

ОСОБЕННОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В. А. Балабанов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** Данное исследование рассматривает различные типы скоропортящихся грузов и методы их транспортировки, включая холодильные установки и температурные режимы. Особое внимание уделено классификации грузов по происхождению и уровню температурной обработки, а также выбору соответствующего транспортного средства. Также рассматривается инновационная технология акустической ультразвуковой заморозки и ее потенциал в улучшении процесса перевозки скоропортящихся продуктов.*

***Ключевые слова:** скоропортящиеся грузы; транспортировка; холодильные установки; температурные режимы; классификация грузов.*

COOLING FEATURES DURING FOOD TRANSPORTATION

V. A. Balabanov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

***Abstract.** This study examines different types of perishable cargoes and methods of their transportation, including refrigeration facilities and temperature regimes. Particular attention is paid to the classification of cargoes by origin and level of temperature treatment, as well as the selection of an appropriate transportation vehicle. The innovative technology of acoustic ultrasonic freezing and its potential in improving the process of transportation of perishable products is also considered.*

***Keywords:** perishable goods; transportation; refrigeration units; temperature regimes; cargo classification.*

Охлаждение при перевозке продуктов питания играет ключевую роль в обеспечении их качества и безопасности, а также в экономии энергии и сокращении выбросов парниковых газов. Обзоры и анализы указывают на значительный вклад парокомпрессионных холодильных систем, использующих дизельные двигатели, в

общие выбросы CO₂, который может составлять до 40 % от выбросов транспортного средства. В то время как альтернативные технологии, такие как охлаждение воздушным циклом и гибридные системы с накоплением тепла, предлагают потенциал для сокращения этих выбросов, для их эффективного внедрения требуются дальнейшие исследования и разработки с целью повышения их эффективности и снижения веса.

Холодильное оборудование, предназначенное для использования в автомобильном транспорте, сталкивается с гораздо более суровыми условиями эксплуатации по сравнению со стационарными системами. Это обусловлено широким спектром условий, в которых приходится работать, а также ограничениями в пространстве и весе, которые накладываются на подобное оборудование. Из-за этих факторов транспортные холодильные установки обычно обладают меньшей эффективностью по сравнению со стационарными системами [1]. Рост использования рефрижераторных транспортных средств, вызванный увеличением разнообразия перевозимых товаров, развитием услуг доставки на дом и повышением требований к качеству доставляемых продуктов, ставит перед пищевой промышленностью задачу снижения энергопотребления в рефрижераторных транспортных средствах. Важно отметить, что несмотря на стремление к сокращению энергопотребления, обеспечение контроля за температурой перевозимых пищевых продуктов остается приоритетной задачей, определенной законодательством и стандартами качества [2].

Технологии, используемые для хранения скоропортящихся продуктов, играют ключевую роль в организации и проведении перевозок. Непрерывность холодильной цепи требует поддержания однородных условий как в стационарных холодильниках, так и в холодильных транспортных средствах. Процесс обработки продуктов определяет подготовку транспортных средств к перевозкам. Если условия хранения продуктов на стационарных холодильниках неудовлетворительны, это может затруднить проведение перевозок и сократить максимально возможное время их транспортировки [3].

Холодильный транспорт играет критическую роль в непрерывной холодильной цепи. Качество организации перевозок и эффективность использования холодильного транспорта

существенно влияют на сохранность пищевых продуктов и уровень потерь как во время транспортировки, так и после ее завершения при последующем хранении и обработке. Холодильный транспорт является связующим звеном всех этапов холодильной цепи, обеспечивая непрерывность и стабильность условий хранения и перевозки продуктов.

Холодильный транспорт представляет собой комплекс передвижных транспортных средств и стационарных сооружений, специально предназначенных для перевозки скоропортящихся грузов. Все используемые в этой сфере транспортные средства являются изотермическими, что означает, что их кузова изготовлены из специальных теплоизолированных материалов, предназначенных для минимизации теплопотерь из окружающей среды. Если коэффициент теплопередачи по всему ограждающему конструктиву транспортного средства составляет $0,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ или менее, то такое транспортное средство считается обычным изотермическим. Если же этот коэффициент равен или меньше $0,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, то говорят об изотермическом транспорте с усиленной изоляцией [4].

