

## Секция 4

# КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ЛЕГКОЙ И ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 685.31

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ ЛИСТВЕННЫХ И ХВОЙНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

**Бужинская К.О., асп.,  
Буркин А.Н., д.т.н., проф.,  
Грошев И.М., к.т.н., доц.**

Витебский государственный  
технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь

*Реферат.* Объектами исследования являются волокнистые отходы лиственных (ОАО «Витебскдрев») и хвойных пород древесины (ОАО «Мозырьдрев»).

*Предмет исследования* – геометрические параметры волокнистых отходов.

*Цель* – сравнить геометрические параметры волокнистой массы хвойных и лиственных пород древесины для получения наполненных композиций.

*В статье представлен сравнительный анализ параметров древесноволокнистой массы хвойных и лиственных пород древесины, используемой для создания волокнисто-наполненных композиционных материалов. На основании результатов анализа волокон будут получены образцы композиционных материалов и исследованы их структура и свойства. Практическая ценность результатов исследования состоит в получении данных о распределении, геометрических параметрах волокон различных пород древесины, что в дальнейшем позволит получать наполненные композиты с определенным комплексом свойств, соответствующих требованиям ТНПА и находящиеся в рамках традиционно используемых материалов для деталей низа обуви.*

*Ключевые слова:* геометрические параметры, распределение, волокнистые отходы, композиционный материал, наполнитель, фактор формы.

Многокомпонентность композита, ингредиенты которого существенно отличаются друг от друга своим поведением при термомеханическом воздействии, накладывает определенные ограничения на технологические параметры его переработки. Структура и физико-механические свойства наполненных композиционных материалов в большей степени зависят от прочности адгезионной связи полимера и наполнителя. В настоящее время известны исследования данного вопроса для систем древесина-термореактивные смолы, древесина-полиэтилен, древесина-ПВХ [1]. В работе [2, с. 97] описаны факторы, влияющие на величину адгезии в системе древесина-полимер:

- температура,
- давление,
- время выдержки,
- содержание стабилизатора.

В последующем предстоит выяснить, как влияет на свойства наполненных композитов и адгезионную прочность в склейке порода древесины.

Для прогнозирования и модифицирования структуры и качества композитов, наполненных волокнами древесины различных пород, требуются знания о структурно-морфологических характеристиках волокнистой массы, которые в значительной мере определяют их свойства. Для их контроля и углубленного исследования требуется применение новейших инструментальных методов. Структура, форма и размеры волокон, а также их взаимное пространственное расположение определяют структуру, физико-механические и деформационные свойства композитов и, в конечном счете, их назначение. Максимальное количество частиц, которое можно ввести в полимерный материал, зависит от формы его частиц и характера их упаковки.

Сотрудниками ВГТУ получены материалы модифицированием отходов полиуретана (ПУ) волокнами до 40 мас. %, что позволяет получать достаточно жесткие композиты. Более мягкие структуры можно получать введением в полимерные отходы волокна в количестве до 10 мас. %. Проведенные исследования дают основание считать, что с увеличением содержания модификатора достигается требуемая твердость полиуретанового пластика, но при этом наблюдается снижение некоторых эксплуатационных показателей [3]. Форма частиц в технологии производства композитов также оказывает существенное влияние на свойства изделий, что обусловлено структурообразованием таких материалов за счет связей между волокнами и связующим.

В данной работе представлен сравнительный анализ геометрических параметров отходов древесного волокна лиственных и хвойных пород, на основании которого будут получены образцы композиционных материалов и исследованы их структура и свойства. В связи с этим была поставлена следующая цель исследования: сравнить геометрические параметры волокнистой массы хвойных и лиственных пород древесины для получения наполненных композиций.

Объектами исследования являются волокнистые отходы лиственных (ОАО «Витебскдрев», Беларусь) и хвойных пород древесины (ОАО «Мозырьдрев», Беларусь). Предмет исследования – геометрические параметры волокнистых отходов.

