

# Техническое нормирование требований к композиционным материалам с включением волокнистых отходов

И.М. Грошев<sup>а</sup>, А.Н. Махонь<sup>б</sup>, И.С. Карпушенко<sup>с</sup>

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

E-mail: <sup>а</sup>[groshev.i@vitebskdrev.com](mailto:groshev.i@vitebskdrev.com), <sup>б</sup>[anmakhon@mail.ru](mailto:anmakhon@mail.ru), <sup>с</sup>[karinstep@rambler.ru](mailto:karinstep@rambler.ru)

**Аннотация.** Статья поднимает вопрос о необходимости стандартизации технических требований к композиционным материалам, полученных рециклингом текстильных отходов. Сочетание восстановленного текстильного волокна и полимерной композиции в разных соотношениях позволяет получать материалы широкого назначения. Авторами проведен сравнительный анализ свойств полиуретана и экспериментального образца композиционного материала. Установлено, что полученный композиционный материал обеспечивает необходимые функциональные свойства и экологичность изделиям из него.

**Ключевые слова:** материалы композиционные, отходы текстильные, показатели качества, технические нормативные правовые акты.

## Technical Regulation of Requirements for Composite Materials with the Inclusion of Fibrous Waste

I. Groshev<sup>a</sup>, A. Mahon<sup>b</sup>, I. Karpushenko<sup>c</sup>

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

E-mail: <sup>а</sup>[groshev.i@vitebskdrev.com](mailto:groshev.i@vitebskdrev.com), <sup>б</sup>[anmakhon@mail.ru](mailto:anmakhon@mail.ru), <sup>с</sup>[karinstep@rambler.ru](mailto:karinstep@rambler.ru)

**Annotation.** The article raises the question of the need to standardize the technical requirements for composite materials obtained by recycling textile waste. The combination of recovered textile fiber and polymer composition in different proportions makes it possible to obtain materials for a wide range of applications. The authors carried out a comparative analysis of the properties of polyurethane and an experimental sample of a composite material. It has been established that the resulting composite material provides the necessary functional properties and environmental friendliness for products made from it.

**Key words:** composite materials, textile waste, quality indicators, technical regulations.

На протяжении последнего десятилетия в Республику Беларусь ежегодно ввозятся тысячи тонн одежды, бывшей в употреблении («сэконд-хэнд»), и давно существует проблема с переработкой и утилизацией такого рода швейно-трикотажных изделий.

Данные отходы образуются в огромных количествах и не принимаются заготовительными и перерабатывающими организациями, а вывозятся для захоронения, тем самым ухудшая экологическое состояние регионов страны. Существует важная научно-техническая задача, заключающаяся в разработке технологических процессов получения рециклированных материалов с использованием текстильных отходов [1].

Переработка не утилизируемых текстильных отходов позволяет снизить количество первичных сырьевых ресурсов, расширить ассортимент выпускаемой продукции, снизить материалоемкость

продукции и количество отходов, подлежащих захоронению и обезвреживанию.

На базе филиала кафедры технического регулирования и товароведения Витебского государственного технологического университета в ОАО «Витебскдрев» разработана технология, позволяющая перерабатывать продукт разволокнения швейно-трикотажных изделий, бывших в употреблении, и получать рециклированные композиционные материалы различного функционального назначения с вложением волокнистых отходов.

Первичная обработка и разволокнение текстильных отходов (после удаления участков одежды с фурнитурой) включают ряд стадий, объем использования которых зависит от происхождения и качества отходов. Некоторые отходы потребления поступают на переработку в загрязненном виде и прежде, чем они попадут на утилизацию, должны быть дезинфицированы, выстираны, очищены и т. д.

Последовательность операций при первичной обработке текстильных отходов представлена в виде схемы, изображенной на рисунке 1.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации», продукция, изготавливаемая на территории страны, является объектом технического нормирования и стандартизации и, соответственно, должна выпускаться в соответствии с действующими техническими нормативными правовыми актами (ТНПА).

