

УДК 629.018

## О необходимости совершенствования подходов к выбору авторефрижераторов для внутригородских перевозок пищевых продуктов

А. А. ГРЫЗУНОВ<sup>1</sup>, канд. техн. наук В. Н. КОРНИЕНКО<sup>2</sup>, канд. с.-х. наук С. В. АВИЛОВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup>grizu-nov@rambler.ru, <sup>2</sup>kortiz@yandex.ru, <sup>3</sup>sv.avilova@mail.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности (ВНИИХ) — филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН

*Выполнен анализ требований, предъявляемых к специализированным автотранспортным средствам — рефрижераторам, осуществляющих различные виды перевозок скоропортящейся пищевой продукции. Сформулированы основные причины нарушений температурных режимов при эксплуатации специализированных авторефрижераторов в городских условиях. Экспериментально доказана необходимость учета при выборе номинальной мощности холодильной установки кроме стандартных требований, гарантированно обеспечивающих заданную рабочую температуру при закрытом изотермическом кузове, дополнительных требований по максимально быстрому восстановлению температурного режима перевозки после выгрузки части скоропортящихся продуктов в случае внутригородских перевозок. В ходе стендовых испытаний авторефрижератора на шасси Hyundai HD78 регистрировали температуры окружающего воздуха, воздуха в кузове и поверхности продукта, в зависимости от условий, предъявляемых международным и внутригородским перевозкам. Результаты испытаний показали, что один и тот же рефрижератор, удовлетворяющий критериям приемлемости его использования для условий международных перевозок, может не обеспечить требования технических регламентов по поддержанию температурных режимов транспортирования охлажденной скоропортящейся продукции в процессе внутригородских перевозок. Предложено оценка эффективности работы холодильной установки авторефрижератора по времени выхода на заданный температурный режим после кратковременного открытия двери кузова с учетом вида перевозимого продукта и требований к температурным режимам его хранения и транспортирования. Приведены значения коэффициента безопасности для расчета мощности холодильного оборудования, учитывающие влияние различных видов теплопритоков, характерных для специфических условий внутригородских перевозок, на работоспособность авторефрижераторов поддерживать температурные режимы транспортирования различных видов охлажденных скоропортящихся пищевых продуктов. Выбор авторефрижераторов для внутригородских перевозок по предлагаемой классификации позволит сохранить исходное качество пищевой продукции и сократить потери при ее последующем хранении и реализации.*

**Ключевые слова:** холодильная цепь, пищевые продукты, международные и внутригородские перевозки, температурный режим, авторефрижератор, холодопроизводительность, коэффициент безопасности.

### Информация о статье:

Поступила в редакцию 27.02.2019, принята к печати 09.04.2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-2-13-21

Язык статьи — русский

### Для цитирования:

Грызунов А. А., Корниенко В. Н., Авиллова С. В. О необходимости совершенствования подходов к выбору авторефрижераторов для внутригородских перевозок пищевых продуктов // Вестник Международной академии холода. 2019. № 2. С. 13–21.

## On the necessity of improving approaches to the selection of refrigerator vehicles for intracity food transportation

A. A. GRYZUNOV<sup>1</sup>, Ph. D. V. N. KORNIENKO<sup>2</sup>, Ph. D. S. V. AVILOVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>grizu-nov@rambler.ru, <sup>2</sup>kortiz@yandex.ru, <sup>3</sup>sv.avilova@mail.ru

All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry —  
branch of “V. M. Gorbatov Research Center for Food Systems” RAS

*The analysis of the requirements for specialized refrigerated vehicles used for transportation of perishable foods is done. The main causes of temperature disturbances during the operation of specialized refrigerated trucks in intracity environments are formulated. The purpose of the work is to experimentally prove the need to take into account the additional requirements for recovering the temperature regime of transportation as quickly as possible after unloading some of the perishable goods in the case of intracity transportation, in addition to standard requirements, at selecting the nominal power of a refrigeration*

unit ensuring the specified working temperature in the insulated body. During the experimental tests of the refrigerated truck on the Hyundai HD78 chassis the temperatures of ambient air, the air in the body, and the surface of the product were recorded depending on changes in the conditions of international and intracity transportation. The test results showed that the same refrigerated vehicle that meets the criteria of its use in international transportation may not meet the ones of technical regulations for maintaining the temperature regimes of cooled perishable goods transportation during intracity transportation. It has been proposed to evaluate the efficiency of the refrigeration unit by the time it reaches the specified temperature regime after a brief opening of the body door, taking into account the type of product being transported and the requirements for the temperature regimes of its storage and transportation. The values of the safety factor for calculating the capacity of refrigerating equipment taking into account the effect of various types of heat influx, characteristic for the specific conditions of intracity transportation, on the performance of refrigerated trucks to maintain the temperature regimes for transportation of various refrigerated perishable foodstuffs are given. The choice of refrigerated trucks for intracity transportation according to the classification proposed will allow maintaining the original quality of food products and reducing losses during its subsequent storage and sale.

**Keywords:** cold chain, foods, international and intracity transportation, temperature conditions, refrigerated vehicles, refrigerating capacity, safety factor.