В работе исследовали особенности строения и внешний вид древесного волокна на металлографическом микроскопе *Altami MET 5*, который позволяет получать изображения объектов с увеличением 10X/0,25 BD, 20X/0,40 BD. Анализ и обработка изображений осуществлялась с помощью программного обеспечения *Altami Studio*.

Исходными данными для определения параметров распределения волокон приняты результаты измерения на оптическом анализаторе волокна *FiberCam 100*, установленном и функционирующем в Центральной заводской лаборатории ОАО «Витебскдрев». Установка предназначена для анализа в лабораторных условиях (и/или на действующей технологической линии) объемного распределения частиц волокна (в процентном соотношении к общему объему) относительно такого важного параметра, как длина. Для этого была использована оптическая технология, обеспечивающая наилучшее измерение параметров частиц волокна неразрушительным способом и гарантирующая повторяемость результатов измерений одного и того же образца (чего невозможно достичь в

системах с использованием воды). По сравнению с механическими ситовыми сортировщиками, просеивающими волокно в зависимости от толщины (механизм просеивания), оптическая технология позволяет измерять реальную длину каждой частицы, что является очень важной характеристикой с точки зрения производительности. Система предусматривает подготовку образца посредством разматывания возможных «клубочков» волокна без изменения размерных характеристик отдельных волокон.

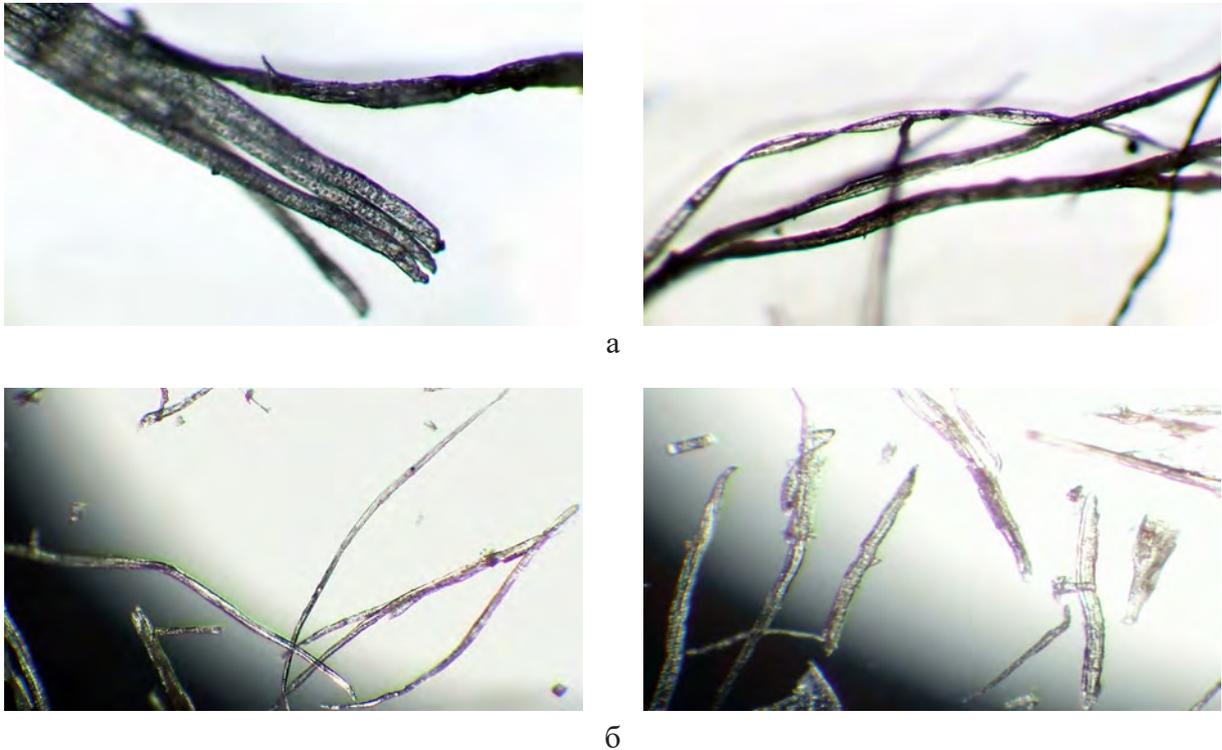
Персональный компьютер с помощью программы визуализации обрабатывает отсканированные изображения анализируемого образца волокна и выдает результат с последующим занесением его в лабораторную базу данных. Программа в состоянии проанализировать 1 000 000 изображений в минуту, гарантируя высокую точность полученных результатов. Кроме того, программа автоматически исключает из анализа наложенные друг на друга или закрученные волокна, влияющие на точность измерения. Во время анализа система выдает график на экране персонального компьютера, который показывает объемное распределение волокна в зависимости от длины главной оси (длина волокна), длины вспомогательной оси (ширина) и длины эквивалентной сферы (толщина/диаметр). Следует отметить, что длина волокна измеряется по структуре волокна, то есть измеренная длина представляет собой истинную длину. Ширина измеряется во всех точках структуры волокна.

