

Михальян Д. В.
студент гр. Э-14м,
Долгих В. П.
асс. каф. ГЭМиО,
Левченко Э. П.
к.т.н., доц. каф. ЭиБЖД,
Тумин А. Н.
ст. преп. каф. ПГМ
ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР

ПЕРЕРАБОТКА РЕЗИНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ ИГЛОФРЕЗЕРОВАНИЯ

В настоящее время одним из самых плачевных результатов антропогенной деятельности человека является образование отходов, и в частности полимерных и резинотехнических [1].

Вышедшие из эксплуатации изношенные автошины являются источником длительного загрязнения окружающей среды по многим причинам [2]:

– не подвергаются биологическому разрушению (срок разложения покрышки в земле составляет более 100 лет);

– огнеопасны, в случае возгорания выделяют большое количество вредных токсичных веществ (пирен, фенантрен, антрацен (канцероген), флуорантен, а также в зависимости от условий горения — нафталин (канцероген), 2-метилнафталин, бифенил, аценафтилен (канцероген), флуорен (канцероген), аценафтен (канцероген), бензантрацен, хризен (канцероген), бензапирен (особо опасный канцероген), дибензантрацен (особо опасный канцероген) (пожары продолжительны, трудно погашаемы, сильно загрязняют атмосферный воздух, почвы, грунтовые воды);

– являются идеальным местом для размножения кровососущих насекомых, грызунов и служат источником инфекционных заболеваний;

– контакт автопокрышек с природными осадками и грунтовыми водами сопровождается вымыванием ряда токсичных органических соединений: дифениламина, дибутилфталата, фенантрена и другими, которые попадают в почву и мигрируют по водотокам на большие расстояния.

Одним из простых вариантов переработки резины является ее измельчение шлифовальным кругом, однако это приводит к засорению его пор мелкими частицами размягченной резины, вследствие ее температурного нагрева от сил трения.

Разработанный способ измельчения изношенных покрышек (рис. 1) [3] позволяет осуществлять их переработку абразивным материалом. Достижение отсутствия залипания пор позволяет применение в качестве абразивного материала иглофрезы.

При этом на упругодеформированную покрышку воздействуют абразивным кругом при его радиальной подаче, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности процесса измельчения, на покрышку дополнительно воздействуют иглофрезой, при этом величина радиальной подачи иглофрезы равна величине подачи круга, а ее врезание осуществляют раньше врезания круга.

Изношенную покрышку 1 с металлокордом подают по рольгангу к специальному захватному устройству, где ее подвергают упругой деформации (сжатию, либо расклиниванию относительно ее центра), при этом в покрышке 1 возникают значи-

тельные внутренние напряжения, что позволяет повысить производительность разрушения, так как предварительно напряженные тела требуют меньшей энергии для их разрушения. Предварительно иглофреза 2 установлена от оси покрышки 1 на 0,2–2 мм ближе, чем абразивный круг 3 от оси покрышки 1.

