

По оставшимся показателям значения в сравниваемых материалах отличаются незначительно, что позволяет сделать вывод о возможном использовании композиционного материала из отходов искусственных кож в качестве подошвенного материала, а также для ремонта низа обуви.

Список использованных источников

1. Буркин А.Н., Матвеев К.С., Смелков В.К., Солтовец Г.Н. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов. Витебск: УО «ВГТУ», 2001. – 173с.
2. Композиционные материалы: Справочник / В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.; Под общ. ред. В.В. Васильева, Ю. М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 512с.
3. Зыбин Ю.П. Конструирование изделий из кожи. – М: Изд-во «Легкая индустрия», 1966. – 319с.

SUMMARY

This article deals with problems of processing of thermoplastic waste materials formed at the footwear enterprises. According to the developed technological scheme the composition material was produced and the investigations of the indices of physical mechanical properties held.

УДК 685.34.036

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ОТХОДОВ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ В ПРОЦЕССЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО РЕЦИКЛИНГА

*А.Н. Буркин, Г.Н. Солтовец,
К.С. Матвеев, Е.А. Егорова*

В настоящее время на предприятиях обувной промышленности существует высокая зависимость от импорта сырья, что отражается на себестоимости продукции. Поэтому главным направлением обеспечения конкурентоспособности продукции на внешних рынках является оптимизация ресурсопотребления, ресурсосбережения, использование собственных ресурсов, развитие местной сырьевой базы и вторичных ресурсов.

Ужесточение условий хранения и утилизации отходов, содержащих полимерные материалы, ставят предприятия легкой промышленности, и особенно обувные, в сложные условия. С одной стороны, для производства конкурентоспособной продукции необходимо расширять ассортимент изделий, имеющих в своем составе синтетические материалы. С другой стороны, эти материалы практически никто не принимает в переработку, а из-за неразлагающихся компонентов их недопустимо подвергать традиционному захоронению под землей на полигонах твердых бытовых отходов (ТБО). Для решения данной проблемы необходимо не только уменьшать количество выбрасываемых отходов, но также разрабатывать и изучать процессы их вторичного использования.

Особую проблему с экологической точки зрения представляют отходы искусственных кож, большие объемы которых образуются на предприятиях обувной и галантерейной промышленности. Существующие на сегодняшний день способы переработки данных видов отходов не позволяют использовать их на предприятиях-потребителях искусственной кожи из-за сложного аппаратного оформления и использования химических реактивов.

Таким образом, разработка малотоннажной технологии переработки отходов искусственных кож позволит с одной стороны решить экологическую проблему, с другой – обеспечить экономические выгоды за счет увеличения масштабов производства при неизменном размере сырьевой базы.

За основу в разработке технологической схемы переработки отходов искусственных кож был использован термомеханический метод рецилинга термопластичных отходов [1]. С этой целью на первом этапе отходы искусственных кож с ПВХ покрытием подвергали измельчению на дробилках роторно-ножевого типа. После этого, измельченные отходы засыпали в бункер шнекового экструдера, откуда они попадают в витки шнека, при перемещении по которому осуществляется переход полимерного покрытия в термопластичное состояние. Кроме того, происходит дополнительная диспергация основы искусственной кожи, ее разволокнение, смешивание с полимерным покрытием, гомогенизация смеси и ее экструзия через формообразующую фильеру. Материал экструдирован в виде полосы, которая, выходя из фильеры, находится в вязко-текучем состоянии, и, в последующем, попадает в межвалковый зазор прокатно-прессующего узла, где ему придается окончательная форма. Далее полученные пластины вылеживают в течение определенного промежутка времени для стабилизации физико-механических параметров [2].

В результате проведения исследований было установлено, что на свойства получаемых материалов влияют следующие факторы: температура экструзии, степень диспергирования армирующего волокна на этапах измельчения и экструзии.

Температура экструзии отходов искусственных кож с ПВХ покрытием по разработанной технологии составляет 115-120⁰С. Данная температура не достигает температуры плавления поливинилхлорида (150-220⁰С) и температуры деструкции (130-170⁰С) и обеспечивает перевод измельченных отходов в вязко-текучее состояние, необходимое для дальнейшей переработки. Таким образом, температурный фактор не оказывает решающего воздействия на свойства получаемых материалов.

С целью изучения влияния степени диспергирования часть отходов подвергали дроблению на роторно-ножевой дробилке с получаемым размером частиц 1-3 мм, а другую – резанию с размером частиц 20-30 мм. В результате проведения исследований по определению показателей физико-механических свойств материалов установлено, что более высокими прочностными характеристиками обладают материалы, подвергшиеся резке с последующей экструзией.

Получаемые материалы представляют собой композиционный армированный материал, в котором функцию армированной матрицы несет основа искусственной кожи, а полимерная матрица, представляющая собой поливинилхлоридное покрытие, заполняет пространство между волокнами. В таких материалах волокна воспринимают основные напряжения, возникающие в композиции при действии внешних нагрузок, и обеспечивают жесткость и прочность композиции в направлении ориентации волокон [3].