#### Article info:

Received 27/02/2019, accepted 09/04/2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-2-13-21

Article in Russian

#### For citation:

Gryzunov A. A., Kornienko V. N., Avilova S. V. On the necessity of improving approaches to the selection of refrigerator vehicles for intracity food transportation. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2019. No 2. p. 13–21.

### Введение

По прогнозам специалистов, к середине XXI века производство пищевых продуктов в мире должно увеличиться на 70%, что закономерно повлечет за собой существенное повышение роли холодильных технологий в сохранении сельскохозяйственного сырья и продовольствия с целью обеспечения потребителя качественной пищевой продукцией [1]. В тоже время, около половины произведенных продуктов ежегодно идет в отходы или изымается из оборота в результате логистических ошибок при проектировании инфраструктуры и управлении технологическими процессами непрерывной холодильной цепи [2]. Поэтому исключение такого рода ошибок является важным условием обеспечения безопасности пищевых продуктов.

При оценке пищевых рисков необходимо принимать во внимание различные источники потенциальной опасности потери качества охлажденных или замороженных пищевых продуктов, основными из которых, по мнению специалистов, являются те или иные нарушения температурных режимов по мере поэтапного продвижения продукции от производителя к потребителю [3, 4]. При возникновении температурных скачков, в пищевых продуктах могут размножаться различные виды бактерий, а также дрожжи и плесень [5, 6]. Прогнозировать возможный рост микроорганизмов, влияющий на безопасность конкретного продукта, реализуемого потребителю, помогает информация о фактической «температурной истории» внутри холодильной цепи [7, 8].

Таким образом, контроль и поддержание требуемых температур на ее основных этапах (при транспортировании, хранении и розничной торговле) является необходимым условием сохранения качества пищевых продуктов животного и растительного происхождения [9]. Этот факт побудил органы государственной власти многих стран разработать меры, ограничивающие опасность

микробного размножения, потери качества продукта и его питательных веществ, которые обычно включают такие основные требования как:

- ограничения по температуре продукта в непрерывной холодильной цепи;
- обязательную регистрацию (запись) температуры воздуха в холодильных камерах или рефрижераторном транспорте;
- соответствие холодильного технологического оборудования принятым нормам и стандартам, а также периодическая оценка параметров соответствия в испытательных лабораториях.

### Постановка задачи исследования

Для доставки потребителю около половины всего объема произведенных пищевых продуктов необходимо использование рефрижераторного транспорта, при этом около 80% таких продуктов перевозится с помощью специализированных автотранспортных средств. Находящиеся в эксплуатации авторефрижераторы должны иметь соответствующие технические характеристики и отвечать определенным требованиям с целью обеспечения их соответствия межгосударственным правилам и руководствам по пищевой безопасности, а также требованиям нормативно-правовых актов, действующих в пищевой сфере отдельных государств [2].

При этом процесс перевозки пищевых продуктов, несмотря на пристальное внимание к нему со стороны контролирующих органов и всех участников холодильной цепи, по-прежнему остается слабым звеном между производителем и потребителем, так как именно на этом этапе контроль и стабильное поддержание заданных температурных режимов зачастую не отвечает необходимым требованиям [10].

На территории Российской Федерации специализированные автотранспортные средства, осуществляющие

перевозку охлажденных и замороженных пищевых продуктов, в том числе скоропортящейся пищевой продукции, должны отвечать требованиям:

– Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», в частности, обеспечивать возможность поддержания условий перевозки или хранения пищевой продукции [11];

– Технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» [12], что подразумевает выполнение условий, обеспечивающих соответствие используемого авторефрижераторного транспорта техническим стандартам, определенным Соглашением о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок (СПС) [13].

Технические стандарты, изложенные в СПС, устанавливают ограничения потерь тепловой энергии авторефрижераторным транспортом и регулируют соотношение между эффективной холодопроизводительностью его холодильной установки и теплотехническими характеристиками изотермического кузова. При этом критерии приемлемости использования авторефрижератора по результатам его проверки разрабатывались в соответствии с условиями международных перевозок, а именно, холодильная установка должна компенсировать внешние теплопритоки через ограждающие конструкции кузова при закрытых дверях, а перевозимый груз — не подвергаться резким температурным колебаниям. Так, в п. 6.2 (приложение 1, добавление 2) сказано, что испытания рефрижератора считаются удовлетворительными, если его холодильная установка может обеспечить в течение фиксированного периода времени установление температурного режима, предусмотренного для данного класса транспортного средства, и его поддержание в течение 12 ч в пустом кузове при закрытых дверях [13].

В тоже время процесс транспортирования продуктов достаточно многогранен и не ограничивается только международными перевозками. Существуют также межрегиональные, междугородные и внутригородские перевозки, каждый из которых имеет ряд отличительных особенностей. При этом международные, межрегиональные и междугородные виды перевозок можно условно объединить в одну группу, так как в процессе их осуществления пищевая продукция доставляется в одну точку в основном крупнотоннажными рефрижераторными средствами (авторефрижераторами и рефрижераторными контейнерами) грузоподъемностью (20–40) т, а продолжительность транспортирования колеблется от суток до нескольких суток.

