

EDN: QWEWGU
УДК 678:621.798.4

PROBLEMS OF USING POLYMERIC MATERIALS FOR TRANSPORT PACKAGES

Tatiana I. Chalykh^{*1,2}, Elena S. Korneva², Dmitry G. Popandopulo¹

¹Russian Biotechnological University, Moscow, Russian Federation

²Plekhanov Economic University, Moscow, Russian Federation

Received 10.03.2025, approved after reviewing 21.03.2025, accepted 25.06.2025

Abstract. The article discusses the problem of using polymeric materials to form transport cargo packages, which is a necessary stage in the logistics system. This technology is used when shipping goods from manufacturers and in distribution centers of large retail enterprises. Paper shows that the main method of fastening packages on a pallet using stretch film leads to large expenditures of material resources and increases the volume of waste of trade enterprises. The research of various samples of polyethylene film used to fasten a transport package was conducted. The results of comparative studies of the properties of primary and secondary stretch film during experimental operation during cargo transportation are discussed. The results of comparative studies of the properties of primary and secondary stretch film during experimental operation during cargo transportation are being discussed.

Keywords: packaging, stretch film, cargo fastening, secondary polymer, trial operation.

Citation: Chalykh, T. I., Korneva, E. S., Popandopulo, D. G. (2025). Problems of using polymeric materials for transport packages. In: Trade, service, food industry. Vol. 5(2). Pp. 232–242. EDN: QWEWGU



ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПАКЕТОВ

Татьяна Ивановна Чалых^{*1,2}, Елена Сергеевна Корнева²,
Дмитрий Григорьевич Попандопуло¹

¹Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
Москва, Российская Федерация

²Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова,
Москва, Российская Федерация

Аннотация. В работе обсуждается проблема использования полимерных материалов для формирования транспортных грузопакетов, что является необходимой стадией в системе логистики. Эта технология используется при отгрузке товаров от производителей и в распределительных центрах крупных предприятий торговли. Показано, что основной метод скрепления пакетов на поддоне с помощью стретч-пленки приводит к большим затратам материальных ресурсов и увеличивает объем отходов предприятий торговли. Проведена экспертиза разных образцов полиэтиленовой пленки, использованной для скрепления транспортного пакета. Обсуждаются результаты сравнительных исследований свойств первичной и вторичной стретч-пленки в процессе опытной эксплуатации при перевозке груза. Предложены более экономные решения для формирования пакета с применением вторичных

полимеров. Обсуждается возможность альтернативного подхода к формированию транспортных пакетов с применением многократного применения скрепляющих эластичных лент.

Ключевые слова: упаковка, стретч-пленка, скрепление груза, вторичный полимер, опытная эксплуатация.

Цитирование: Чалых, Т. И. Проблемы применения полимерных материалов для формирования транспортных пакетов / Т. И. Чалых, Е. С. Корнева, Д. Г. Попандопуло // Торговля, сервис, индустрия питания. – 2025. – № 5(2). – С. 232–242. – EDN: QWEWGU



Введение / Introduction. Полимерные материалы широко распространены для упаковки пищевых продуктов, находящихся в тесном контакте с ними. Поэтому к таким материалам предъявляют высокие требования по качеству и безопасности [1]. Потребительская первичная и вторичная упаковка обеспечивает выполнение защитной, информационной и рекламной функций, а также удобство использования и распределения, повышает сроки хранения товаров в торговых предприятиях. Кроме неё есть транспортная, третичная, упаковка и более широкий круг материалов, которые необходимы для упрочнения групповой упаковки, скрепления грузов при формировании транспортного грузопакета на поддоне (паллете), в том числе с использованием полимерных материалов. По данным транспортных компаний, около 50% затрат (из общей суммы приобретения вспомогательных материалов для формирования грузов) приходится на приобретение средств пакетирования – паллет (деревянных или полимерных).