В случае отсутствия действующего на территории Беларуси государственного (межгосударственного) стандарта (СТБ, ГОСТ и т.п.) на изготавливаемую продукцию, производитель должен разработать свой ТНПА, одним из которых являются технические условия. На территории Республики Беларусь отсутствует ТНПА, устанавливающий технические требования к *восстановленному текстильному волокну*, полученному из текстильных отходов, поэтому разработаны технические требования в виде ТУ ВУ.



Рисунок 1 – Схема первичной обработки текстильных отходов

Восстановленное текстильное волокно – полученные посредством разволокнения текстильных отходов многокомпонентные смеси из собственно волокон, неразработанных клочков и нитей, а также большого количества коротких волокон. Ряд требований к таким волокнистым смесям предопределяет технологическая схема их переработки: по цвету восстановленное волокно разделить невозможно, в нем не допускаются

примеси (кнопки, пуговицы, застёжки, замки «молния», пряжки, крючки, резина, бумага и др.), фактическая влажность восстановленного волокна не должна превышать 20 %.

Технологическая схема процесса получения композиционных материалов с включением волокнистых отходов представлена на рисунке 2. На первом этапе подготавливают исходный материал.

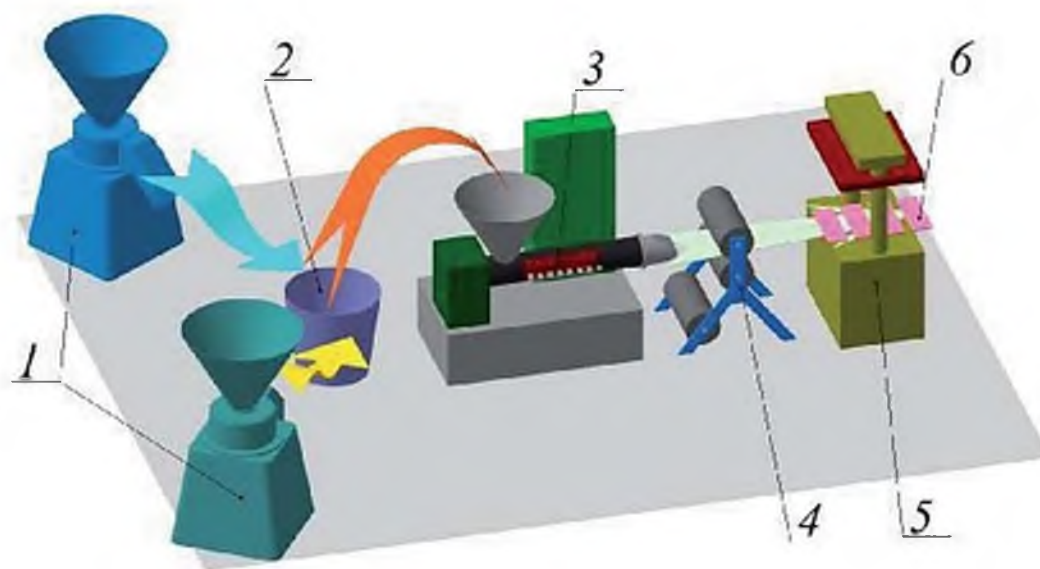


Рисунок 2 – Технологическая схема процесса получения композиционных материалов с включением волокнистых отходов:

- 1 – измельчители; 2 – смеситель; 3 – шнековый смеситель; 4 – прокатка;
- 5 – вырубка; 6 – полоса композиционного материала

На роторно-ножевых дробилках измельчают волокнистый наполнитель и полимер. Восстановленное текстильное волокно смешивают с полиуретаном роторно-ножевых дробилках. В смесителе 2 происходит подготовка композиции – смешение компонентов в заданной пропорции. Далее смесь загружается в шнековый смеситель 3, где она гомогенизируется и выдавливается в виде полосы через оформляющую головку на прокатные валки 4. На валках полосе придаются окончательные геометрические параметры. Затем из получаемой полосы композиционного материала происходит вырубка изделий.

