

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕРАБОТАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РЕШЕНИЯХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОВ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**С.А. Рудаков**

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Беларусь

**RESEARCH AND APPLICATION OF RECYCLED TEXTILE MATERIALS IN THERMAL INSULATION SOLUTIONS TO SOLVING THE PROBLEM OF TEXTILE WASTE**

**S.A. Rudakov**

Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Belarus

**Аннотация.** В данной статье исследуется проблематика использования отходов текстильной и легкой промышленности и предлагаются решения по их переработке. Рассматриваются методы переработки и использования переработанных материалов для производства теплоизоляционных материалов, преимущества и недостатки существующих перерабатываемых материалов из отходов текстильной и легкой промышленности, а также негодной к носке одежды.

**Ключевые слова:** теплоизоляционные материалы, отходы производства текстильной и лёгкой промышленности, способы производства, способы переработки, негодная к носке одежда, рвань.

**Annotation.** This article explores the issue of waste in the textile and clothing industry and proposes solutions for their recycling. Recycling methods and the use of recycled materials for the production of thermal insulation materials are considered. The advantages and disadvantages of existing recycled materials from textile and clothing waste, as well as from unusable clothing, are highlighted.

**Keywords:** thermal insulation materials, textile and light industry production waste, production methods, ways of recycling, unwearable clothing, torn.

Текстильная промышленность является одной из крупнейших отраслей промышленности в мире, и производит огромное количество отходов каждый год. Одним из основных источников являются отходы текстильного производства и негодная к носке одежда, которая не может быть продана из-за дефектов или износа. Текстильные отходы, как известно, представляют собой значительную экологическую проблему в связи с тем, что они занимают много места на свалках и велика вероятность загрязнения окружающей среды. Однако, эти отходы могут быть переработаны в качестве материалов для различных отраслей промышленности, в том числе в качестве теплоизоляционных материалов.

Если рассматривать глобальное производство текстиля, то примерными цифрами производства одежды и текстильных материалов составляют около 100 миллионов тонн в год. Количество полученных отходов на производстве текстильной и лёгкой промышленности составляет около 10–15 % от общего объёма производства, или 10–15 миллионов тонн в год. Однако в общем количестве таких объёмов производства количество переработанных материалов в мире составляет менее 1% от общего объёма отходов. Данный факт является достаточно глобальной проблемой со стороны общемирового масштаба. Потому во многих странах открываются производства по переработке отходов текстильной и лёгкой промышленности, а также одежды, негодной к носке.

Если рассматривать Республику Беларусь в данной отрасли, то согласно официальной статистике Национального статистического комитета Республики Беларусь, объёмы производства одежды и текстильных материалов за 2022 год составили: одежда – 109,8 млн единиц (включая верхнюю одежду, одежду для мужчин, женщин, детей, нижнее бельё и чулочно-носочные изделия); текстильные материалы – 205,4 млн квадратных метров (включая ткани, нетканые материалы и ковры). Если сослаться на данные Национального статисти-

стического комитета Республики Беларусь, в 2021 году объем отходов производства текстильной и легкой промышленности в Беларуси составил 20,0 тыс. тонн.

На данный момент в Республике Беларусь существует несколько предприятий, занимающихся переработкой негодной к носке одежды, а также отходов текстильной и легкой промышленности. Однако производством чисто теплоизоляционных материалов не занимается ни одно предприятие. Все предприятия, занимающиеся переработкой, делают сугубо универсальный материал, который не обладает необходимыми характеристиками, которыми должен удовлетворять необходимым свойствам хорошего теплоизоляционного материала.

Существуют различные методы переработки текстильных отходов в теплоизоляционные материалы. Один из них заключается в термическом разложении отходов текстиля путём их нагревания при высоких температурах в отсутствие кислорода, что приводит к разложению полимеров в волокна и формирование пены или ваты. Обработанные волокна могут быть использованы в качестве наполнителей для теплоизоляционных материалов. Другой метод заключается в использовании химических реагентов, способствующих сцеплению волокна и формированию прочной теплоизоляционной плиты. Третий способ представляет собой измельчение материала до состояния крошки или гранул, которые впоследствии могут как спрессовываться в блоки, так и использоваться в качестве наполнителя для разных составов.

Теплоизоляционные материалы, полученные из отходов текстильной промышленности и негодной к носке одежды, имеют несколько преимуществ перед традиционными теплоизоляционными материалами:

- обладают высокой теплоизоляционной способностью, что делает их идеальными для использования в строительстве, где необходимо сохранить тепло в зданиях;

- текстильные отходы могут быть переработаны в теплоизоляционные материалы, что помогает уменьшить объем отходов, которые отправляются на свалки, и способствует созданию экологически чистых продуктов.

- сохранение природных ресурсов: переработка отходов текстильной промышленности в теплоизоляционные материалы помогает сохранить природные ресурсы, такие как нефть, газ и уголь, используемые для производства традиционных теплоизоляционных материалов.