Упаковка груза – важный этап в организации грузоперевозок. Так как грузоперевозки сопряжены со многими факторами риска, есть необходимость специальной защиты грузов и упаковки. Известно, что упаковка груза – это обязанность грузоотправителя. Поэтому от качества пакетирования зависит не только сохранность упакованного товара, но и качество первичной и вторичной упаковки (картонный ящик, мешок). В настоящее время наибольшее распространение получила технология укладки продукции на деревянные или пластиковые поддоны. Стандартный поддон является универсальной тарой, предназначенной для транспортировки, погрузки, разгрузки и складирования продукции, и одновременно средством пакетирования [2]. В транспортной логистической цепи известные распределительные центры предъявляют строгие требования к качеству формирования транспортных пакетов. Оптимально эти требования сформулированы в ГОСТ 26663 [3].

Скрепляют пакеты, как правило, двумя способами: обвязка проволокой или жесткой полимерной лентой с использованием специальных замков и оборачивание полимерной пленкой. Для скрепления штучных грузов (коробки, ящики картонные) используют полимерную пленку. Поскольку требования стандартов не всегда успевают за развитием ассортимента современных материалов, в стандарте [3] не указано, какие именно полимерные пленки применяются. Единственное требование – это толщина пленки: для грузов массой до 0,5 тонн до 0,1 мм; массой 0,5 – 0,7 тонн от 0,1 до 0,15 мм; массой 0,7 – 1,0 тонн пленка может иметь толщину 0,15 – 0,3 мм.

Применяемая ранее термоусадочная полимерная пленка в настоящее время заменена более удобной стретч-пленкой, которая используется как для машинного, так и для ручного формирования грузопакетов. Полимерные стретч-пленки самый популярный материал для паллетирования и групповой упаковки картонных ящиков и прочих видов тары. Главная особенность такой пленки – это высокая адгезионная прочность, то есть способность слоев контактировать между собой при намотке, способность слоев пленки блокироваться друг с другом при соединении и вместе с тем

не прилипать к обертываемому содержимому. Слои пленки блокируются друг с другом при многократном нанесении на упаковываемую поверхность, обычно по кругу. Однако эти пленки являются расходным материалом и значительно увеличивают общий объем отходов полимеров. Поэтому использование вторичных материальных ресурсов стало важным в экономике замкнутого типа.

Цель работы – провести экспертизу полимерных пленок для упаковки грузов, описать результаты опытной эксплуатации вторичных полимерных пленок, применяемых для скрепления груза, и обсудить вопрос альтернативных способов скрепления.

Основные задачи экспертизы были следующими.

1. Произвести сравнительную характеристику методом опытной эксплуатации выбранных для эксперимента образцов пленки с учетом требований скрепления грузовых пакетов с грузом массой до 1 тонны, таких как «рыбная консервация».

2. Проверить соответствие массы рулонов брутто и нетто, заявленных поставщиками пленок в сопроводительных документах.

3. Определить прозрачность пленки, проверить возможность свободно контролировать количество картонных ящиков, видеть информацию в сопроводительной документации и беспрепятственно считывать сканером штрих-код продукции.

4. Выявить стойкость к разрывам в момент перевозки и вибрационной нагрузки на автомобильном транспорте (опытная эксплуатация).

5. Произвести сравнительный анализ расчетов расхода пленки опытным экспериментом и расчетным методом.

Материалы и методы / Materials and Methods. Среди вариантов стретч-пленки для ручной намотки, которую применяли для скрепления транспортных пакетов, были выбраны образцы полиэтиленовой пленки ПЭНД от разных производителей, изготовленные с применением первичного ПЭ (1 сорт) и с использованием в составе вторичного материала (2 сорт, эконо). Плотность полимера составляет 0,92 г/см². Основной метод исследования – опытная эксплуатация транспортного пакета в процессе транспортирования. Рассчитан расход пленки для формирования пакета. Проведена сравнительная оценка просвечиваемости многослойной упаковки визуальным методом. Таким образом, методы исследования, которые применяли в данной работе: гравиметрический, расчетный, экспертный и метод опытной эксплуатации.

Полученные результаты и их обсуждение / Results and Discussion. В соответствии с поставленной задачей были проанализированы по ценовой модели, по глубине ассортимента более 15 поставщиков полимерной пленки. При выборе пленки для скрепления грузов учитывались основные характеристики категории товаров «рыбная консервация» (жестяная банка), такие как вес, объем, упаковка. Для сравнительного анализа выбраны три поставщика, у каждого из которых были произведены закупки образцов полиэтиленовых стретч-пленок толщиной 15 и 20 мкм. Характеристика объектов исследования приведена в табл. 1 [4].

