ОПТИМИЗАЦИЯ УПАКОВКИ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ГРУЗОВ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Дугаева Дарья Николаевна
Магистрант
Владивостокский государственный университет

Белозерцева Наталья Петровна
кандидат экономических наук
Владивостокский государственный университет

Аннотация

В статье рассмотрены методы введения в логистическую отрасль аддитивных технологий и их применение в производстве транспортной упаковки, что позволяет вторично перерабатывать упаковочные материалы и многократно использовать готовые образцы, что повышает устойчивость процесса транспортировки.

Ключевые слова: логистика, аддитивные технологии, упаковка, 3D-печать, транспортировка.

Annotation

The article discusses the methods of introducing additive technologies into the logistics industry and their application in the production of transport packaging, which allows packaging materials to be recycled and ready-made samples to be reused, which increases the stability of the transportation process.

Keywords: logistics, additive technologies, packaging, 3D-printing, transportation.

Актуальность данной темы исследования раскрывается в современных условиях глобализации и роста электронной коммерции, оптимизация упаковки и транспортировки товаров становится критически важной для повышения эффективности логистических процессов и улучшения условий транспортировки и защиты продукции с особыми требованиями к перевозке. Аддитивные технологии, такие как 3D-печать, предлагают инновационные решения для создания индивидуализированных упаковок, которые могут значительно снизить затраты и улучшить качество транспортировки посредством создания индивидуальной упаковки

для специфических типов грузов, которые требовательны к условиям транспортировки и хранения.

При этом помимо актуальности данной темы выделяется и научная новизна данной работы, заключающаяся в исследовании применения аддитивных технологий для создания упаковочных решений, которые не только соответствуют требованиям безопасности и защиты товаров, но и способствуют снижению экологического следа за счет использования переработанных материалов и уменьшения объема отходов.

Аддитивные технологии в настоящее время являются одним из наиболее развивающихся направление «цифрового» производства. Материалы, применяемые для технологии 3D-печати – это эластичный и виброизолирующий силикон, а так же различные пластики, обладающие определенными механическими свойствами, что позволяет их применять в качестве материала для печати упаковок для специфического типа грузов[2].

Целью исследования в данной статье являются разработка и внедрение аддитивных технологий для оптимизации упаковки и транспортировки товаров.

Для раскрытия данной цели необходимо решить следующие задачи: провести анализ текущих методов упаковки и транспортировки товаров специфического типа, исследовать возможности аддитивных технологий для создания индивидуализированных упаковок, разработать последовательность шагов для создания упаковок с использованием 3D-печати, оценить эффективность разработанных решений в реальных условиях логистики, провести анализ экологических преимуществ применения аддитивных технологий.

Для достижения цели и решения поставленных задач были использованы такие методы, как: литературный обзор и анализ существующих исследований в области аддитивных технологий и логистики, теоретическая оценка эффективности внедрения печатных упаковок, экологический анализ воздействия нововведения на окружающую среду.

К примерам использования аддитивных технологий при печати упаковок, описанным в литературе, и находящим своё использование в производстве относятся:

1. индивидуализированные упаковки для хрупких товаров (компании, занимающиеся производством и доставкой хрупких товаров, таких как электроника или медицинское оборудование, используют 3D-печать для создания упаковок, идеально подходящих по форме и размеру, это позволяет значительно снизить риск повреждений при транспортировке);

2. оптимизация пространства в транспортных контейнерах (аддитивные технологии позволяют создавать упаковочные решения, которые максимально эффективно используют пространство в транспортных контейнерах, это особенно важно для международных перевозок, где стоимость транспортировки зависит от объема груза);

3. экологически чистые упаковочные материалы (использование биоразлагаемых и переработанных материалов в 3D-печати упаковок способствует снижению экологического следа, например, некоторые компании уже используют PLA (полилактид) для создания упаковок, которые полностью разлагаются в природных условиях);

4. быстрое прототипирование и тестирование упаковок (аддитивные технологии позволяют быстро создавать и тестировать прототипы новых упаковочных решений, это ускоряет процесс разработки и внедрения инноваций, что особенно важно в условиях быстро меняющегося рынка[1]).

Для транспортировки хрупких товаров и изделий, изначально настроенных по реперным точкам, заводские настройки которых строго регламентированы и не должны быть изменены или сбиты, необходима транспортировка при использовании жесткого варианта качественной упаковки. Кроме того, он идеально подходит для перемещения любых крупногабаритных предметов и изделий. Традиционная упаковка состоит из контейнеров определенного ассортимента с дальнейшей ручной доработкой (наполнители, крепления) под конкретную упаковочную единицу. Посуда, автозапчасти разных форм и размеров, стекло и керамика, мототехника и станки с заводскими настройками — это только небольшая часть конкретных товаров, которые помещаются в жесткую упаковку. Также к не менее распространенным видам упаковки груза относится жесткий короб. Минусами жесткой упаковки, касательно специфических грузов, является неспособность её к кастомизации, с учетом специфических запросов заказчика. В жесткой упаковке товар закрепляется при помощи пенопласта и пеноплекса, которых требуется большое количество для увеличения безопасности перевозки грузов, а также возможно их смещение относительно поверхности груза, что увеличивает риски брака при транспортировке.

