

тебск, 20–21 ноября 2024 года. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2025. – С. 109–114.

5. ООО «ПолиМикс». – URL: <https://polymix.pro/> (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

6. ООО «ЭкоКемикал». – URL: <https://ecochemical.biz/> (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

7. ООО «АКРОХИМЭК». – URL: <https://akrohimek.ru/> (дата обращения: 17.09.2025). – Текст : электронный.

8. Резина. Метод определения твердости по Шору А : ГОСТ 263-75 : государственный стандарт союза ССР : издание официальное : утверждён Государственным комитетом стандартов Совет Министров от 21.01.1975 г. № 115 : взамен ГОСТ 263-53; введ. 01.01.1977. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 7 с.

9. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей : ГОСТ 3811-72 : межгосударственный стандарт : издание официальное : утверждён Постановлением от 01.03.1972 г. № 486 : взамен ГОСТ 3811-47; введ. 01.01.1973. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 15 с.

10. Азанова, А. А. Композиционный материал на основе отходов прорезиненных тканей / А. А. Азанова, Р. Р. Мустафина, Е. Ю. Гаврилюк // Технологии и качество. – 2024. – № 4(66). – С. 37–41. – DOI 10.34216/2587-6147-2024-4-66-37-41. – EDN BPLMTK.

УДК 658.567.1

## Проблемы вторичной переработки одноразовых изделий легкой промышленности

**Фархутдинова Д. Р., магистр,  
Никитина Л. Л., к.п.н., доц.**

Казанский национальный  
исследовательский  
технологический университет,  
г. Казань, Российская Федерация

*Реферат.* В статье обозначены проблемы легкой промышленности в области экологии, рассмотрен опыт реализации мер по снижению негативного воздействия предприятий на окружающую природную среду путем внедрения в отрасль технологий вторичной переработки и сервисов по сбору использованной продукции. Авторы обращаются к вопросу вторичной переработки одноразовых изделий легкой промышленности как основы для развития экологической культуры их производства и потребления. В статье уделяется особое внимание производству одноразовых тапочек как к отрасли, производящей товары для краткосрочного использования в различных условиях.

*Спецификой данного сегмента предприятий легкой промышленности является их неготовность к отказу от использования синтетических материалов для производства одноразовых изделий, обусловленная рядом причин. Традиционные методы утилизации одноразовых изделий, такие как захоронение и сжигание, приводят к увеличению объемов свалок и выбросам токсичных веществ в атмосферу. В связи с этим технологии вторичной переработки синтетических материалов, используемых для производства одноразовых тапочек, являются наиболее оптимальной альтернативой для решения проблемы загрязнения окружающей среды. Отходы, содержащие синтетические компоненты, отличаются особой сложностью утилизации и рециклинга ввиду использования комбинаций различных видов материалов. Таким образом, выделяя идею вторичной переработки совместно с формированием у населения разумного потребления и принципами социально ответственного бизнеса в качестве основы для дальнейшего развития культуры производства одноразовых изделий, авторы выражают уверенность в необходимости комплексного подхода для внедрения полного цикла вторичной переработки одноразовых тапочек, важным остается повышение уровня осведомленности населения о преимуществах раздельного сбора мусора и осознанного потребления.*

*Ключевые слова: вторичная переработка, одноразовые изделия, одноразовые тапочки, отходы, разумное потребление, экологические проблемы.*

Промышленность в целом и легкая отрасль в частности является одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Так используемые в текстильной промышленности химикаты, красители и т. п. являются источником загрязнения воды и атмосферы, отходы производства – источником загрязнения почвы. Помимо этого, текстильная отрасль в отличие от других отраслей легкой промышленности характеризуется высоким потреблением водных и энергетических ресурсов. А отходы и продукция швейной отрасли являются источником для роста свалок вследствие увеличения в двое (за период 2000–2025 гг.) мирового производства одежды и роста (на 60 %) ее потребления. Так, например, шведская компания H&M работает с более чем 16 коллекциями одежды в год, продукция компании реализуется во многих странах мира, она имеет своих постоянных потребителей,

которые, следуя модным тенденциями, постоянно обновляют свой гардероб, а не востребованная одежда оказывается на свалках [1]

Решение экологических проблем лежит как в плоскости производства, когда внедряются более чистые технологии, используются безопасные химикаты, улучшается система очистки сточных вод благодаря принимаемым мерам со стороны государства в виде нормативно-правовой базы экологического менеджмента, так и в социальной плоскости, когда благодаря проводимой работе в средствах массовой информации (СМИ), в общественных организациях у людей формируется экологическое мышление [1]. Реализуемые в настоящее время меры в области экологического менеджмента, приводят к тому, что подчеркивание экологичности выпускаемой продукции становится одним из важных трендов, который ярко отражается не только в рекламе, но и в маркировке продукции.