Важной геометрической характеристикой короткого волокна, наряду с длиной, шириной и диаметром является фактор формы  $f$ , который определяют как отношение проекционной длины волокна к истинной длине волокна (вдоль контура волокна). Для коротких волокон фактор формы обычно лежит в интервале 10–1000. При этом для того чтобы усиление было оптимальным, фактор формы должен иметь значение 100–200. При большем значении этого фактора, на волокна передается незначительная часть приложенной к матрице нагрузки, а при больших значениях волокна начинают перепутываться, образуя клубки [4].

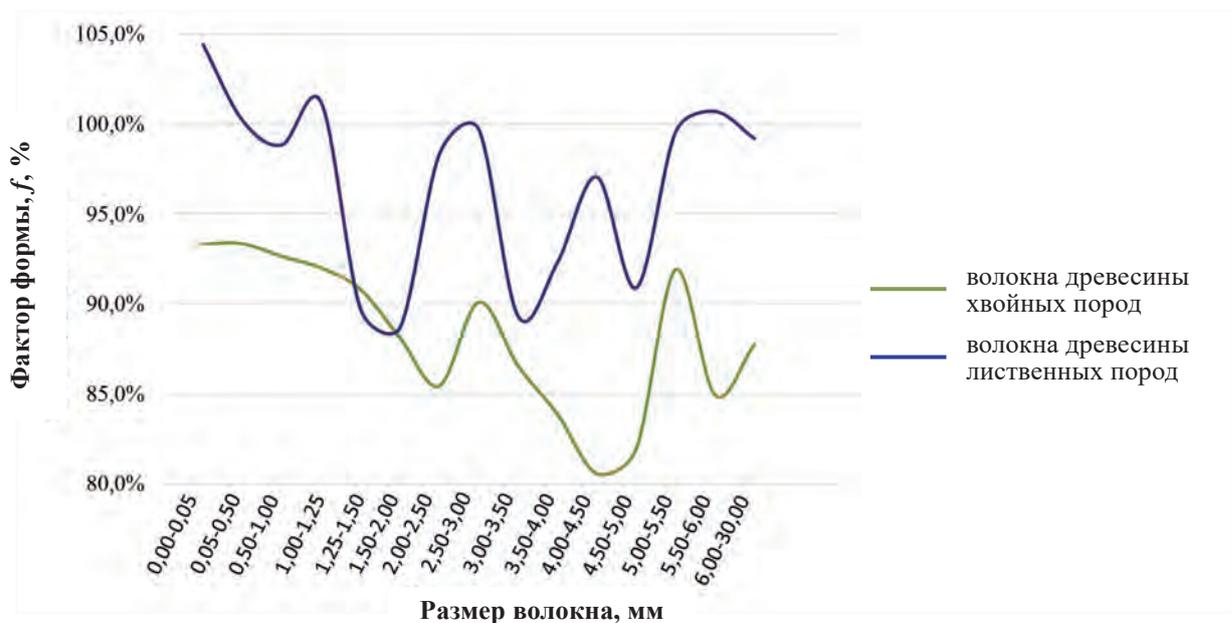
Проведенный микроскопический анализ древесных волокон позволяет отнести все исследуемые волокна к классу волокнистых игольчатых частиц. Исследуемая древесноволокнистая масса представлена волокнами либриформа, встречаются и широкие клетки с открытыми концами – трахеиды. Волокна лиственной древесины имеют более сложную структуру, чем волокна хвойной. Удлиненные волокна либриформа выполняют механическую функцию и имеют толстые стенки, соразмерные с диаметром. Короткие клетки с открытыми концами – «сосуды», служат для перемещения воды. Волокнистые и сосудистые волокна лиственных пород, в отличие от волокон хвойных пород, имеют меньшую длину, не превышающую 1 мм. От волокон либриформа они отличаются более заметной полостью, меньшей толщиной оболочки, а также наличием мелких окаймленных пор. Волокна хвойной древесины представлены длинными, сужающимися клетками, выполняющими механическую и проводящую функцию. Волокна лиственной древесины, более короткие и тонкие, чем хвойные, имеют более гладкую поверхность, волокна хвойной древесины длинные и прочные (рис. 1).