Основные характеристики пленок соответствуют требованиям ГОСТ 10354 [5]. Расход стретч-пленки при ручной намотке не стандартизован, поэтому для сравнительного анализа мы установили способ намотки и рассчитали стандартный расход пленки. Представляла определенную трудность оценка длины пленки в рулоне, поэтому с помощью весового и расчетного метода провели такое сравнение. Массу рулона определяли весовым методом с помощью весов марки Merteck M-ER 122 с точностью 0,001 г. Рулон вместе с втулкой взвешивали на весах, отдельно оценивали массу втулки для рулона, чтобы делать расчет, используя только массу нетто пленки.

Таблица 1. Характеристика объектов исследования
Table 1. Characteristics of research objects

№ обр.	Полимер	Наименование	Изготовитель	Толщина, мкм	Ширина рулона, см	Масса рулона без втулки, г
1	ПЭНД	Стретч-пленка прозрачная	«Фабрика 1»	15 20	50	1825,0
2	ПЭНД	Стретч-пленка прозрачная	«Фабрика 2»	15 20	50	1820,0
3	ПЭНД	Стретч-пленка прозрачная	«Фабрика 3»	15 20	50	1822,0
4	ПЭНД вторичный	Стретч-пленка полупрозрачная	«Фабрика 2»	20	50	1820,0
5	ПЭНД вторичный	Стретч-пленка прозрачная	«Фабрика 3»	15 20	50	1822,0

На следующем этапе расчетным методом определили длину каждого образца. Расчет длины рулона в нерастянутом состоянии проводили по формуле:

$$L = \frac{m}{ahd} 10^6.$$

Здесь: L – длина пленки м; m – масса рулона нетто кг; a – ширина пленки мм; h – толщина пленки (мкм); d – плотность полимера в г /см³ (равное 0,92); 10^6 – переводной коэффициент единиц измерения. Результаты измерения приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты измерений длины стретч-пленки в рулоне
Table 2. Results of measurements of the length of stretch film in a roll

№ обр.	Наименование	Изготовитель	Толщина, мм	Ширина рулона, см	Масса рулона нетто, г	Длина пленки, м
1	Стретч-пленка первичная	«Фабрика 1»	15 20	50	1825,0	264,49 198,37
2	Стретч-пленка первичная	«Фабрика 2»	15 20	50	1820,0	263,76 197,82
3	Стретч-пленка первичная	«Фабрика 3»	15 20	50	1822,0	264,05 198,04
4	Стретч-пленка вторичная	«Фабрика 2»	15 20	50	1822,0	264,05 198,04
5	Стретч-пленка вторичная	«Фабрика 3»	20	50	1820,0	263,76

В итоге можно сделать вывод, что все исследуемые образцы имеют практически одинаковую массу нетто, различия минимальны, но пленка толщиной 15 мкм на 25% длиннее, чем пленка с показателем 20 мкм.

Следующим этапом работы был расчет расхода пленки для формирования паллета. Определили количество паллет, на которое израсходован 1 рулон пленки методом опытной эксплуатации и расчетным путем.

На деревянный стандартный поддон размером 1200×800×145 мм укладывали картонные ящики с рыбной консервацией одного артикула. Картонный ящик имел размеры 400×265×135 мм. Ящики укладывали согласно схеме: по 9 ящиков в одном ряду, количество таких рядов на поддоне 12, всего 108 ящиков на поддоне (рис. 1,2).

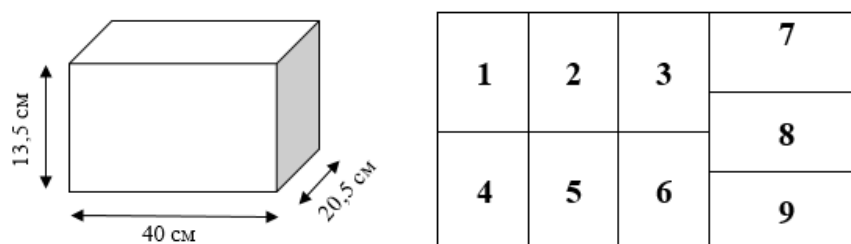


Рисунок 1. Габариты картонного ящика и схема расстановки ящиков на поддоне
Figure 1. Dimensions of a cardboard box and the layout of boxes on a pallet

При оборачивании паллета пленкой прилагали усилие для растяжения пленки, старались растягивать пленку равномерно по всей длине паллета, прикрепляя каждый слой пленки друг на друга нахлестом. Средняя ширина нахлеста составляла порядка 10 см, это позволяло оборачивать паллет равномерно. Оборачивали пленкой весь паллет в четыре слоя, нижний ряд у основания паллета для хорошей фиксации основания паллета оборачивали дополнительно еще двумя слоями, цепляя пленку за опору паллета.