На рис. 1 приведены зависимости условной прочности при растяжении от кратности переработки материалов с разной степенью диспергирования.

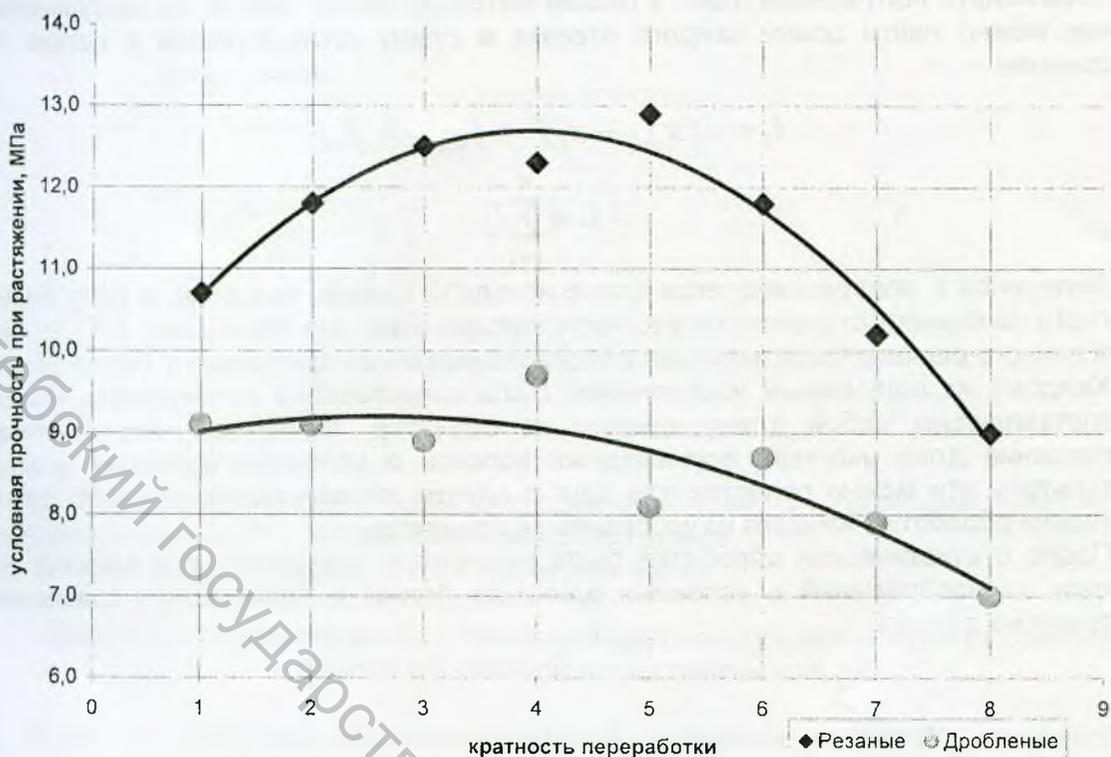


Рисунок 1 - График зависимости условной прочности при растяжении от кратности переработки

Для подтверждения влияния длины волокна на свойства получаемых материалов, была изучена структура композиционных материалов. Вначале подготовленный образец выдерживали в циклогексаноне до полного растворения поливинилхлорида, представляющего собой покрытие искусственных кож. Далее образец, который состоял из хаотично переплетенных волокон синтетической и хлопчатобумажной основы, промывали в ацетоне для полного удаления растворителя и частиц полимера, выдерживали в течение 24 часов и аккуратно раскладывали на стекла, стараясь не повредить структуру волокон, после чего подвергали сушке до полного испарения растворителя.

Структуру и строение полученных образцов наблюдали при помощи микроскопа, для фиксации объекта наблюдения использовали цифровую камеру, позволяющую добиться необходимой степени увеличения и обработки полученной информации.

Для получения количественных показателей проведена обработка изображений, включающая три стадии:

- исходные изображения, представляющие собой растровую графику, подвергали обработке в графическом пакете, при этом на изображениях идентифицировались и оставлялись только изображения, относящиеся к волокнам. Вся остальная информация с изображений удалялась.
- растровая графика переводилась в векторный формат. Данный этап необходим для автоматизированного подсчета длин волокон на полученных изображениях.
- определение количества объектов и их длин на полученных векторных изображениях.

Для получения длин волокон была использована возможность, представляемая большинством программных продуктов для векторной графики, заключающаяся в том, что каждый из объектов разбивался на определенное количество (в зависимости от заданного шага) соединенных друг с другом n отрезков. Координаты точек конца предыдущего отрезка x_i , y_i и начала следующего x_{i+1} , y_{i+1} автоматически выдаются программой в текстовый файл.