Прочные композиции получают из технической целлюлозы, полученной из хвойной древесины. При прохождении технологического процесса волокна сильно деформируются. Важным показателем качества волокна является фактор формы. Высокий фактор формы означает прямое волокно и в большинстве случаев дает хорошие механические свойства изделий. Фактор формы для древесины лиственных и хвойных пород находится в интервале 80–105 [4], что соответствует показаниям данной величины для корот-

ких волокон (рис. 2). Для оптимального усиления композиционного материала фактор формы должен иметь значения не менее 95–100. С данной точки зрения целесообразно использовать для наполнения композитов волокна лиственных пород древесины, за счет чего на волокна будет передаваться часть приложенной нагрузки к матрице, а волокна не будут спутываться, образуя «комки».



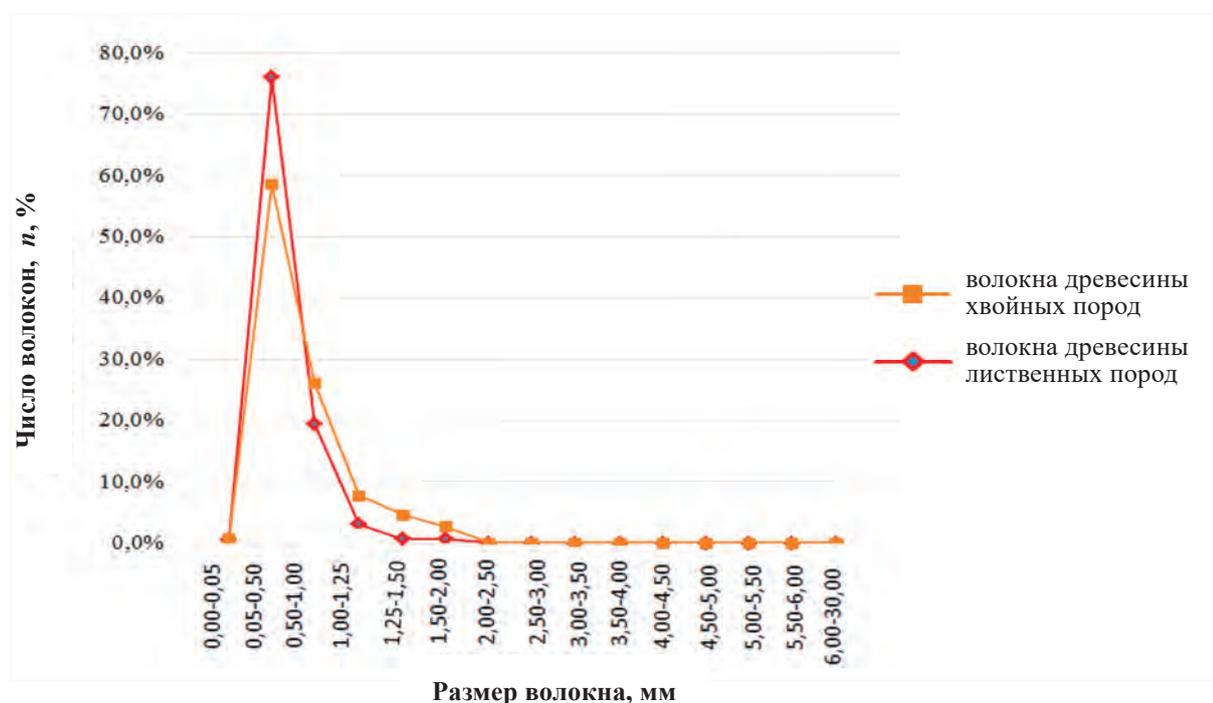
**Рисунок 1 — Микроскопические снимки волокна древесины: (10X/0,25 BD, 20X/0,40 BD): а – хвойных пород, б – лиственных пород**



**Рисунок 2 — График зависимости фактора формы от размера волокна**

Проведенная ранее статистическая обработка результатов показала, что нет основания для отклонения нулевой гипотезы, то есть дисперсии можно считать однородными [5].