Жесткая тара занимает больше места на складе, требует значительного пространства при транспортировке [3]. По эргономике ей трудно конкурировать с печатной упаковкой, занимающей в разы меньше места и обеспечивающей плотное прилегание к конуру груза и рабочим поверхностям для стабильности перевозки и

защиты от излишних вибраций. Использование упаковочной продукции на полимерной основе сокращает расходы на транспортировку и хранение.

Внедрение аддитивных технологий в логистику, а в частности 3D-печать упаковочных панелей, позволяет перевозить и хранить с наименьшими потерями рабочего пространства и улучшением условий хранения специфические грузы, требующие особые условия транспортировки.

Процесс создания печатной упаковки состоит следующих этапов.

Этап 1 - происходит построение 3D-модели упаковки согласно электронной модели груза методом эквидистантного построения с учетом заданного заказчиком припуска согласно технологическим характеристикам разных рабочих поверхностей и заводских настроек;

Этап 2 - электронная модель груза (рисунок 1) разделяется на сектора, из которых выбираются те, которые непосредственно будут соприкасаться с поверхностями обрешетки и те, которые являются особо ответственными, они и будут давать базу для построения упаковочных панелей.

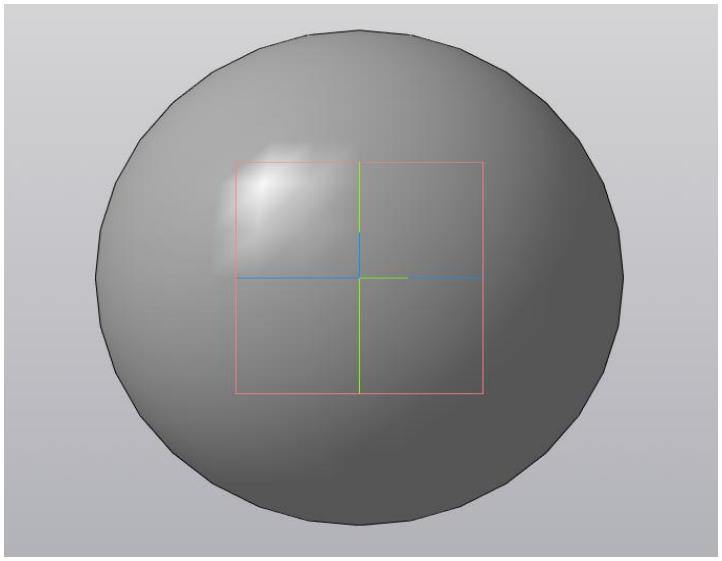

Рисунок 1 - Пример электронной модели груза

Упаковочная панель имеет две рабочие плоскости, одна из плоскостей полностью повторяет внешнюю поверхность груза, другая располагается параллельно, она вписывает упаковку в контур обрешетки (рисунок 2).

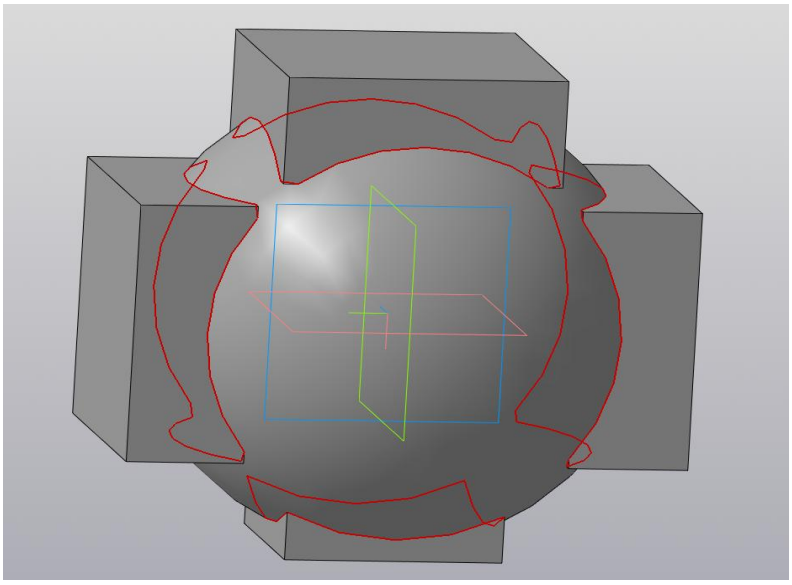

Рисунок 2 - Конструкция упаковочных панелей
- повторение внешней поверхности груза

Рабочая плоскость изготавливается с учетом расположения ребер жесткости обрешетки и повторяет их внутреннюю поверхность, что ограничивает степени свободы панели, а, следовательно, и параметры её передвижения в пространстве (рисунок 3).