Процесс внутригородских перевозок отличается от вышеупомянутой группы не только своей продолжительностью, но и рядом технологических особенностей. Основное отличие заключается в том, что в процессе внутригородских перевозок за рабочую смену пищевая продукция доставляется в несколько точек мало- и среднетоннажными авторефрижераторами и изотермическими автофургонами грузоподъемностью от 0,8 т до 5 т. Например в Москве, авторефрижератором с грузоподъемностью 1,5–3 т за один рейс продолжительностью 6÷10 ч пищевые продукты доставляются в 5–7 точек выгрузки,

при этом время его движения от одной точки выгрузки до другой составляет 35–40 мин, а выгрузка части продуктов зачастую занимает 7–10 мин [14].

В п. 4 «Правил перевозок грузов автомобильным транспортом», утвержденных Правительством РФ [15], четко указано, что перевозка скоропортящихся грузов автомобильным транспортом в городском, пригородном и междугороднем исполнении осуществляется в соответствии с требованиями, установленными СПС [13]. А это означает, что авторефрижераторы, осуществляющие международные перевозки, и специализированные автотранспортные средства для внутригородских перевозок, должны отвечать одним и тем же требованиям.

Считаем такой подход не вполне корректным по следующим причинам:

1. При перевозках в городской черте довольно часто не обеспечивается постоянство требуемой температуры в кузове специализированного автотранспортного средства. Мониторинг процесса внутригородских перевозок скоропортящихся пищевых продуктов в г. Москве показал, что колебания температуры внутреннего воздуха в кузове авторефрижератора класса А в теплый период года в процессе выгрузки отдельному потребителю части развозимой охлажденной продукции могут составлять (8–18) °С [14, 16, 17].

2. Наличие дополнительных внешних теплопритоков от периодически открываемых дверей, которые не компенсируются в полном объеме установленным холодильным оборудованием, могут приводить к изменению качества и безопасности перевозимых пищевых продуктов за счет температурных колебаний. Так, экспериментально установлено, что нарушение температурного режима при транспортировании приводило к образованию капельной влаги, развитию и размножению микроорганизмов на поверхности прямой зелени, при этом создавались условия для проникновения их в листовую пластину, снижалась устойчивость зеленой продукции к дальнейшему поражению тканей в период реализации. При этом численность эпифитных и эндофитных бактерий за период внутригородской перевозки и предреализационного хранения в течение 2–3 суток возрастала от 6 до 10 раз [18].

С целью подтверждения и аргументации изложенного был проведен ряд экспериментальных исследований.

### Методика проведения экспериментальных исследований

В качестве объекта исследований использовали авторефрижератор, находящийся в эксплуатации около 2-х лет на шасси Hyundai HD78 с изотермическим кузовом отечественного производства объемом 21 м<sup>3</sup> и одной двухстворчатой дверью (площадь дверного проема 3,4 м<sup>2</sup>), снабженный установкой НТ-070П с полезной холодопроизводительностью  $Q_0=2,7$  кВт при 0 °С.

Авторефрижератор был размещен в помещении испытательного стенда, внутренняя температура воздуха которого поддерживалась на уровне 24±1 °С.

Выбранный температурный режим воздуха в кузове (0–2 °С) соответствовал нижнему пределу значений температур, установленному как для специализированных автотранспортных средств класса А (0–12 °С), так

и для хранения и перевозки охлажденной скоропортящейся продукции (0–6 °С).

Значения температур окружающего воздуха, воздуха в кузове на входе в воздухоохладитель и на поверхности продукта с интервалом в 1 мин фиксировались с помощью самопишущих измерительных приборов ИС-201 (диапазон измерений от –40 °С до 150 °С, точность измерений 0,1 °С).

Экспериментальные исследования авторефрижератора проводились в два этапа: на пустом и загруженном кузове.

На первом этапе ставилась задача проверки эффективности холодильной установки испытуемого авторефрижератора и соответствия его теплотехнических характеристик заявленному классу А, а также изучения характера изменения температуры воздуха в закрытом и периодически открываемом пустом кузове.

Испытания проводились по методике, подробно изложенной в СПС (приложение 1, добавление 2 «Методы и порядок проведения измерений и контроля изотермических свойств и эффективности оборудования для охлаждения или для обогрева специальных транспортных средств, предназначенных для перевозки скоропортящихся пищевых продуктов»; раздел 6 «Проверка эффективности термического оборудования транспортных средств, находящихся в эксплуатации»; подраздел 6.2 «Транспортные средства-рефрижераторы») [13].

На втором этапе изучался характер изменения температуры воздуха в загруженном кузове и на поверхности продукта при различных видах перевозок. В первой части второго этапа авторефрижератор испытывали при закрытых дверях в течение 20 ч (условия междугородних перевозок), во второй части — при периодически открываемых дверях в течение 9 ч (условия внутригородских перевозок). При этом кузов авторефрижератора на 1/3 внутреннего объема загружался пластиковыми ящиками с имитатором продукции, которые предварительно находились в холодильной камере при температуре  $2 \pm 0,5$  °С в течение суток. В верхнем ряду загруженных ящиков располагались контрольные (термометрические) пакеты, выполненные по ГОСТ 32560.2–2013, с установленными на их поверхности датчиками температуры [19].