Исследование волокон на оптическом сортировщике показало, что волокна древесины лиственных и хвойных пород имеют закономерность в распределении по диаметру и ширине (рис. 3 и 5, соответственно). Наибольшее число волокон приходится на диаметр 0,05–0,50 мм (для лиственных – 76,00 %, для хвойных – 58,50 %), на ширину 0,05–0,35 мм (для лиственных – 87,50 %, для хвойных – 78,40 %). Суммарная длина волокон хвойных пород древесины значительно превосходит суммарную длину волокон лиственных пород (рис. 4). Наибольшее число волокон лиственной древесины приходится на длину 1,25–1,50 мм и составляет более 20 %. Волокна хвойной древесины распределены более равномерно, однако максимальное количество волокон приходится на длину 0,05–1,00 мм (29,60 %), 1,50–2,50 (22,10 %) мм и 6,00–30,00 мм (8,30 %).



**Рисунок 3 — График распределения длины эквивалентной сферы (диаметра) волокон**

Таким образом, геометрические параметры частиц оказывают существенное влияние на свойства древесно-полимерных композиций. В работах [1, 2] установлено, что модифицирование полимеров мелкими частицами позволяет получать композиты с более высокими прочностными и физико-механическими свойствами, чем композиции, наполненные более крупными частицами. Данное явление логично объяснить увеличением поверхности взаимодействия с полимерной матрицей при уменьшении размеров частиц наполнителя. Предполагается, что введение в полимерную матрицу волокнистых отходов лиственных пород древесины позволит в большей степени увеличить характеристики композита. Помимо того, максимальное наполнение полимера возможно с минимальным размером частиц.