Анализируя полученный файл в любом математическом пакете, по координатам точек можно найти длину каждого отрезка и сумму длин отрезков в целом по формулам

$$l_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2};$$

$$L = \sum_{i=1}^n l_i.$$

Величиной L аппроксимируется длина исходной кривой, при этом, в силу очень мелкого разбиения отрезков, погрешность весьма мала (не превышает 0,1...0,2%). Для данного расчета была написана специализированная программа в TurboPascal.

Каждому из полученных изображений была сопоставлена совокупность чисел, представляющих собой длину каждого из объектов. Фактически это означает нахождение длин участков полиамидных волокон в условных единицах длины. Результаты эти можно сопоставлять друг с другом, поскольку как масштаб, так и методика обработки каждого из изображений одинаковы.

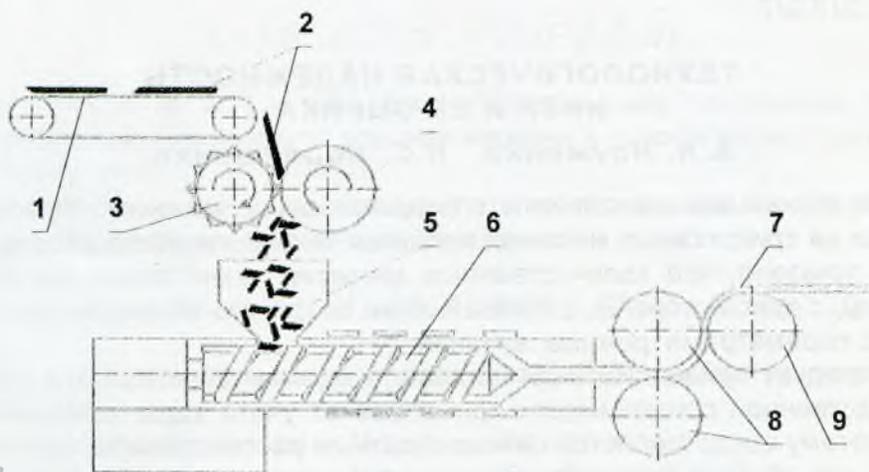
После статистической обработки была рассчитана средняя длина волокна на каждом из изображений в условных единицах длины и произведено сравнение полученных данных.



Рисунок 2 - Зависимость «средней» длины волокна от кратности переработки

Полученные результаты являются подтверждением влияния процесса диспергирования на свойства получаемых материалов. А именно, с уменьшением длины волокна происходит снижение прочностных показателей материала.

Учет всех факторов, влияющих на качество получаемых материалов, приводит к дополнительному упрощению технологической схемы переработки отходов искусственных кож, которое предполагает устранение отдельного процесса измельчения за счет осуществления резки отходов валковыми ножами в загрузочном бункере экструдера. Это позволяет значительно сократить материальные и энергетические расходы на дополнительное оборудование и трудовые затраты за счет уменьшения количества обслуживающих рабочих.



1 – транспортер, 2 – отходы искусственной кожи, 3 – режущий валок, 4 – прижимной валок, 5 – загрузочный бункер экструдера, 6 – шнековый экструдер, 7, 8, 9 – прокатные валки.

Рисунок 3 – Принципиальная схема шнекового экструдера для сокращенного рециклинга отходов искусственной кожи

Основным отличием модернизированной установки является возможность исключения практически всех деструктурирующих воздействий, которые могут оказывать влияние на свойства композиционных материалов [4].

Список использованных источников

1. Быстров Г.А., Гальцерин В.Н., Титов Б.П. Обезвреживание и утилизация отходов в производстве пластмасс. – Ленинград: Химия, 1985. – 296с.
2. Буркин А.Н., Егорова Е.А., Антоненко Е. Н. Технологическая схема переработки отходов искусственных кож и получения новых композиционных материалов: Материалы 23 ежегодной Международной конференции и выставки «Композиционные материалы в промышленности». Ялта-Киев: УИЦ «НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИЯ», 2003. – с.123-124.
3. Композиционные материалы: Справочник/В.В. Васильева, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др./ Под общ. ред. В.В.Васильева, Ю.М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 512с.
4. Матвеев К.С., Егорова Е.А., Габа С.В., Орехова А.Ю., Розов Д.В. Повышение эффективности рециклинга отходов искусственных кож: Материалы 24 ежегодной Международной конференции и выставки «Композиционные материалы в промышленности». Ялта-Киев: УИЦ «НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИЯ», 2004. – с. 276-278.

SUMMARY

The article deals with the problems of increasing the thermomechanical recycling process efficiency and with those of studying the influence of dispersion degree on the properties of composite materials obtained. The methods of determining fibre length are proposed and it is ascertained the process influence on the properties of materials obtained. On the ground of conducted research it is recommended a line diagram of the screw extruder for a shortened recycling of artificial leather waste.