### Результаты экспериментальных исследований

На первом этапе был выполнен ряд испытаний по проверке эффективности холодильной установки авторефрижератора при температурах окружающего воздуха от 23 °С до 25 °С и контрольное испытание при температуре 20 °С (результаты представлены на рис. 1). Во всех экспериментах после закрытия дверей и включения холодильной установки на протяжении первых 10 мин наблюдалось резкое охлаждение воздуха в кузове, при этом темп охлаждения, начиная с 3-й мин, составлял (1,5–2) °С/мин. В ходе испытаний, начиная примерно с 15 мин и до 25 мин, темп понижения температуры значительно снижался до (0,15–0,2) °С/мин и в дальнейшем носил практически линейный характер (темп охлаждения (0,08–0,1) °С/мин). Требуемая температура воздуха в кузове была достигнута за (43–51) мин, что значительно быстрее, чем указано в таблице подраздела 6.2 для данного класса автотранспортного средства [13].

Результаты экспериментов по изучению колебаний температур воздуха в кузове при открывании двери представлены на рис. 2. Температура воздуха уже в течение первых двух минут после открытия двери резко повышалась на (10–12) °С, затем темп обогрева снижался и после (4–5) минут составлял (0,4–0,6) °С/мин, что подтверждает ранее полученные данные о резком теплении воздуха в кузове даже при его кратковременном открытии.

В ходе второго этапа испытаний температура воздуха в загруженном кузове авторефрижератора, работающего в режиме международных перевозок, относительно быстро (« за 47 мин) понижалась до требуемых значений (0–2) °С и стабильно поддерживалась в течение 20 ч (рис. 3). Поверхности контрольных пакетов, отепленные в процессе загрузки ящиков в кузов до (12–14) °С, также относительно быстро, за (1–1,5) ч, охладились до 6 °С. Затем, в течение (2,5–3) часов, температура поверхности постепенно достигла требуемых значений (2 °С) и стабильно поддерживалась на уровне (1,8–2) °С до окончания эксперимента.

В тоже время, при испытаниях авторефрижератора в режиме внутригородских перевозок температура воздуха в кузове за промежуток времени («40 мин) между открываниями дверей с целью разгрузки части продуктов не успевала достигнуть заданных значений (рис. 4). Температура поверхности контрольных пакетов при подготовке к началу эксперимента (проверка и установка датчиков температуры) повысилась до «7 °С и в дальнейшем так и не достигла требуемых значений (0–2) °С. В начале эксперимента она колебалась в пределах (4–6) °С, затем, начиная с 3-ей разгрузки, постепенно повышалась и превысила предельно допустимые значения для скоропортящихся продуктов и находилась в интервале (6–8) °С.

### Обсуждение результатов экспериментов

На первом этапе исследований проверка эффективности холодильной установки испытуемого авторефрижератора подтвердила его соответствие заявленному классу и возможность использования для перевозки скоропортящихся пищевых продуктов. Так, в СПС допускается, что в кузове авторефрижератора класса А, находящегося в эксплуатации, с установленным холодильным агрегатом, полезная холодопроизводительность которого удовлетворяет условиям, приведенным в разделе 7.3, в интервале температур окружающей среды плюс (20–25) °С температура воздуха в кузове на уровне 0 °С должна быть достигнута не более чем за (110–138) мин [13].

При этом, фактический коэффициент безопасности испытуемого авторефрижератора, рассчитанный на основании формулы для определения номинальной холодопроизводительности мультитемпературной холодильной установки авторефрижератора (п. 7.3.2 Прил. 1, добавление 2 СПС):

$$\frac{Q_0}{F_{\text{общ}} K_{\text{общ}} (t_{\text{нв}} - t_{\text{вв}})} = \frac{Q_0}{Q_{\text{т}}} > 1,75, \quad (1)$$

где  $Q_0$  — номинальная холодопроизводительность мультитемпературной холодильной установки авторефрижератора, Вт;

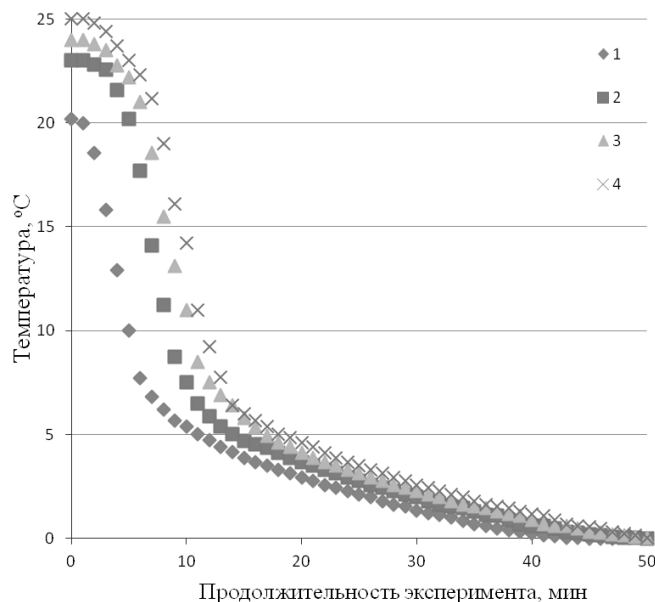


Рис. 1. Изменение температуры воздуха в закрытом кузове при температуре окружающей среды: 1 — 20 °С; 2 — 23 °С; 3 — 24 °С; 4 — 25 °С