В целом практически все отрасли легкой промышленности ориентированы на массовое потребление. В настоящее время крупные компании, производящие одежду и обувь, уделяют значительное внимание вопросам экологической безопасности своих производств и выпускаемой продукции. Экологические вопросы особенно остро стоят в сегменте производства изделий для одноразового использования, таких как, например, одноразовые тапочки и одежда, которые представляют собой значительный источник загрязнения окружающей среды. Так, только в США элитные отели со средней наполняемостью 60 % выбрасывают более 10 млн пар тапочек в месяц [2]. При этом на рынке наблюдается устойчивый рост производства одноразовых изделий легкой промышленности из-за растущего спроса со стороны не только отелей, но и СПА-центров, больниц и авиакомпаний, где гигиена и комфорт клиентов имеют первостепенное значение. Согласно последним рыночным отчетам, рынок одноразовых тапочек оценивается примерно в 2,5 млрд долларов США в 2022 году и, по прогнозам, будет расти на 6,2 % до 2030 года, что обусловлено расширяющимся сектором туризма и гостеприимства. Выручка рынка одноразовых тапочек в 2024 году оценивалась в 6,5 млрд долларов США и, по оценкам экспертов, достигнет 10,2 млрд долларов США к 2033 году [3].

Благодаря формированию экологического мышления у населения в настоящее время потребительские предпочтения перемещаются в сторону многоразового и долговечного продукта, что характерно и для основных потребителей одноразовой продукции. Так, в некоторых отелях отказались от одноразовых тапочек. Например, в 2022 году Mandarin Oriental Hotel Group отказался от одноразовых тапочек в пользу моделей из картона, пробки и хлопка, которые можно чистить. Отель Dorian, Autograph Collection в Канаде прекратил поставку одноразовых тапочек в номера, заменив их на более прочные, и посетителям рекомендуется брать их домой для «многоразового использования». Отели сети Six Senses предлагают тапочки из джута, бамбука и переработанного пластика. Например, компания Six Senses Crans-Montana в Швейцарии продаёт войлочные тапочки Kaaita из переработанных пластиковых бутылок, которые можно стирать и повторно использовать или перерабатывать по окончании срока службы [2].

Однако, по целому ряду причин, на данный момент полный переход на использование

натуральных и более экологичных материалов для производства одноразовых товаров не целесообразен. Поэтому особенно остро встает вопрос их утилизации или вторичной переработки. Традиционные методы утилизации, такие как захоронение и сжигание, приводят к выбросам токсичных веществ и увеличению объемов свалок. Поэтому разработка технологий вторичной переработки использованных одноразовых изделий становится актуальной задачей.

Вторичная переработка отходов (рециклинг, с англ. recycling – рециркуляция, повторение цикла) – это процесс, направленный на переработку использованных материалов с целью их повторного использования. Для рециклинга подходят отходы, созданные человеком и не подверженные быстрому естественному разложению: биологические (древесина, бумага, текстиль), строительные (бой бетона и кирпича, грунт, деревянные отходы), технологические (металл, стекло, полиэтилен, шины и др.). В России переработка отходов производства и потребления регулируется Федеральным законом от 24.06.1998 №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». Закон определяет правовые основы обращения с отходами, включая вовлечение их в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

За рубежом накоплен значительный опыт по организации эффективной системы обращения с отходами, включая переработку одноразовых товаров. Примером служит Германия, где действует комплексная система раздельного сбора и переработки отходов, включающая специализированные предприятия по переработке пластика и бумаги. Во Франции внедряются проекты по созданию замкнутых циклов производства обуви, предусматривающие повторное использование материалов после окончания срока службы изделия. Эти меры способствуют снижению объема образующихся отходов и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду [4].

В декабре 2024 года Совет ЕС утвердил новые правила, которые позволяют производить меньше упаковочных отходов и повышают повторное использование. В правилах прописаны требования к минимальному содержанию материалов вторичного использования (до 65 % для одноразовых пластиковых бутылок к 2040 году) [5]. Распоряжение Правительства РФ №2330-р от 28 августа 2024 года «О перечне видов продукции (товаров), производство которой осуществляется с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в ее составе» [6], вступившее в силу с 1 января 2025 года, определяет перечень продукции и услуг, для которых обязательно использование вторичного сырья. Так, допустимое содержание вторичного сырья в изделиях из полиэтилена составляет 5 %, в изделиях из полиэтилентерефталата – 8 %, исключая применение вторичного сырья для потребительской упаковки пищевой продукции.