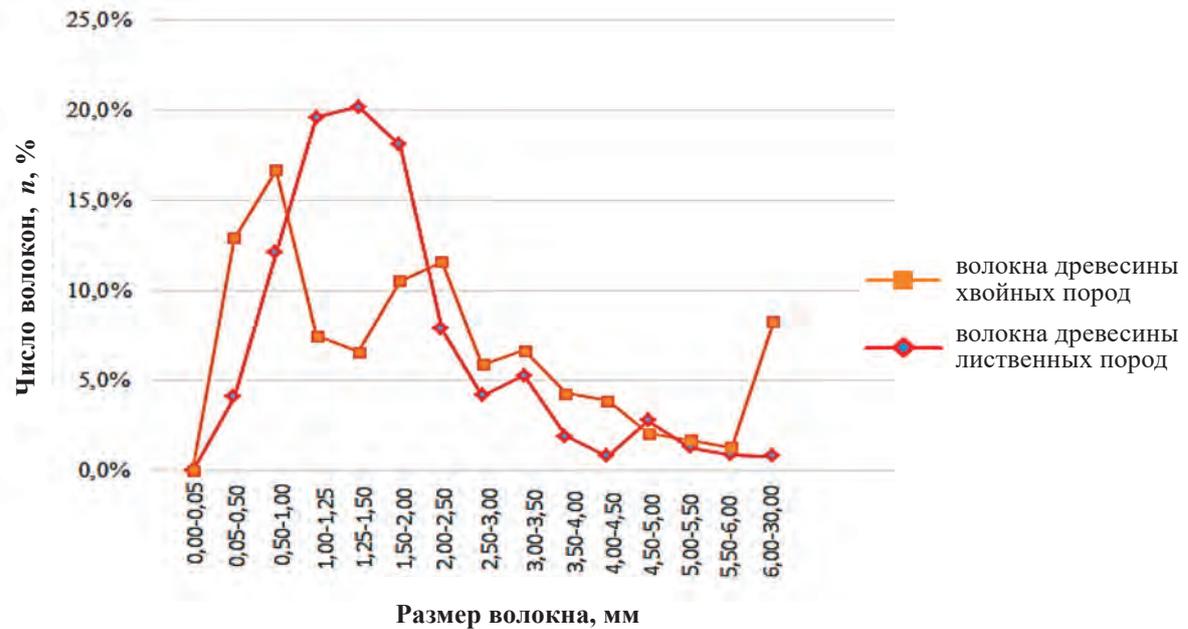


Рисунок 4 – График распределения длины главной оси (реальной длины) волокон

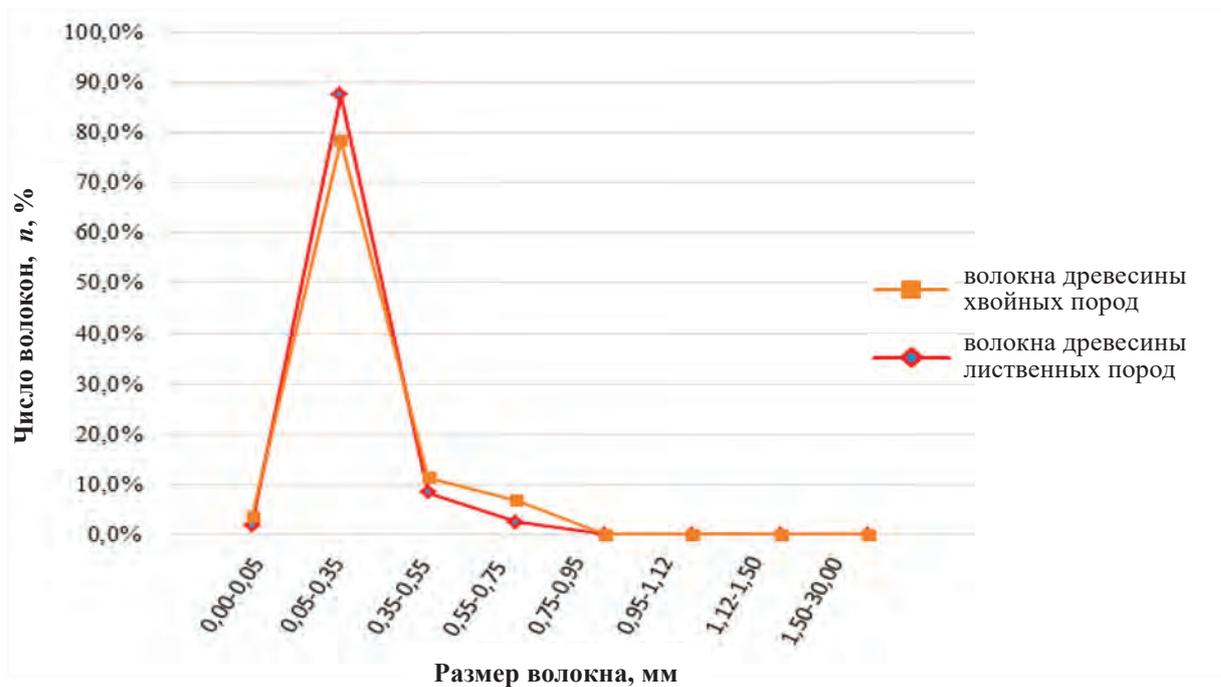


Рисунок 5 – График распределения длины вспомогательной оси (ширины) волокон

Исходя из полученных результатов испытаний наиболее оптимальными параметрами для наполнения обладают более мелкие волокна лиственных пород древесины. Для использования в качестве наполнителя хвойные волокна древесины следует подвергать дополнительному измельчению на специальных дробилках.

**Список использованных источников**

1. Шаповалов, В. М. Разработка высоконаполненных композитов на основе термопластов измельченной древесины для переработки методом экструзии в изделия машиностроительного назначения: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.02.01 ; 05.17.06: 28.06.2005 / В. М. Шаповалов ; ИММС. – Гомель, 2005. – 45 с.
2. Шаповалов, В. М. Технология получения высоконаполненных композитов / В. М. Шаповалов, В. Г. Барсуков, Б. И. Купчинов. – Гомель : ИММС, 2000. – 259 с.
3. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов : монография / А. Н. Буркин, К. С. Матвеев, В. К. Смелков [и др.] ; под общей редакцией А. Н. Буркина ; Витебск: УО «ВГТУ», 2001.– 173 с.
4. Шаповалов, В. М. Введение в механику течения волокнонаполненных композитов / В. М. Шаповалов, С. В. Лапшина. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 159 с.
5. Ермалович, К. О. Свойства волокнисто-наполненных полимерных композитов типа кожволон / К. О. Ермалович, А. Н. Буркин, К. И. Тарутько [и др.] // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2023. – №1 (44). – С. 90–101.