Fig. 1. The change in air temperature in a closed body at ambient temperature: 1 — 20 °С; 2 — 23 °С; 3 — 24 °С; 4 — 25 °С

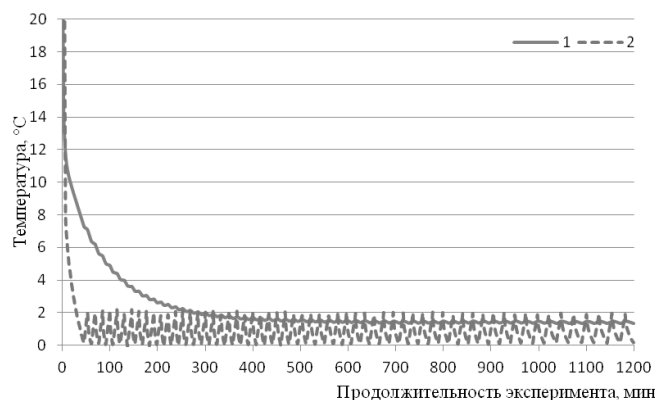


Рис. 3. Изменение температуры воздуха в кузове и на поверхности продукта для условий международных перевозок: 1 — температура на поверхности продукта; 2 — температура воздуха в кузове

Fig. 3. The change in air temperature in the body of the refrigerated truck and on the surface of the product for the terms of international transport: 1 — temperature on the surface of the product; 2 — air temperature in the body of the refrigerated truck

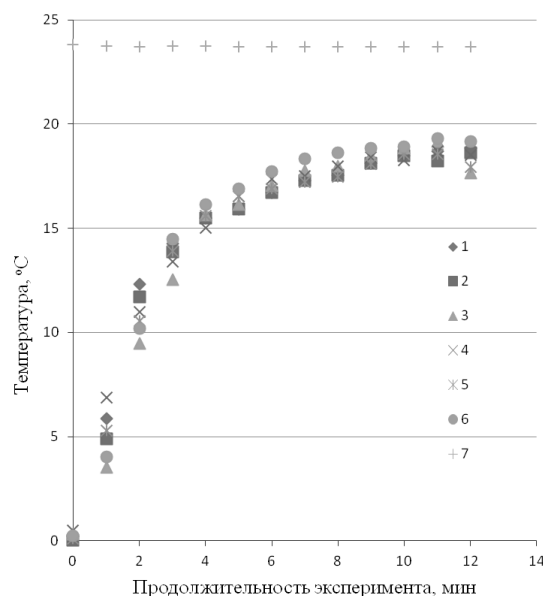


Рис. 2. Изменение температуры воздуха в кузове при открытии двери: 1–6 — температура воздуха в кузове; 7 — температура окружающей среды

Fig. 2. The change in air temperature in the body of the refrigerated truck when the door is opened: 1–6 — air temperature in the body; 7 — ambient temperature

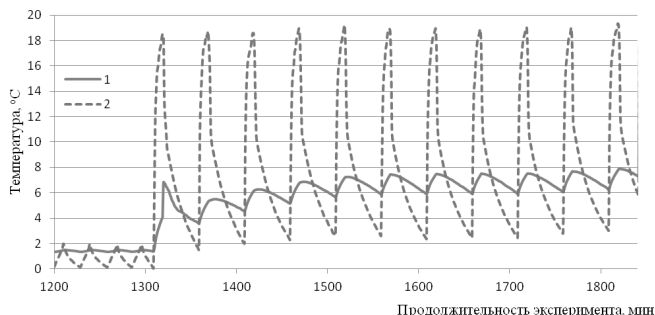


Рис. 4. Изменение температуры воздуха в кузове и на поверхности продукта для условий внутригородских перевозок: 1 — температура на поверхности продукта; 2 — температура воздуха в кузове

Fig. 4. The change in air temperature in the body of the refrigerated truck and on the surface of the product for the terms of intracity transport: 1 — temperature on the surface of the product; 2 — air temperature in the body of the refrigerated truck

$Q_T = F_{\text{общ}} K_{\text{общ}} (t_{\text{нв}} - t_{\text{вв}})$  — внешний теплоприток за счет теплопередачи через ограждающие конструкции кузова, Вт;  
 $F_{\text{общ}}$  — среднегеометрическая площадь поверхности ограждения изотермического кузова, м<sup>2</sup>;

$K_{\text{общ}}$  — общий коэффициент теплопередачи изотермического кузова транспортного средства, Вт / (м<sup>2</sup>·К);

$t_{\text{нв}}, t_{\text{вв}}$  — температура наружного воздуха и внутреннего воздуха в изотермическом кузове, соответственно, °С;

1,75 — коэффициент безопасности  $k_{\text{без}}$ , учитывающий непредвиденные потери.