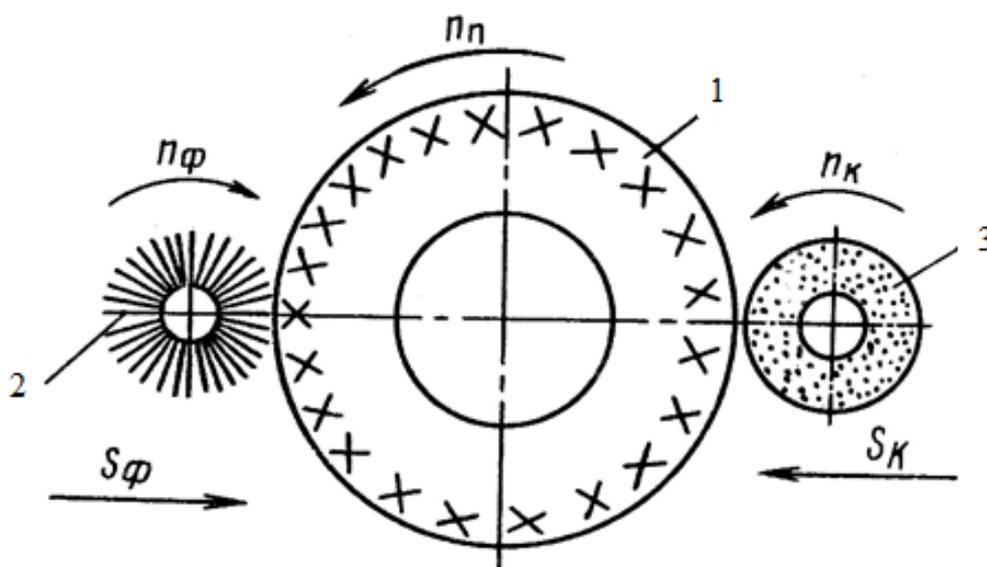
К вращающейся покрышке (n — частота вращения покрышки) подводят вращающуюся иглофрезу 2 и абразивный круг 3 (n_ϕ — частота вращения иглофрезы, (n_k — частота вращения круга); инструменты перекрывают покрышку по ширине. Величина подачи иглофрезы 2 в радиальном направлении n_ϕ равна подаче круга n_k , так что врезание иглофрезы 2 в покрышку 1 происходит на 0,2–2 мм раньше, чем круга 3.

Резина эффективно измельчается иглофрезой, а металлокорд абразивным кругом, причем не происходит засаливания круга резиной, поскольку круг врезается с отставанием от иглофрезы. Резина срезается иглофрезой до того, как круг будет срезать металлокорд.

При резании покрышки иглофрезой резина будет срезаться эффективно, а металлокорд будет отгибаться. Величина 0,2–2 мм, на которые иглофреза должна врезаться в покрышку раньше, чем круг обусловлена возможными физико-механическими свойствами покрышек с металлокордом. Уменьшение этой величины меньше 0,2 мм может привести к резанию резины также абразивным кругом из-за прогиба покрышки и засаливания круга, а увеличение ее больше 2 мм нецелесообразно из-за затруднения работы иглофрезы металлокордом.

Для снижения температуры в зоне резания можно проводить охлаждение, например, водой. Это будет исключать изменение физико-химических свойств резины. Процесс можно проводить при интенсивных режимах резания.

Из готового продукта металлическую стружку можно удалять от общей массы различными способами. Измельченный материал можно использовать как добавку к резиновым смесям при производстве новых изделий. Размеры измельченных частиц регулируются частотами вращения иглофрезы и абразивного круга, а также величиной их подачи.



1 — покрышка; 2 — иглофреза; 3 — шлифовальный круг

Рисунок 1 — Схема измельчения резины иглофрезой

Для проведения экспериментальных исследований использовались цилиндрические иглофрезы с наружным диаметром 125 мм, шириной 15 мм имеющие толщину проволочек игл: 0,20 мм; 0,15 мм и 2 мм.

По результатам испытаний было выявлено, что предельные размеры крупности полученного резинового порошка лежат находятся в диапазоне от 0,16 до 0,63 мм (табл. 1). С увеличением диаметра проволочки иглофрезы крупность производимой ею резиновой крошки увеличивается. Таким образом желаемый состав готового продукта можно регулировать толщиной игл. С увеличением жесткости проволочного набора производительность измельчения увеличивается, что связано возможностью обеспечения большей глубины врезания без нарушения целостности конструкции иглофрезы.

Таблица 1 — Гранулометрический состав измельченной крошки резины

| Размер отверстий сит, мм | 0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 |
|--------------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Количество фракций, % | | | | | | |
| Диаметр игл, мм | 2,0 | 82 | 17 | 1,0 | 0 | 0 |
| | 0,5 | 80,0 | 18 | 1,0 | 0,5 | 0,5 |
| | 0,2 | 55,0 | 31 | 5,0 | 2,0 | 1,0 |

Наиболее предпочтительным является вариант исполнения иглофрезы, имеющей диаметр игл от 0,8 до 1,5 мм, так как это дает возможность максимальной производительности процесса диспергирования резины при необходимом фракционном составе получаемого резинового порошка (до 0,9 мм).