Изотермический транспорт может быть либо ледниковым, либо рефрижераторным. Ледниковый транспорт – это транспортные средства, которые охлаждены без использования специальных охладительных установок. Вместо этого в качестве хладагента в таких транспортных средствах могут использоваться лед, льдосоляные смеси, сухой лед, сжиженные газы и так далее. Хладагент помещается в специальные контейнеры или резервуары, причем запас должен быть достаточным для обеспечения охлаждения в течение не менее 12 часов [5]. В зависимости от уровня температуры, которую необходимо поддерживать внутри рабочего пространства, ледники делятся на несколько классов: класс А – с температурой не выше $7 \text{ }^\circ\text{C}$; класс В – не выше минус $10 \text{ }^\circ\text{C}$; класс С – не выше минус $20 \text{ }^\circ\text{C}$ при наружной температуре не выше $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Ледники классов В и С обычно оснащены усиленной изоляцией, чтобы обеспечить более эффективное сохранение холода.

Рефрижераторы – это транспортные средства, которые поддерживают определенную температуру в своем кузове с помощью холодильных установок. В зависимости от класса рефрижератора

и внешней температуры, кузов может поддерживать различные температурные режимы, например, от 12 до 0 °С, от 12 до -10 °С или от 12 до -20 °С. Рефрижераторы обычно оснащены усиленной изоляцией, особенно если они относятся к классам В, С, D, Е или F.

Отапливаемые транспортные средства – это такие изотермические транспортные средства, которые оборудованы отопительными установками, позволяющими поддерживать определенную температуру в кузове. Например, для класса А температура должна быть не ниже 12 °С при внешней температуре не ниже минус 10 °С, а для класса В – не ниже минус 20 °С. Отапливаемые транспортные средства класса В также часто оснащены усиленной изоляцией.

Хладотранспорт может быть различных видов, включая железнодорожный, автомобильный, водный (морской и речной), воздушный, трубопроводный и контейнерный, в зависимости от используемых видов транспортных средств. Различные виды грузов имеют свои особенности, определяющие не только способ их перевозки, но и выбор транспортного средства. Продукты растительного и животного происхождения, переработанные продукты, живые растения и медицинские грузы требуют различных условий температурного режима во время транспортировки.

Также важно учитывать уровень температурной обработки грузов: свежие, охлажденные, замороженные, глубокозамороженные и подогретые продукты имеют разные требования к температуре внутри транспортного средства. Для перевозки скоропортящихся грузов используются различные типы транспортных средств. Это могут быть специальные «ледники», где для охлаждения используется лед, рефрижераторы с холодильными установками или «термосы», способные поддерживать температуру за счет особого устройства.

В качестве инновации можно разработать транспортные средства с улучшенными холодильными установками, например, с использованием системы АЕF (акустическая ультразвуковая установка). Это позволит сократить потребление энергии и выбросы CO₂ за счет более эффективной заморозки продуктов с минимальными потерями качества. Технология акустической ультразвуковой заморозки способствует формированию кристаллов льда

внутри продукта, что предотвращает окисление жиров и высыхание продукта, сохраняя его полезные свойства. Это значительно улучшит процесс перевозки замороженных и охлажденных продуктов, увеличив длительность перевозки и снижая вредные воздействия на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коляда, Л. Г. Высокобарьерная упаковка для пищевых продуктов / Л. Г. Коляда // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2019. – Т. 10. – №. 1. – С. 143-147.
2. Мулюкова, А. Ф. Особенности транспортировки металлопродукции морским транспортом / А. Ф. Мулюкова, Е. В. Тарасюк, Л. Г. Коляда // Редакционная коллегия. – 2023. – С. 54.
3. Коновалова, Т. В. Особенности транспортно-грузовой системы доставки скоропортящихся грузов / Т. В. Коновалова, С. Л. Надирян, М. П. Миронова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2021. – №. 1. – С. 192-195.
4. Корешков, В. Н. Естественная убыль говядины при движении по звеньям холодильной цепи / В. Н. Корешков, В. А. Лапшин, С. И. Хвыля // Инновационные технологии обработки и хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов. – 2020. – С. 190-198.
5. Ухарцева, И. Ю. Полимерные упаковочные материалы для пищевой промышленности: классификация, функции и требования (обзор) / И. Ю. Ухарцева, Е. А. Цветкова, В. А. Гольдаде // Пластические массы. – 2019. – Т. 9. – С. 10.
6. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с. – ISBN 978-5-6049928-2-1.

Об авторе:

Балабанов Владимир Андреевич, магистрант ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, Москва, ул. Тимирязевская, д. 49).

About the author:

Vladimir A. Balabanov, master's student Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49).