Данный коэффициент составил 2,44, что выше рекомендуемого значения ( $k_{\text{без}} = 1,75$ ) примерно в 1,4 раза

и является дополнительным основанием заявить испытуемый авторефрижератор, как удовлетворяющий требованиям СПС, и использовать его для всех видов перевозок охлажденных скоропортящихся продуктов.

На втором этапе при условиях международных перевозок исследуемый авторефрижератор стабильно поддерживал заданную температуру воздуха в кузове, при этом отсутствовали отклонения температуры продукта от требуемых значений, что полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к специализированным автотранспортным средствам — рефрижераторам, изложенным в статье 17 Технического регламента [11].

Противоположные результаты были получены при условиях внутригородских перевозок, а именно, температура воздуха подвергалась значительным колебаниям, а температура поверхности продукта длительный отрезок времени превышала максимально допустимые значения. Этот факт дает основание сделать вывод, что исследуемый авторефрижератор не обеспечивает требования статьи 17 Технического регламента [11] и не может быть применен для внутригородской перевозки охлажденных скоропортящихся пищевых продуктов.

Данное противоречие объясняется различными задачами, которые должны выполнять холодильные установки авторефрижераторов, осуществляющих международные или внутригородские перевозки. Если в первом случае от холодильной установки требуется обеспечивать постоянство заданного температурного режима при относительно стабильных внешних теплопритоках, то во втором случае – быстро компенсировать пиковый теплоприток после открытия кузова и охладить воздух в нем за (15-30) мин до заданных значений. Соответственно, подход к выбору мощности холодильных установок в данном случае не может быть одинаковым.

При определении номинальной холодопроизводительности  $Q_0$  установки авторефрижератора по методике СПС (формула (1)) рассчитывается только внешний теплоприток  $Q_{\text{т}}$ , а остальные внутренние и внешние теплопритоки в кузов учитываются коэффициентом безопасности 1,75 [13]. Данное допущение вполне правомерно для условий международных перевозок, когда некоторые составляющие теплового баланса кузова авторефрижератора незначительны или вовсе отсутствуют, например, теплопритоки от продукта или открывания дверей.

В тоже время такой подход при составлении теплового баланса с целью подбора холодильной установки для авторефрижератора, предназначенного для внутригородских перевозок, не позволяет учесть специфические особенности данного вида транспортирования:

- периодическое отопление кузова в промежутках между ежедневными рейсами, небольшая продолжительность рабочей смены;
- повышение температуры воздуха в кузове и поверхности продукта при открывании дверей в точках выгрузки части продукции в течение одного рейса;
- невысокие скорости движения автотранспорта в городских условиях (фактическое число оборотов вала компрессора составляет (13-17) с<sup>-1</sup>, вместо заданных 36 с<sup>-1</sup>, при этом фактическая мощность холодильной установки понижается ниже номинальной;
- интенсивное снижение теплотехнических характеристик изотермического кузова мало- и среднетоннажных автотранспортных средств при эксплуатации в городских условиях.

Поэтому для данного вида перевозок считаем более правильным использовать уточненную формулу для определения номинальной холодопроизводительности установки авторефрижератора  $Q_0$ , представленную в работе [20]:

$$Q_0 = 1,75 Q_{\text{ср}} = 1,75 (Q_{\text{т}} + Q_{\text{с}} + Q_{\text{дв}} + Q_{\text{н}} + Q_{\text{пр}} + Q_{\text{ак}}), \text{ Вт} \quad (2)$$

где 1,75 — коэффициент безопасности, учитывающий непредвиденные потери холода (дополнительные тепло-

притоки от: дорожного покрытия, работы воздухоохлаждаителей, экстремально высоких температур наружного воздуха; снижение эффективной холодопроизводительности при работе двигателя на малых оборотах и т. д.);

$Q_{\text{ср}}$  — среднечасовой расход холода на погашение основных теплопритоков, Вт;

$Q_{\text{т}}$  — теплоприток из окружающей среды за счет теплопередачи через теплоизоляционные конструкции кузова, Вт;

$Q_{\text{с}}$  — теплоприток от воздействия солнечной радиации, Вт;

$Q_{\text{дв}}$  — теплоприток от инфильтрации наружного воздуха при открывании дверей, Вт;

$Q_{\text{н}}$  — теплоприток от инфильтрации наружного воздуха через неплотности кузова, Вт;

$Q_{\text{пр}}$  — теплоприток от продукта, Вт;

$Q_{\text{ак}}$  — теплоприток от аккумулированной теплоты элементами конструкции кузова, Вт.