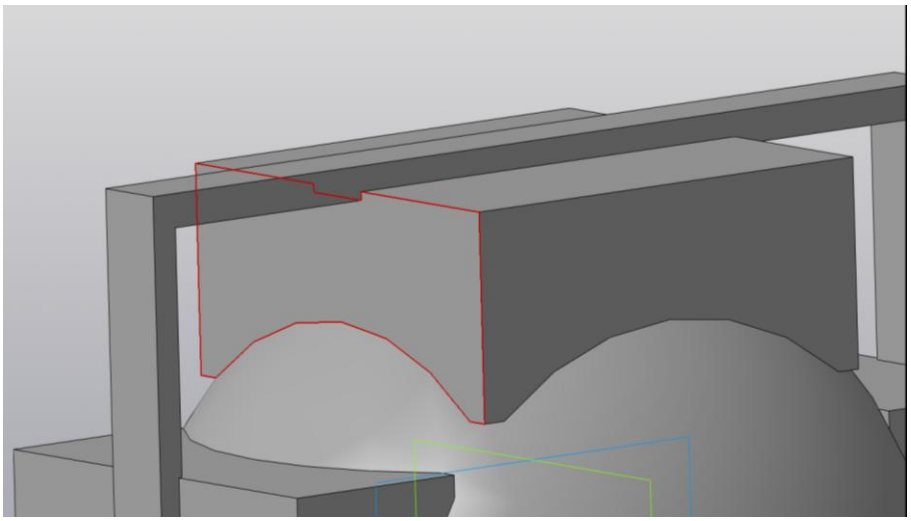

Рисунок 3 - Конструкция упаковочных панелей –
повторение внутренней поверхности обрешетки

Данная конструкция панели позволяет ей жестко держаться в упаковке и фиксировать груз без дополнительных элементов конструкции (рисунок 4).

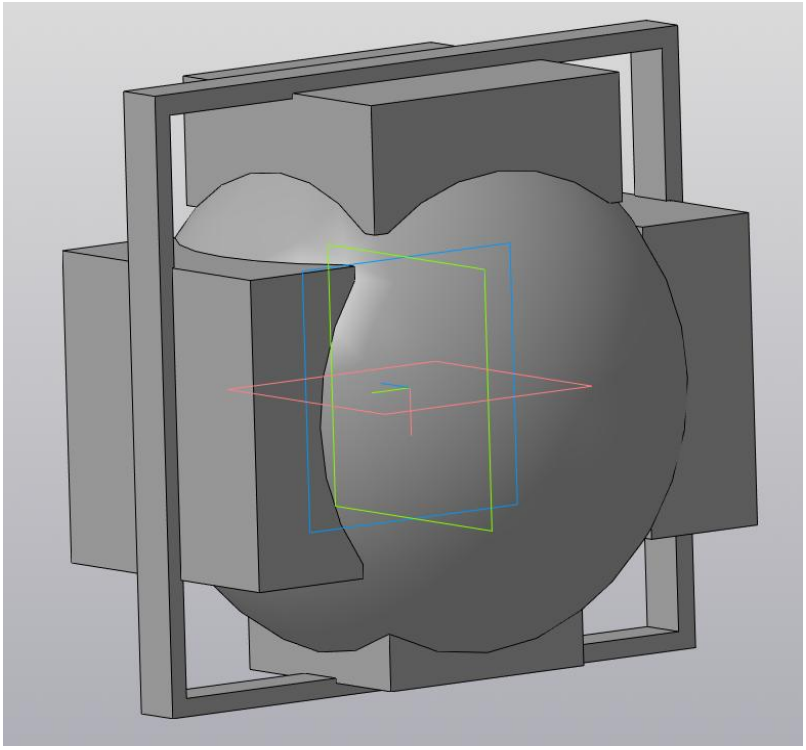

Рисунок 4 - Расположение упаковочных панелей относительно груза и обрешетки

Этап 3 - после разработки конструкции, и создания электронных моделей, происходит печать упаковочных панелей на крупногабаритном 3D-принтере F2 Gigntry, который используется на производстве для печати оснасток под изготовление панелей обшивок.

Обязательным условием изготовления данных приспособлений для перевозки грузов специфического типа, относится наличие электронной модели упаковываемого товара.