Полимерной основой матрицы композиционного материала выступает термопластичный полиуретан, обладающий физико-химическими свойствами, которые делают его пригодным для применения в различных сферах промышленности и назначения продукции:

- нейтрален к ряду кислот, растворителей;
- высокая твердость позволяет применять его вместо металла там, где существуют высокие механические нагрузки;

- низкая теплопроводность и, как следствие, высокая упругость при отрицательных температурах до -110 °С;

- стойкость к воздействию бензина, масел;
- диэлектрик, способность к электроизоляции;
- биологическая стойкость;
- устойчивость к многократным деформациям без изменения прочностных свойств в связи с высокой упругостью при растяжении.

Изделия из композиционного материала на основе термопластичного полиуретана мало подвержены процессу старения, стойки к воздействию окружающей среды, воздействию влаги, химических элементов, абразивному износу, коррозии. По своим эксплуатационным свойствам они не уступают изделиям из металлов, пластика и резины.

В отсутствие технических требований в Республике Беларусь к рециклированным композиционным материалам возникла необходимость стандартизации технических требований для разработанного композиционного материала с включением волокнистых отходов (табл. 1).

**Таблица 1 – Стандартизация свойств композиционного материала с включением волокнистых отходов**

Наименование показателя, ед. изм.	ТНПА на метод испытания	Нормируемое значение показателя
Предел прочности при растяжении, МПа	ГОСТ 11262 [2]	не менее 4,5
Относительное удлинение при разрыве, %		не менее 40
Твёрдость по Шору А	ГОСТ 263 [3]	не менее 40
Водопоглощение, %	ГОСТ 4650 [4]	не более 7
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	ГОСТ 15139 [5]	700–800

В таблице 2 приведены результаты сравнительного анализа значений показателей качества полиуретана

HUNTSMAN AVALON 65AB и композиционного материала с включением волокнистых отходов.

**Таблица 2 – Показатели качества полиуретана HUNTSMAN и композиционного материала**

Наименование показателей, единица измерения	Полиуретан HUNTSMAN AVALON 65AB	Композиционный материал
Предел прочности при растяжении, МПа	20	4,5
Относительное удлинение при разрыве, %	650	43
Твёрдость по Шору А	67	43
Водопоглощение, %	-	6,6
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	383	765,1

Наиболее перспективным и экономически эффективным на сегодняшний день является использование вторичных материальных ресурсов для производства композиционных материалов, которые могут использоваться для различных отраслей промышленности.

Именно разработка технологических режимов создания композиционных материалов, их оптимальных составов определяется как основное направление дальнейших исследований. Варьирование вида полимера(ов), доли вложения волокнистых отходов, технологических режимов формирования композиционных материалов позволит определить назначение изделий из них.

Анализ свойств таких материалов послужит экспериментально-информационным ресурсом для их стандартизации.

Такие разработки имеют очевидный экологический эффект. Замена утилизации текстильных отходов на переработку приводит к улучшению экологического равновесия, сбережению природных ресурсов, затрачиваемых на обеспечение производства текстильной продукции. При утилизации текстиля путем сжигания выделяется большое количество канцерогенов. Естественным образом текстиль может разлагаться десятилетиями, при этом окружающая среда загрязняется выделяющимися в процессе разложения углекислым газом и метаном из-за

выделения токсичных испарений от химических соединений и самовозгорания.

Возможность переработки текстильных отходов актуальна не только с позиции охраны окружающей среды, но с точки зрения экономической выгоды [6], так как отходы являются дешевым сырьем.