Графические зависимости изучаемого процесса в виде суммарных характеристик резиновой крошки «по плюсу» от диаметра игольчатого ворса показаны на рисунке 2 [4].

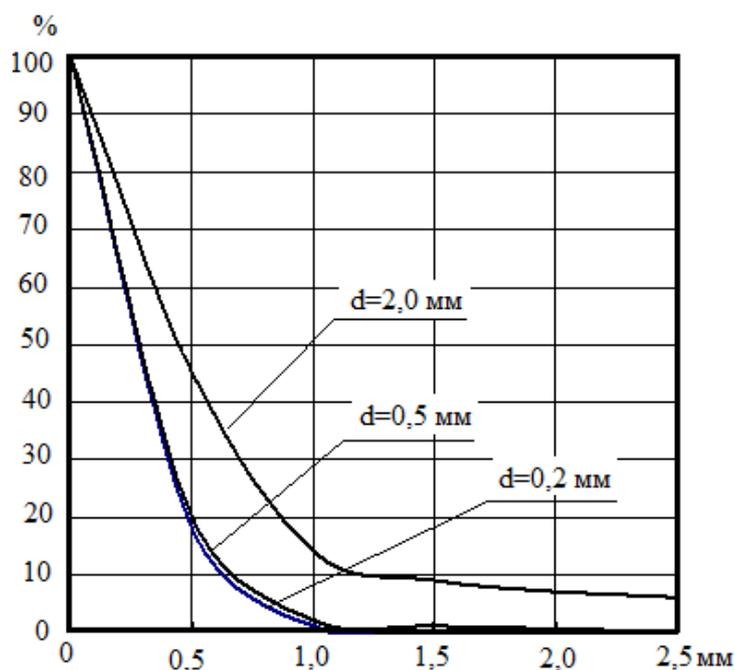


Рисунок 2 — Суммарная характеристика резиновой крошки «по плюсу»

Лучшая теплопроводная способность иглофрез, изготовленных из металлических материалов существенно, в отличие от шлифовальных кругов, обеспечивает более эффективный отвод тепла из зоны резания и снижает трение обрабатываемого инструмента о материал. Отделение резины от металла проволочного корда может осуществляться путем жидкостной или магнитной сепарации. Колебательные движения игольчатого набора, вследствие изгиба отдельных проволочек при внедрении в покрышку с последующим распрямлением при выходе из нее обеспечивают очищение от налипшей или застрявшей между проволочками частиц материала, что при использовании шлифовального круга не является возможным.

Получаемая резиновая крошка для ее последующей регенерации должна обладать размерами не более 1,0–1,2 мм. Для производства из нее полоненного сырья для резинотехнической промышленности происходит предварительная обработка шнековых экструдерах, где под действием жидкого химического размягчителя и температуры образуется продукт близкий к свойствам сырой резины, из которого изготавливаются различные изделия, в т. ч. конвейерная лента, штанги, резино-тканевые материалы и др.

В дальнейшем необходимо провести аналогичные исследования с помощью иглофрез с повышенным диаметром проволочного ворса, что может служить заделом для повышения производительности измельчения.

Библиографический список

1. Максименко, Ю. Л. Оценка воздействия на окружающую среду : пособие для практиков / Ю. Л. Максименко, И. Д. Горкина. — М. : НУМЦ Госкомэкологии России, 1997. — 117 с.
2. Закон № 399-З от 18 июля 2016 г. «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://energodoc.by/document/view?id=2817>.
3. А. с. СССР № 1698075 МПК В 29 В 17/00. Способ измельчения изношенных покрышек / Алтухов В. Н., Левченко Э. П., Мосягин Н. А., Шаповалова И. И. ; заявитель и патентообладатель Коммунарский горно-металлургический институт. — № 4790504/05 ; заявл. 12.02.90 ; опубл. 15.12.91, Бюл. № 46. — 2 с. : ил.
4. Левченко, Э. П. Перспективы измельчения отходов резины с целью получения полноценного сырья для регенерации / Э. П. Левченко, В. А. Новиков // Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. — СПб, 2003. — № 5 (65). — С. 102–105.