Одноразовые тапочки часто изготавливаются из легких, экономичных, как правило, нетканых материалов, этиленвинилацетата (ЭВА, EVA) или мягких пластмасс, которые делают их удобными и гигиеничными для временного использования. При этом нетканые материалы являются одним из самых популярных вариантов для изготовления одноразовых тапочек, которые используются как для верха, так и подошвы обуви. Они производятся

из волокнообразующих полимеров с широким молекулярно-массовым распределением (полипропилена, полиэтилентерефталата, полиамида) и отличаются легкостью, хорошей воздухопроницаемостью, что при использовании для одноразовых тапочек предотвращает перегрев и потоотделение стоп, химической и биологической безопасностью, что при использовании для тапочек исключают риск возникновения аллергических реакций и передачи инфекций, износостойкостью и доступной ценой.

Поливинилхлорид (ПВХ, PVC) широко используется в различных отраслях, включая производство тапочек для гостиниц главным образом в качестве материала для подошвы. Материал не пропускает воду, прочный и устойчивый к механическим повреждениям. Однако основным материалом подошвы одноразовых тапочек в настоящее время остается вспененный ЭВА, который отличает мягкость и эластичность, хорошие амортизационные свойства, что снижает нагрузку на стопы, легкость в сравнении с ПВХ, что обеспечивает дополнительное удобство в процессе носки.

При раскрое нетканых материалов из полипропилена на детали верха тапочек образуются отходы, которые сложно утилизировать, но возможно вторично перерабатывать, например, для производства упаковки (контейнеров, упаковочной плёнки и т. п.), строительных материалов, (например, в качестве компонентов для изоляции), в производстве геотекстиля, автомобильных деталей. Так же из переработанного полипропилена создают различные предметы мебели и интерьерные аксессуары.

Большая часть отходов ЭВА перерабатывается в мульчу, которая подходит для спортивных покрытий, строительных работ и напольных покрытий. В патенте US20140066530A1 [7] для вторичной переработки пены ЭВА смешивают свежую смолу ЭВА, отходы пены ЭВА, вспенивающий агент, органический пероксид и совместитель. Затем смесь нагревают до температуры, при которой пероксид разлагается и происходит сшивание. После этого из вспененной и сшитой смеси формируют изделие, в которое входят отходы пены ЭВА.

В России процесс переработки отходов из ПВХ регулируется ГОСТ Р 57044-2016, который устанавливает характеристики вторичных ПВХ, полученных из отходов. Стандарт устанавливает номенклатуру характеристик и методы испытаний для определения стабильности этих характеристик.

Сами одноразовые тапочки могут быть переработаны во вторсырьё, что позволит снизить объём мусора, который попадает на свалки, и рационально использовать природные ресурсы. Например, курорт Alila Villas Uluwatu на Бали создал лабораторию устойчивого развития, где измельчённые части тапочек становятся наполнителем для кресел-мешков [3].

Несмотря на достигнутые успехи в вопросах популяризации идей экологической безопасности и разумного потребления, в разработке технологий вторичной переработки полимерных материалов, остаются пока нерешёнными проблемы масштабируемости и рентабельности способов вторичной переработки одноразовых тапочек. Перерабатывающим предприятиям необходимо отделить элементы конструкции тапочек из разных материалов друг от друга для дальнейшей переработки данных материалов. Различная природа материалов ограничивает их вторичную переработку на одном предприятии.

Так, вторичная переработка ЭВА требует использования специальных технологий и оборудования, обусловленные используемым методом (технологией) вторичной переработки отходов ЭВА. Так, для переработки экструзией отходы ЭВА используют экструдеры с системой подачи на основе гранулятора, на основе измельчителя или с системой промывки/поплавки для очищения отходов от загрязнений перед их обработкой. Для переработки отходов полипропилена используют мощную дробилку, где сырьё измельчают до нужной фракции и промывают, отжимной пресс, с помощью которого удаляют влагу, каскадную сушилку для досушки.