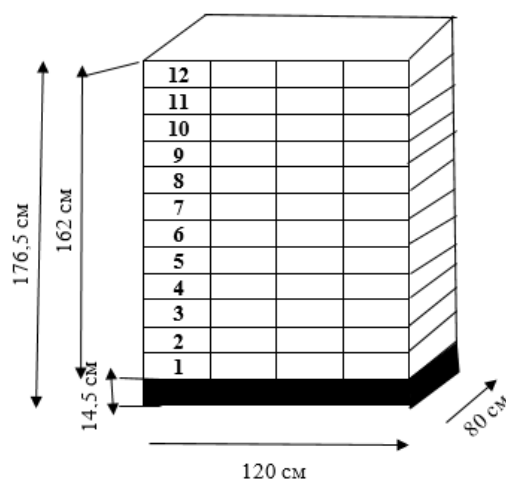


Рисунок 2. Схема поддона с упакованной продукцией
Figure 2. Pallet with packaged products (schematic)

Экспериментальным путем получили следующие результаты. Одним рулоном пленки возможно обмотать (с соблюдением всех требуемых условий) полных 3 паллета с продукцией (рис. 3).



Рисунок 3. Формирование грузопакета ручным способом с использованием стретч-пленки. Фото авторов
Figure 3. Manual formation of a cargo package using stretch film. Photo by the authors

Расход пленки провели расчетным методом, используя схему обмотки паллета. На рис. 4 наглядно видно, что количество оборотов стретч-пленки в один слой с учетом нахлеста основания и верхней части паллета составило 5.

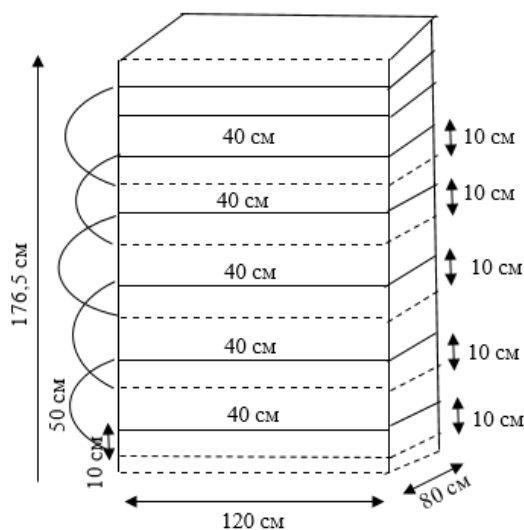


Рисунок 4. Схема наложения слоев стретч-пленки
Figure 4. Scheme of superposition of stretch film layers

Исходили из условий, что периметр паллета равен 4 м, посчитали расход пленки на обмотку 1 слоя, при этом учитывали, что расход пленки идет в растянутом состоянии (на 150%). Таким образом расход пленки на 1 слой составил 20 м, а для обмотки паллета в 4 слоя понадобится 80 м пленки. Учитывая, что основание паллета дополнительно оборачивается двумя слоями пленки, добавляем к расходу еще 8 м. Таким образом 88 метров растянутой пленки необходимо для обмотки одного стандартного паллета с продукцией. На основании результатов, приведенных в табл. 2, длину пленки в одном рулоне приняли равной 265 м, следовательно, из одного рулона формировали 3 паллета. Результаты экспериментального и расчетного методов практически совпали.