Применение восстановленного текстильного волокна в производстве композиционных материалов позволит получить продукцию с более низкой себестоимостью и решить экологическую проблему их накопления.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зими́на, Е. Л. Технологические и теоретические основы получения материалов с использованием текстильных отходов : монография / Е. Л. Зими́на, А. Г. Коган, В. И. Ольшанский ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2019. – 230 с.
2. Пластмассы. Метод испытания на растяжение : ГОСТ 11262-2017. – Взамен ГОСТ 11262-80 ; введ. 2018.10.01. – М. : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2018. – 24 с.
3. Резина. Метод определения твердости по Шору А : ГОСТ 263-75. – Взамен ГОСТ 263-53 ; введ. с 01.01.77. – М. : Издательство стандартов, 1975. – 7с.
4. Пластмассы. Методы определения водопоглощения : ГОСТ 4650-2014. – Взамен ГОСТ 4650-80 ; введ. с 2015.03.01. – М. : Межгосударс. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2015. – 9 с.
5. Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы) : ГОСТ 15139-69. – Введ. 01.06.70. – М. : Издательство стандартов, 1970. – 18 с.
6. Зими́на, Е. Л. Методика оценки экологического аспекта устойчивого развития предприятия / Е. Л. Зими́на, Д. К. Панкевич, С. М. Горячева // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2019. – № 1 (36). – С. 128–137.

### REFERENCES

1. Zimina, E. L. Technological and theoretical foundations for obtaining materials using textile waste : monograph / E. L. Zimina, A. G. Kogan, V. I. Olshansky ; UO "VGTU". – Vitebsk, 2019. – 230 p.
2. Plastics. Tensile test method : GOST 11262-2017. – Instead of GOST 11262-80 ; input 2018.10.01. – M. : Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification, 2018. – 24 p.
3. Rubber. Method for determining hardness according to Shore A : GOST 263-75. – Instead of GOST 263-53 ; input from 01.01.77. – M. : Publishing house of standards, 1975. – 7 p.
4. Plastics. Methods for determining water absorption : GOST 4650-2014. – Instead of GOST 4650-80 ; input from 2015.03.01. – M. : Mezghosudars. Council for Standardization, Metrology and Certification, 2015. – 9 s.
5. Plastics. Methods for determining density (bulk mass) : GOST 15139-69. – Introduced 06.01.70. – M. : Izdelstvo standards, 1970. – 18 p.
6. Zimina, E. L. Methodology for assessing the environmental aspect of sustainable development of an enterprise / E. L. Zimina, D. K. Pankevich, S. M. Goryacheva // Bulletin of the Vitebsk State Technological University. – 2019. – № 1 (36). – P. 128–137.

### SPISOK LITERATURY

1. Zimina, E. L. Tehnologicheskie i teoreticheskie osnovy polucheniya materialov s ispol'zovaniem tekstil'nyh othodov : monografiya / E. L. Zimina, A. G. Kogan, V. I. Ol'shanskij ; UO «VGTU». – Vitebsk, 2019. – 230 s.
2. Plastmassy. Metod ispytaniya na rastjazhenie : GOST 11262-2017. – Vzamen GOST 11262-80 ; vved. 2018.10.01. – M. : Mezghosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii, 2018. – 24 s.
3. Rezina. Metod opredeleniya tverdosti po Shoru A : GOST 263-75. – Vzamen GOST 263-53 ; vved. s 01.01.77. – M. : Izdatel'stvo standartov, 1975. – 7s.
4. Plastmassy. Metody opredeleniya vodopogloshheniya : GOST 4650-2014. – Vzamen GOST 4650-80 ; vved. 2015.03.01. – M. : Mezghosudars. sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii, 2015. – 9 s.
5. Plastmassy. Metody opredeleniya plotnosti (ob'emnoj massy) : GOST 15139-69. – Vved. 01.06.70. – M. : Izdel'stvo standartov, 1970. – 18 s.
6. Zimina, E. L. Metodika ocenki jekologicheskogo aspekta ustojchivogo razvitija predpriyatija / E. L. Zimina, D. K. Pankevich, S. M. Gorjacheva // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – 2019. – № 1 (36). – S. 128–137.

Статья поступила в редакцию 10.03.2022