Так же в зависимости от степени загрязнения отходов, используемых для вторичной переработки, переработка полимерных материалов может включать в себя механическую переработку (сортировку, измельчение, очистку отходов и т. п.), используемую для относительно чистых отходов и химическую (гидрогенизацию, пиролиз и солюцию), позволяющую перерабатывать более сложные и загрязнённые отходы и получать исходные полимерные компоненты [8].

В общем виде процесс переработки одноразовых тапочек может включать несколько технологических процессов: сбор и сортировка использованных тапочек; очистка от посторонних элементов и грязи; механическая переработка и при необходимости химическая переработка; изготовление изделий из переработанного сырья. Для внедрения полного цикла вторичной переработки одноразовых тапочек наряду с организацией комплекса, включающего участки по всем необходимым производственным процессам вторичной переработки, важным остается повышение уровня осведомленности населения о преимуществах раздельного сбора мусора и осознанного потребления.

#### Список использованных источников

1. Баранова, А. Ф. Экологические проблемы текстильной промышленности и пути их решения/ А. Ф. Баранова, С. Н. Мамедов, И. В. Погодина // Технология текстильной промышленности. Экология и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика. – 2019. – № 4 (382). – С. 170–174.
2. Ежемесячно отели США выбрасывают более 10 миллионов пар одноразовых тапочек - 08.05.24 17:15 | Пикабу. – URL: [https://pikabu.ru/story/ezhemesyachno\\_oteli\\_ssha\\_vyibrasyivayut\\_bolee\\_10\\_millionov\\_par\\_odnorazovyikh\\_tapochek\\_11395828](https://pikabu.ru/story/ezhemesyachno_oteli_ssha_vyibrasyivayut_bolee_10_millionov_par_odnorazovyikh_tapochek_11395828) (дата обращения: 10.09.2025) – Текст : электронный.
3. Рынок одноразовых тапочек, размер, расширение, исследование рынка и прогноз – 02.2025 | Verified Market Reports. – URL: <https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/disposable-slippers-market/> (дата обращения: 12.09.2025) – Текст : электронный.
4. Разделяй и перерабатывай: как управляют мусором в Германии – 20.05.2019 | Информационный портал «Germania-online». – URL: <https://germania-online.diplo.de/ru-dz-ru/wirtschaft/2219504-2219504> (дата обращения: 10.09.2025) – Текст : электронный.
5. В Европе ограничили одноразовую пластиковую упаковку и поощрили повторное использование. – URL: <https://rsbor.ru/enciklopediya-resursosberezheniya/2025-eu>

sustainable-packaging-pr/ (дата обращения: 15.09.2025) – Текст : электронный.

6. О перечне видов продукции (товаров), производство которой осуществляется с обязательным использованием определенной доли вторичного сырья в ее составе от 28 августа 2024 - docs.cntd.ru. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1307109426> (дата обращения: 18.09.2025) – Текст : электронный.

7. Способ переработки Eva : патент US20140066530A1 / Сяо Шэнь, Суй-Цзе Дж. Ю. – Оpubл. 06.03.2014.

8. Матвеев, К. С. Структура и методы рециклинга отходов обувных предприятий/ К. С. Матвеев, Е. А. Ковальчук, А. К. Новиков // «Энергоэффективность и ресурсосбережение»: материалы Белорусско-германский семинара, Минск, 2013 / Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2013. – С. 27–29.

УДК 675.6

## **Анализ параметров обезжиривания меха с применением препарата «Карделин УН» на основе моделей машинного обучения**

**Лутфуллина Г. Г., д.т.н.,  
Люлинская Я. Л., асп.**

Казанский национальный  
исследовательский  
технологический университет,  
г. Казань, Российская Федерация

*Реферат.* Целью данного исследования являлся комплексный анализ и установление количественных взаимосвязей между ключевыми параметрами технологического процесса эмульсионного обезжиривания волосяного покрова шубной овчины и эффективностью применения мощного препарата «Карделин УН». Использование этого препарата является технологически обоснованным, поскольку его многокомпонентный состав включает поверхностно-активные вещества (ПАВ) различной природы: анионные, неионогенные и катионные, а также органический растворитель. Синергетический эффект от такого сочетания компонентов обеспечивает высокое качество проведения подготовительных процессов обработки мехового сырья. Экспериментально доказано, что «Карделин УН» обладает комплексом ценных функциональных свойств: выраженным смачивающим, эффективным обезжиривающим, стабилизирующим пенообразование и бактерицидным действием. Выбраны ключевые признаки: концентрация «Карделин УН», температура рабочих растворов и продолжительность процесса обезжиривания, а также целевая переменная – содержание несвязанных