Для опытной эксплуатации каждым образцом исследуемых пленок произвели ручную обмотку по одному паллету с продукцией «рыбная консервация» пленкой толщиной 15 и 20 мкм. На деревянный стандартный поддон 1200x800 мм массой 20 кг уложили картонные ящики с одинаковой продукцией и одинаковыми параметрами, как это указано на рис.2. Пленку надежно закрепили у основания паллета, равномерно произвели намотку четырьмя слоями пленки по всей длине паллета, произвели нахлест пленки на верхние углы картонных ящиков, как это показано на рис. 3.

Внешние габариты грузового пакета с продукцией: высота поддона с ящиками составила 180 см; масса брутто каждого поддона с продукцией 955 ± 1 кг. Внешний вид паллет, скрепленных пленкой, приведен на рис. 5.

Все упакованные грузовые пакеты загрузили в автомобиль, расстояние маршрута определили 20 км. Разработали маршрут автомобиля с учетом разного скоростного движения (автомагистраль и черта города с большим количеством светофоров), усложнили маршрут через железнодорожный переезд, а также движение по участку грунтовой дороги длиной в 1 км.



Рисунок 5. Паллет с упакованной продукцией перед погрузкой. Фото авторов
Figure 5. Pallet with packaged products before loading. Photo by the authors

При выгрузке паллет с продукцией было установлено, что стретч-пленка исходной толщиной 15 мкм, представленная всеми тремя поставщиками, не подходит для упаковки транспортных пакетов с рыбной консервацией. Пленка 15 мкм (поставщики 2 и 3) надорвалась у основания паллета, тем самым нижний ряд картонных ящиков остался без укрытия пленки. Кроме того, нарушилась изначально ровная укладка ящиков, а это привело к «выступанию за края» деревянного поддона картонных ящиков. Данный факт недопустим при сдаче продукции на распределительные центры крупных сетевых магазинов. Пленка 15 мкм, представленная поставщиком 1, также не выдержала испытаний. Разрывы пленки произошли не только у основания паллета, но также и по боковой части груза (рис. 6).



Рисунок 6. Разрывы стретч-пленки (толщина 15 мкм) в середине паллета при автоперевозке. Фото авторов
Figure 6. Tears in stretch film (15 μm thick) in the middle of a pallet during road transport. Photo by the authors

Образцы пленки толщиной 20 мкм всех представленных производителей, уложенные в 4 слоя, продемонстрировали надежную упаковку грузов. Продукция после

транспортировки не выступала за края поддона, осталась также надежно закреплена на паллете, не имела разрывов и повреждений (рис. 7).



Рисунок 7. Паллет со стретч-пленкой (толщина 20 мкм) после испытания. Фото авторов
Figure 7. Pallet with stretch film (20 μm thick) after testing. Photo by the authors

В результате опытной эксплуатации было показано, что пленка толщиной 15 мкм, невзирая на более высокие экономические показатели (большая длина и меньшая стоимость), непригодна для формирования транспортного грузопакета.

Поскольку вторичная пленка менее прозрачна, было важно определить, возможно ли считывание информации на товарно-сопроводительных документах, заложенных внутрь пленки. Для определения прозрачности пленки применяли два метода испытаний. Первый метод состоял из подготовки отрезков пленки по 20 см для каждого исследованного образца, которые аккуратно накладывали один слой на другой, не прикладывая усилий для растяжения пленки стопкой в 6 слоев. Под стопку пленок размещали текст с разной высотой шрифта. Визуально оценивали возможность прочтения информации со шрифтом стандартного размера, а именно 14, 18, 22 пт на расстоянии 0,5 м. Оценивание прозрачности пленки по возможности различения текста и штрих-кодов проводили экспертным методом по балльной оценке: от 5 (отлично) до 1 (очень плохо). Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты определения прозрачности вторичной стретч-пленки толщиной 20 мкм разных производителей экспертным методом

Table 3. Results of determining the transparency of secondary stretch film with a thickness of 20 μm from different manufacturers using the expert method

Размер шрифта	Фабрика 1	Фабрика 2	Фабрика 3
14 пт	5	4	3–4
18 пт	5	4	4
22 пт	5	4–5	4

Данный метод позволил установить, что все исследуемые образцы пленки имеют достаточную прозрачность для чтения шрифта 14, 18, 22 на расстоянии вытянутой руки.