Однако расчет величины всех теплопритоков, входящих в формулу (2), с достаточной точностью весьма трудоемок. Учитывая, что в большинстве методик теплотехнических испытаний теплоприток через ограждающие конструкции  $Q_{\text{т}}$  является базовым, так как может быть достоверно определен на испытательных стендах, предлагается упрощенная формула для выбора номинальной холодопроизводительности механической мультитемпературной холодильной установки авторефрижератора, предназначенного для внутригородских перевозок охлажденных пищевых продуктов:

$$Q_0^* > k_{\text{без}}^* Q_{\text{т}}, \text{ Вт}, \quad (3)$$

где  $Q_0^*$  — номинальная холодопроизводительность мультитемпературной холодильной установки с учетом влияния особенностей процесса внутригородских перевозок, Вт;

$k_{\text{без}}^*$  — коэффициент безопасности, учитывающий тепловые нагрузки (потери холода), характерные для условий внутригородских перевозок;

$Q_{\text{т}}$  — внешний теплоприток за счет теплопередачи через ограждающие конструкции кузова, Вт.

При определении рекомендуемых значений  $k_{\text{без}}^*$ , приведенных в табл. 1, использовались результаты теоретических расчетов теплового баланса изотермического кузова и натурных испытаний по изучению степени влияния различных видов непредвиденных потерь на работоспособность холодильного оборудования авторефрижераторов с учетом специфических особенностей условий внутригородских перевозок и температурных режимов транспортирования отдельных видов охлажденной скоропортящейся продукции.

Соответственно, для развозных авторефрижераторов нужна своя классификация, учитывающая не только технические характеристики мультитемпературных холодильных установок для поддержания требуемых температурных режимов, но и такой эксплуатационный показатель как время выхода на заданный температурный режим после закрытия двери кузова (выгрузки части продукции).

С учетом вышеизложенного, предлагаем расширенную классификацию специализированных автотранспортных средств для внутригородских перевозок охлаж-

Таблица 1

Значения коэффициента безопасности  $k_{\text{без}}^*$ 

Table 1

The values of the safety factor  $k_{\text{saf}}^*$ 

Вид продукта	Максимально допустимые колебания температуры продукта, °С	Срок годности, сутки	$k_{\text{без}}^*$
Охлажденные продукты	$\pm 5$	более 10	1,75–2,5
Охлажденные скоропортящиеся продукты	$\pm 2$	не более 5	2,5–3,5
Охлажденные «особо» скоропортящиеся продукты	$\pm 1$	не более 2	3,5–4,75

Таблица 2

## Классификация специализированных авторефрижераторов для внутригородских перевозок охлажденной пищевой продукции

Table 2

## Classification of specialized refrigerated trucks for urban transportation of chilled food products

Класс рефрижератора	Вид перевозимого продукта	Время выхода на температурный режим 0 °С (после закрытия двери) при температуре окружающей среды, мин			
		15 °С	20 °С	25 °С	30 °С
A1	Охлажденные продукты	$\geq 20$	$\geq 30$	$\geq 45$	$\geq 60$
A2	Охлажденные, скоропортящиеся продукты	12–20	16–30	25–45	35–60
A3	Охлажденные, «особо» скоропортящиеся продукты	$\leq 12$	$\leq 16$	$\leq 25$	$\leq 35$

денной пищевой продукции (табл. 2), как дополнение к существующей [13].

Методика проведения испытаний по определению класса авторефрижератора для внутригородских перевозок разработана во ВНИХИ — филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН.

### Заключение

Анализ результатов экспериментальных исследований свидетельствует о том, что требования, предъявляемые к авторефрижераторам для международных перевозок, должны отличаться от требований к авторефрижераторам для внутригородских перевозок.

Отличительной особенностью авторефрижераторов для внутригородских перевозок является короткий промежуток времени (35–40 мин) нахождения транспортного средства в пути от одной точки выгрузки до другой (время работы холодильной установки). За этот период холодильная установка должна быстро понизить до заданных значений не только температуру воздушной среды в кузове авторефрижератора, но и температуру на поверхности продуктов, повышение которых произошло за время открывания дверей кузова в точках выгрузки.

### Литература

1. Бараненко А. В. Основополагающие компоненты мировой цивилизации // Империя холода. 2017. № 3. С. 38–39.
2. Guide to Refrigerated Transport / Ed. Robert D. Heap. 2-nd Edition. France, Paris: International Institute of Refrigeration. 2010. 182 p.
3. Recommendations for Processing and Handling of Frozen Foods / Ed. L. Bøgh-Sørensen. // 4-th Edition. France, Paris: IIR. 2006. 174 p.
4. Recommendations for Chilled Storage of Perishable Produce. France, Paris: IIR. 2000. 145 p.

Обосновано, что холодильная установка авторефрижератора, подобранная по критериям существующей классификации СПС, с этой задачей может не справляться.

В результате исследования поставлена формула для выбора номинальной холодопроизводительности холодильной установки авторефрижераторов, предназначенных для внутригородских перевозок, и рекомендуемые значения коэффициента безопасности, в зависимости от вида пищевых продуктов.

Предложена расширенная классификация специализированных автотранспортных средств для внутригородских перевозок охлажденной пищевой продукции.

Результаты исследований будут способствовать реализации Положений Приказов Министерства транспорта РФ №№ 209–211 от 30.06.14, о необходимости экспертной оценки всех находящихся в эксплуатации и зарегистрированных в установленном порядке на территории РФ изотермических транспортных средств.

Считаем, что выбор авторефрижераторов по предлагаемой классификации позволит сохранить исходное качество пищевых продуктов в процессе внутригородских перевозок и сократить потери при их последующем хранении и реализации.