Заключающим этапом упаковки данным методом является закрепление и стыковка упаковочных панелей между грузом и обрешеткой и создание тем самым жесткой конструкции, снижающей излишние вибрации и риск повреждения товара при его транспортировке.

Данный метод подходит для упаковки грузов специфического типа, к которым относятся производственные станки с регламентированными заводскими настройками и изделия из хрупких материалов, а также произведения искусства. Использование описываемого метода позволяет внедрить технологию 3D-печати в логистику, снизить риски повреждения грузов при транспортировке, уменьшить колебания и вибрации, вызывающие отклонения доставляемого товара от его исходного состояния.

С экологической точки зрения, пенопласт и пеноплекс считаются долговечными материалами. Однако стоит отметить, что со временем велика вероятность того, что пенопласт начнет крошиться при попадании на него солнечных лучей или иных факторов окружающей среды. Для продления жизни материала стоит позаботиться о том, чтобы он был защищен от механического и атмосферного воздействия. Следовательно, данные материалы, используемые повсеместно в упаковке, вредны для экологии, так как срок их разложения составляет больше 100 лет и они не имеют возможности для вторичной переработки. Следствием использования пенопласта и пеноплекса является попадание частиц пенополистирола в водные системы и почву в результате неправильного обращения с отходами.

Более рентабельным и экологически безопасным методом упаковки является создание упаковочных панелей на 3D-принтере из пластиков и силикона. Данный метод имеет существенное преимущество – возможность вторичного производства, так как пластики не теряют своих базовых свойств при их активном использовании, а также легко переплавляются при помощи экструдера в пластиковую нить, которая в последующем заправляется в 3D-принтер с возможностью дальнейшей печати изделий, готовых к дальнейшему использованию.

Таблица 1 - Итоговая таблица

Критерии сравнения / Методы упаковки	Сохранность груза	Экология	Экономика
Традиционные (пенопласт/пеноплекс)	средняя, поскольку не соблюдаются точное соблюдение форм упаковываемого изделия. Упаковка имеет значительный вес, который при смещении заданного положения при транспортировке может привести к порче товара	пенопласт и пеноплекс имеют свойство крошиться при попадании на него солнечных лучей или иных факторов окружающей среды, что делает невозможным вторичную переработку упаковки и возможность повторного её использования	отсутствует возможность вторичной переработки материалов, а так же их вторичного использования, производство данной упаковки является централизованным, следовательно, на её стоимость влияют обширные логистические цепочки
Посредством аддитивных технологий	за счет эквидистантного соблюдения форм изделия, соблюдается плотное прилегание к рабочим поверхностям изделия, что способствует сохранности изделия при его транспортировке, а малый вес упаковки не навредит состоянию груза	3D-печать позволяет применять технологии переработки материалов, а также повторного использования упаковочных элементов, что делает процесс более устойчивым и сокращает негативное воздействие на окружающую среду	многоразовая с возможностью вторичной переработки, что снижает совокупные издержки, кроме того возможно локальное производство упаковки непосредственно на месте, что сокращает логистические цепочки и снижает зависимость от внешних поставщиков

В ходе исследования были получены следующие результаты: установлено, что применение 3D-печати позволяет значительно сократить время и затраты на производство упаковок, а также позволяет получить экологические преимущества, такие как снижение объема отходов и возможность использования переработанных материалов.

Применение аддитивных технологий для оптимизации процесса упаковки и транспортировки товаров является перспективным направлением, которое может значительно повысить эффективность и качество логистических процессов. Разработанные в ходе исследования решения демонстрируют высокую экономическую и экологическую эффективность, что делает их привлекательными для широкого внедрения в практику.

Список используемой литературы:

1. Шульгина Е.О., Кархова И.Ю. Цифровизация в цепях поставок: некоторые тенденции и перспективы // Проблемы управления внешнеэкономической деятельностью в цифровой экономике – 2022 - №21 – с.266-276;

2. Громов Р.В., Павлова С.Ю. Разработка упаковочных решений для улучшения взаимодействия с клиентами и повышения операционной эффективности // Современные научные исследования. – 2025. – №7. – С. 45–49;

3. ГОСТ ISO 18602—2021. Упаковка и окружающая среда. Оптимизация систем упаковки. – М.: Российский институт стандартизации, 2021. – С. 24;

4. Esko. Packaging Trends 2025: глобальные тенденции в упаковке. – Бельгия: Esko, 2025. – 18 с.;

5. Аникин Б.А., Серышев Р.В., Волочиенко В.А. Логистика производства: теория и практика : учебник и практикум для вузов. – М.: Юрайт, 2024. – С. 454;

6. Агейкин А.М. Развитие направления перевозок сборных грузов на рынке инновационной логистики // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. – 2022 – С. 63–66.