

2. Разновидности ортопедических стелек, критерии их выбора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://obuv.expert/ortopedicheskaya/210-stelki>. – Дата доступа: 31.08.2020.
3. Материалы, из которых делают стельки для обуви [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Stelki.in.ua](http://Stelki.in.ua), 2012-2020. URL: <https://stelki.in.ua/articles/material-dlya-stelek>. – Дата доступа: 31.08.2020.

УДК 628.4.034

**ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ  
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕГКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ**

*Токарь А.А., асп.*

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: экструзия, термопласт, реактопласт, полимер.

Реферат. *Целью работы является разработка технологии переработки отходов полимерных материалов (термореактивных и термопластичных полимеров), образующихся на предприятиях легкой промышленности Республики Беларусь методом экструзии. Метод исследования – теоретический анализ и обобщение научной литературы, проведение экспериментов. В данной работе рассмотрена возможность переработки отходов термопластичных и термореактивных полимерных материалов, используемых на предприятиях Республики Беларусь с применением методов экструзии. Предполагается измельчение и смешивание материалов различных групп. Термопластичные материалы применяются в качестве связующего компонента для термореактивных материалов в получаемых изделиях.*

Термопластичные полимерные материалы (такие как полиэтилен, полистирол, полипропилен) при нагреве расплавляются, а при охлаждении возвращаются в исходное состояние. Из-за данных свойств переработка отходов термопластов не вызывает затруднений. Применяются такие способы переработки данных материалов, как экструзия, литье под давлением и другие. Переработка сводится просто к тому, что переводят полимер при нагревании в вязко-текучее состояние и под давлением придают ему желаемую форму изделия.

Иная картина характерна для термореактивных полимеров. Отвержденный термореактивный полимер теряет текучесть, и его нельзя переработать в изделие. Поэтому полимер перерабатывают на промежуточной стадии его образования (такой полимер называется преполимером), завершение же его синтеза и отверждение идет уже в изделии в процессе переработки. Так, например, преполимер заливают в форму, а отверждение его происходит уже в изделии. Термореактивные полимерные материалы отличаются более высокими рабочими температурами, но при нагреве разрушаются и при последующем охлаждении не восстанавливают свои исходные свойства.

Использование отходов реактопластов затруднено, так как в процессе переработки они утрачивают свою способность к размягчению и растворению. Поэтому они обычно подвергаются термическому обезвреживанию.

Отходы реактопластов состоят из потерь на облой в процессе прессования изделий и механической обработки материала, а также бракованных и вышедших из употребления изделий.

Идея заключается в том, чтобы использовать измельченные отходы термореактивных материалов вместе с термопластическими. Температура плавления полиуретанов, которые широко используются в обувной промышленности (к примеру, для получения обувных подошв), довольно высока (не ниже 160 °С). При нагревании до температуры выше 220 °С полиуретаны начинают разлагаться [3]. Так как температура плавления некоторых термопластичных материалов достаточно низкая (в некоторых случаях ниже 200 °С) (табл. 1) [2], что ниже температуры, при которой разрушаются термореактивные материалы. Это позволяет использовать термопласты в качестве связующего материала для измельченного термореактивного материала, не разрушая последний в процессе экструзии.

Также существует необходимость подобрать пропорции смешиваемых материалов для получения свойств, наиболее пригодных для предполагаемого изделия.

Исследование процесса экструзии сочетания различных материалов позволит выявить наиболее оптимальные параметры технологического процесса переработки, построить адекватную математическую модель процесса и разработать систему автоматизированного проектирования технологического процесса экструзии различных полимерных материалов.

Таблица 1 – Температура плавления некоторых термопластов

Материал	Температура плавления, °С
Полиэтилен высокого давления (низкой плотности) (ПЭНП)	100–108
Полиэтилен низкого давления (высокой плотности) (ПЭВН)	120–135
Полипропилен (ПП)	160–168
Политетрафторэтилен (ПТФЭ)	327
Политетрафторхлорэтилен (ПТФХЭ)	210–215
Полиамид 610 (ПА-610)	215–221
Полиамид 66/6 (ПА-66/6)	212–220
Полиамид 12 (ПА-12)	178–180
Полиформальдегид (ПФ)	167–172
Поликарбонат (ПК)	220–240
Полиэтилентерефталат (ПЭТФ)	250–265
Полиэтилентерефталат стеклонаполненный (ПЭТФСН)	250–235
Полиарилат (ПАР)	250–340

Результаты работы планируется использовать на предприятиях легкой промышленности Республики Беларусь при переработке полимерных производственных отходов различных типов.

#### Список использованных источников

1. Сайт «Энциклопедия по машиностроению XXL» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mash-xxl.info>. – дата доступа 08.04.2020.
2. Сайт компании «Научно-техническое общество «АЛЬВИС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kaprolon-alvis.ru/info/info2.html>. – дата доступа 10.04.2020.
3. Сайт «Справочник химика 21» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chem21.info/info/581374>. – Дата доступа 11.04.2020.