УДК 677.017

**МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЯЕМОСТИ  
ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН****Зими́на М.В., асп.,  
Чаги́на Л.Л., д.т.н., проф.**Костромской государственной  
университет, г. Кострома,  
Российская Федерация

*Реферат.* В статье предложена методика оценки загрязняемости текстильных материалов на основе автоматизированного распознавания оптических изображений, реализуемая с помощью разработанного программного продукта для ЭВМ посредством расчета RGB-характеристик и яркостей цифровых изображений.

*Ключевые слова:* загрязняемость, текстильный материал, программный продукт, RGB-характеристики, яркость.

В процессе эксплуатации изделие подвергается различным факторам внешней среды. При этом в спектре потребительских требований эксплуатационные характеристики материала и изделия являются определяющими. Одним из значимых потребительских свойств материала является загрязняемость, то есть способность волокон и нитей текстильного материала поглощать и удерживать различные по своей природе вещества.

Исследование загрязняемости необходимо для создания эффективных способов чистки и стирки изделий, способов защиты от различного рода загрязнений, а так же для разработки составов моющих средств для снятия загрязнений. Загрязнения, образовавшие отдельные пятна, относят к категории местных, а размещенные по всему материалу классифицируют как общие.

На сегодняшний день отсутствует стандартный метод определения загрязняемости текстильных материалов. Из существующих самым распространенным методом