Определили возможность чтения вышеуказанного шрифта на расстоянии 1 м. Метод позволил установить, что представленные образцы пленки 1 сорта дают хорошую возможность прочтения информации на расстоянии 1 м, информацию видно четко. Пленки 2 сорта имеют большую мутность, информация слегка «размыта», но возможность прочитать ее остается. Экспертный метод применили для визуализации текста и определения пригодности использования вторичной пленки при намотке в 6

слоев. Все образцы пленки выдержали испытание, границы картонных ящиков с продукцией хорошо просматриваются и их можно сосчитать.

Третьим этапом определения прозрачности пленки опытным путем установили возможность прочтения ярлыка с наименованием продукции на 1 и 2 ярусе склада. Все упакованные пленкой в 6 слоев поддоны с продукцией дают возможность легко прочесть информацию на ярлыке. Далее разместили все поддоны с продукцией на 2-й ярус стеллажа. Расстояние от пола составляет более 2 метров. На поддонах с образцами пленок 1 и 2 сортов хорошо видно количество уложенных слоев картонных ящиков. Наименование продукции с кодом достаточно хорошо определяется у образцов с пленкой 1 сорта, у образцов с пленкой 2 сорта наименование видно размыто, но все же его возможно прочесть.

Четвертым этапом определили возможность беспрепятственно считывать коды ТСД продукции на каждом картонном ящике, уложенном на поддоне, скрепленном в 6 слоев пленкой (рис. 8). Определили, что все штрих-коды легко считываются через пленку в 6 слоев, нет никаких препятствий для осуществления приема продукции на складе.



Рисунок 8. Пример штрих-кода через вторичную стретч-пленку в 6 слоев

Figure 8. Example of a barcode through secondary stretch film in 6 layers

Усложнение задачи машинного считывания показало, что если на паллет с продукцией, высота которого составляет 2 метра, наматывали 8 слоев исследованной вторичной стретч-пленки, то сканером для считывания кодов продукции ТСД читались штрих-коды на каждом паллете.

Расчеты показали, что применение вторичной ПЭ пленки взамен первичной (толщиной не менее 20 мкм) для скрепления груза позволяет экономить с каждых 10 кг (приблизительно 17 паллет) 1100–1200 руб. Если учесть, что через логистические центры проходят огромные объемы грузов ежедневно, транспортные пакеты имеют массу свыше 1 тонны, то объемы отходов пленки на предприятиях торговли значительны. Таким образом, не только рядовые потребители, но и торговля как вид деятельности вносит огромный вклад в рост отходов полимерных и других упаковочных материалов. Во всем мире рост отходов составляет ежегодно до 6% по данным [6].

В связи с этим мы высказали предложение, что можно сократить количество отходов одноразовой упаковочной стретч-пленки, если использовать для скрепления транспортного пакета многоразовую эластичную ленту, которая надевается и снимается, а затем возвращается вместе с поддонами в логистический центр. В этом случае значительно снижается объем отходов упаковки. Для рассматриваемого

примера установлено, что с каждых 100 паллет можно сохранить около 60 кг полиэтиленовой стретч-пленки. Таким образом, не только идет экономия за счет уменьшения стоимости пленки, но и возникает значительный экологический эффект в виде сокращения количества отходов, которые нужно будет перерабатывать. В работе [7] рассматривали предложения для вторичного использования отходов не вулканизированного натурального каучука и синтетического полиизопрена, которые образуются в виде отходов в пищевой промышленности. Такие ленты-стяжки можно производить и из отходов пищевой промышленности, что позволит решить проблему снижения отходов при формировании транспортных пакетов. Такое упаковочное решение приведет к снижению отходов упаковочных термопластов или полного отказа от их использования в транспортной упаковке за счет применения эластомеров.

Выводы и дискуссионные вопросы / Conclusions. Результаты работы показывают, что метод опытной эксплуатации, расчетный и экспертный методы помогают оценить пригодность вторичных полиэтиленовых пленок для практического использования при формировании транспортного грузопакета.

В результате проведенного экономического анализа были даны рекомендации дистрибьютерской компании использовать для скрепления транспортных грузопакетов полиэтиленовую стретч-пленку ПЭНД толщиной 20 мкм 2 сорта с вложением вторичного полимера от производителя «Фабрика 2», которая представила наилучшие условия по соотношению «качество/цена». Это позволит одновременно снизить экологические проблемы и получить экономический эффект от использования вторичной пленки, которая в дальнейшем также может быть дополнительно собрана и переработана при условии соблюдения требований Российского экологического оператора.

