ножевой дробилки перед воздушной классификацией на два более узких класса крупности, один из которых (крупный) отводился в отходы.

Заключение. Внедрение отслаивающей машины в технологическую схему переработки отходов АБС + ПВХ пленки с включениями ППУ на компоненты позволило:

- существенно, на 10–15%, повысить выход пленки АБС + ПВХ и, тем самым, снизить объемы отходов, идущих в отвалы;
- отказаться от стадии предварительного разделения материала на два более узких класса крупности перед воздушной классификацией, что уменьшило количество единиц оборудования, необходимого для работы технологической линии.

Литература

1. Шаповалов, В. М. Многокомпонентные полимерные системы на основе вторичных материалов / В. М. Шаповалов, З. Л. Тартаковский. – Гомель: ИММС НАН Беларуси, 2003. – 262 с.
2. Разработка технологической схемы для разделения отходов АБС + ПВХ пленки с включениями ППУ на компоненты / С. В. Ярмолик [и др.] // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология орган. в-в. – 2007. – Вып. XV. – С. 117–121.
3. Андреев, С. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых / С. Е. Андреев, В. А. Перов, В. В. Зверевич. – М.: Недра, 1980. – 415 с.