- текстильные материалы легко обрабатываются и могут быть легко измельчены в мелкую крошку или волокна, которые затем могут быть спрессованы в плиты или вату.

- могут быть легко изготовлены в различных формах и размерах, что делает их пригодными для использования в различных отраслях промышленности.

- переработка текстильных отходов в теплоизоляционные материалы может быть менее затратной, чем производство традиционных теплоизоляционных материалов, таких как пенополистирол или минеральная вата.

- переработка отходов текстильной промышленности в теплоизоляционные материалы создает новые рабочие места в сфере переработки отходов и производства теплоизоляционных материалов.

Однако, переработка текстильных отходов в теплоизоляционные материалы имеет также свои недостатки:

- процесс переработки текстильных отходов в теплоизоляционные материалы достаточно энергоемкой, особенно при использовании термической обработки;

- качество теплоизоляционных материалов, полученных из текстильных отходов, может варьироваться в зависимости от типа отходов и метода переработки. Поэтому основным пунктом перед обработкой является сортировка отходов по материалам;

- текстильные материалы могут не обладать достаточной прочностью, особенно при использовании в качестве теплоизоляционных материалов в строительстве, где они могут быть повреждены в процессе эксплуатации. Для производства полноценного материала требуется дополнительная обработка и использование дополнительных материалов;

- текстильные материалы могут не обладать достаточной устойчивостью к влаге, особенно при использовании в качестве теплоизоляционных материалов в зонах с высокой влажностью, а также в качестве теплоизоляции на трубопроводах. Для этого необходимо применять гидроизоляционные материалы;

- текстильные материалы могут не обладать достаточной устойчивостью к огню, особенно при использовании в качестве теплоизоляционных материалов в зонах с повышенным риском пожара. Во избежание горения необходима обработка подобных материалов специальными негорючими составами.

Но несмотря на недостатки, переработка текстильных отходов в теплоизоляционные материалы имеет большой потенциал для решения проблемы отходов текстильной промышленности и для создания экологически чистых и эффективных теплоизоляционных материалов. Утилизация отходов текстильной промышленности в теплоизоляционных материалах решает проблему отходов и имеет экологические и экономические преимущества. Негодная к носке одежда также может использоваться в качестве теплоизолятора после сортировки и очистки. Необходимы дальнейшие исследования для улучшения качества переработанных материалов и расширения их применения.

#### Список цитируемых источников

1. Агрегированные статистические данные об отходах по республике, областям, г. Минску, административным районам, отдельным городам, по видам экономической деятельности, по группам, видам и классам опасности отходов производства; а также данные о выполнении мероприятий по сокращению объемов образования и (или) накопления отходов производства за 2019 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ecoinfo.by/wp-content/uploads/2020/06/Агрегированные-данные-статистика.pdf>. – Дата доступа: 01.04.2024.
2. Обзор отрасли: обзор 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://globalfashionagenda.org/news-article/industry-insights-2022-in-review/>. – Дата доступа: 01.04.2024.
3. Об объемах сбора вторичных материальных ресурсов и отходов товаров и упаковки, размерах расходования денежных средств, полученных от производителей и поставщиков, в 2023 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vtoroperator.by/upload/iblock/fd7/iltp3sfwfhlbg207vyz2cd975t3umj2q/Отчет%20Оператора%20ВМР%20за%202023%20год.pdf>. – Дата доступа: 01.04.2024.
4. Переработка отходов текстильной и легкой промышленности: теория и практика. Материалы докладов Международной научно-практической конференции, 30 ноября 2016 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2016. – 128 с.

УДК 539.3

## ИЗГИБ ЛОКАЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ КРУГЛОЙ ПЯТИСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ

**В.С. Салицкий**

Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, Беларусь

## BENDING BY LOCAL LOAD OF A CIRCULAR FIVE-LAYER PLATE

**V.S. Salicki**

Belarusian state university of transport, Gomel, Belarus

**Аннотация.** Исследован изгиб упругой круглой пятислойной пластины под действием распределенной по кругу локальной поперечной нагрузки. В симметричной по толщине пластине три тонких несущих слоя (два внешних и один внутренний), деформирование которых подчиняется гипотезам Кирхгофа. В двух относительно толстых заполнителях справедлива гипотеза Тимошенко. Система дифференциальных уравнений равновесия пластины получена вариационным методом Лагранжа. Аналитическое решение задачи выписано в функциях Бесселя в конечном виде.

**Ключевые слова:** пятислойная пластина, круговая нагрузка, аналитическое решение.

**Annotation.** The bending of an elastic circular five-layer plate under the action of a local transverse load distributed in a circle was studied. The plate, symmetrical in thickness, has three thin load-bearing layers (two external and one internal), the deformation of which obeys Kirchhoff's hypotheses. In two relatively thick aggregates, Timoshenko's hypothesis is valid. The system of differential equations for the equilibrium of the plate was obtained by the Lagrange variational method. The analytical solution of the problem is written in Bessel functions in final form.

**Keywords:** five-layer plate, circular load, analytical solution.