Предлагается взамен одноразовой стретч-пленки для скрепления транспортного пакета использовать эластичные ленты-стяжки многократного использования, что позволит на каждые 100 паллет сохранить около 60 кг полиэтиленовой стретч-пленки. Для изготовления таких эластичных лент можно использовать как добавку и отходы каучука, образующегося в пищевой промышленности (например, отходы жевательной резинки).

Библиографический список

1. Технический регламент Таможенного Союза 005/2011 «О безопасности упаковки» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902299529> (дата обращения: 10.03.2025).
2. ГОСТ 33757-2016. Поддоны плоские деревянные. Технические условия [Текст]. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 18 с.
3. ГОСТ 26663-85. Пакеты транспортные. Формирование с применением средств пакетирования. Общие технические требования [Текст]. – Москва : Стандартинформ, 2001. – 7 с.
4. Корнева, Е. С. Товарный менеджмент и экспертиза полимерных пленок для упаковки грузов: выпускная квалификационная работа бакалавра; Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова. – Москва, 2021. – 62 с.
5. ГОСТ 10354-82. Пленка полиэтиленовая. Технические условия [Текст]. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 22 с.
6. Рециклинг упаковки и биоразлагаемые полимерные материалы: монография [Текст] / М. Г. Балыхин, И. А. Кирш, М. И. Губанова [и др.]. – Москва : Проспект, 2021. – 304 с.
7. Попандопуло, Д. Г. Применение отходов жевательной резинки как вторичного материала [Текст] / Д. Г. Попандопуло, Т. И. Чалых // Товаровед

продовольственных товаров. – 2024. – № 11. – С. 677–679. DOI: 10.33920/igt-01-2411-08.

References

1. Technical Regulations of the Customs Union 005/2011 "On packaging safety". [Electronic source] URL: <https://docs.cntd.ru/document/902299529> (Date of access: 10.03.2025).
2. GOST 33757-2016. The pallets are flat wooden. Technical specifications (2019). Moscow : Standartinform, 18.
3. GOST 26663-85. Transportation packages. Formation using bundling tools. General technical requirements (2001). Moscow : Standartinform, 7.
4. Korneva, E. S. (2021). Commodity management and expertise of polymer films for cargo packaging: bachelor's thesis; Plekhanov Russian University of Economics. Moscow, 62.
5. GOST 10354-82. The film is polyethylene. Technical specifications (2007). Moscow : Standartinform, 22.
6. Balykhin, M. G., Kirsh, I. A., Gubanova, M. I. [et al.] (2021). Packaging recycling and biodegradable polymer materials: monograph. Moscow : Prospekt, 304.
7. Popandopulo, D. G., Chalykh, T. I. (2024). The use of chewing gum waste as a secondary material. *Tovaroved prodovolstvennykh tovarov*, 11, 677–679. DOI: 10.33920/igt-01-2411-08.

Сведения об авторах:

Чалых Татьяна Ивановна – доктор химических наук, профессор кафедры промышленного дизайна, технологии упаковки и экспертизы, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ);
профессор кафедры товарной экспертизы и таможенного дела, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова
ORCID: 0000-0003-0871-9020
e-mail: chalyhti@mgupp.ru, tchalykh.ti@rea.ru

Корнева Елена Сергеевна – студент, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова

Попандопуло Дмитрий Григорьевич – аспирант, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)
ORCID: 0009-0004-3271-681X
e-mail: dpopandopulo@gmail.com

Information about the authors:

Chalykh Tatiana Ivanovna – Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Industrial Design, Packaging Technology and Expertise, Russian Biotechnological University;
Professor of the Department of Commodity Expertise and Customs Affairs, Plekhanov Economic University
ORCID: 0000-0003-0871-9020
e-mail: chalyhti@mgupp.ru, tchalykh.ti@rea.ru

Korneva Elena Sergeevna – Student, Plekhanov Economic University

Popandopulo Dmitry Grigorievich – Postgraduate, Russian Biotechnological University
ORCID: 0009-0004-3271-681X
e-mail: dpopandopulo@gmail.com