### References

1. Baranenko A. V. The fundamental components of world civilization. *Imperiya Kholoda* [Empire of Refrigeration]. 2017. No 3. P. 38–39. (in Russian)
2. Guide to Refrigerated Transport. Ed. Robert D. Heap. 2-nd Edition. France. Paris: International Institute of Refrigeration. 2010. 182 p.
3. Recommendations for Processing and Handling of Frozen Foods. Ed. Leif Bøgh-Sørensen. 4th Edition. France. Paris: IIR. 2006. 174 p.
4. Recommendations for Chilled Storage of Perishable Produce. France Paris: IIR. 2000. 145 p.

5. Derens E., Palagos B., Cornu M., Guilpart J. The food cold chain in France and its impact on food safety. International Congress of Refrigeration. Beijing, 2007.
6. Авилова С. В., Грызунов А. А., Ванькова А. А. Влияние низких температур хранения на микробиологические и физикохимические показатели плодов яблок // Холодильная техника. 2014. № 9. С. 54–60.
7. Commere B. Risks Assessment in the Cold Chain / 20-th International Congress of Refrigeration. Sydney: IIR/IIF. 1999. Vol. IV. P. 442.
8. Landfeld A., Kazilova L., Houska M. Time temperature histories of perishable foods during shopping, transport and home refrigerated storage. Proceedings of ICR August 21–26. 2011. Prague, Czech Republic, 2011.
9. Hoang H. M., Flick D., Alvarez G., Laguerre O. Evaluation of food safety along the cold chain by determining and stochastic approaches. Proceedings of ICR August 21–26. 2011. Prague, Czech Republic, 2011.
10. Бараненко А. В., Белозеров Г. А. Непрерывная холодильная цепь — основа стратегии ресурсосбережения и обеспечения качества продовольствия. // Холодильная техника. 2010. № 3. С. 9–12.
11. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», утвержденный решением комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880. [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/902320560>.
12. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств», утвержденный решением комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 877. [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/902320557>.
13. Соглашение о международных перевозках скоропортящихся продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок, (СПС). — Женева: ООН, 2017. 103 с.
14. Грызунов А. А., Корниенко В. Н. Структурный анализ транспортных средств-рефрижераторов для внутригородских перевозок скоропортящихся пищевых продуктов. // Холодильная техника. 2014. № 12. С. 45–48.
15. Правила перевозок грузов автомобильным транспортом. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2011 г. № 272. [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/902274344>.
16. Корниенко В. Н., Грызунов А. А., Авилова С. В. Поддержание температурных режимов при внутригородских перевозках охлажденной мясной продукции // Все о мясе. 2018. № 8. С. 44–48.
17. Грызунов А. А., Корниенко В. Н. О проверке соответствия теплотехнических характеристик специализированных автотранспортных средств для перевозки продуктов международным нормам. // Холодильная техника. 2015. № 5. С. 47–50.
18. Грызунов А. А., Корниенко В. Н., Авилова С. В. Совершенствование расчета систем охлаждения авторефрижераторов для условий внутригородских перевозок // Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции. 2018. № 2. С. 100–104.
19. ГОСТ 32560.2–2013 (ISO 23953–2:2005). Шкафы, прилавки и витрины холодильные торговые. Требования, методы и условия испытаний.
20. Белозеров Г. А. Авторефрижераторный транспорт и контейнеры: учебное пособие / Г. А. Белозеров, Б. С. Бабакин, А. А. Грызунов, Н. В. Помазкина, В. М. Шавра. — Рязань: Рязанская областная типография. 2010. 298 с.
5. Derens E., Palagos B., Cornu M., Guilpart J. France and its impact on food safety. International Congress of Refrigeration. Beijing: 2007.
6. Avilova S. V., Gryzunov A. A., Vankova A. A. Effect of low storage temperatures on the microbiological and physicochemical parameters of apple fruits. *Kholodil'naya Tekhnika* [Refrigeration]. 2014. No 9. P. 54–60. (in Russian)
7. Commere B. Risks Assessment in the Cold Chain. 20th International Congress of Refrigeration. Sydney: IIR / IIF. 1999. Vol. IV. P 442.
8. Landfeld A., Kazilova L., Houska M. Time refrigerated storage. Proceedings of ICR. August 21–26. 2011. Prague, Czech Republic, 2011.
9. Hoang H. M., Flick D., Alvarez G., Laguerre O. Evaluation of food safety. Proceedings of ICR August 21–26. 2011. Prague, Czech Republic, 2011.
10. Baranenko A. V., Belozеров G. A. Continuous Cold Chain — the Basis of the Strategy of Resource-saving and Food Quality Assurance. *Kholodil'naya Tekhnika* [Refrigeration]. 2010. No 3. p. 9–12. (in Russian)
11. Technical Regulations of the Customs Union TR TS 021/2011 “On the safety of food products”, approved by the decision of the Commission of the Customs Union of 9 December 2011 No. 880. [Electronic resource]: <http://docs.cntd.ru/document/902320560>. (in Russian)
12. Technical Regulations of the Customs Union TR TS 018/2011 “On the safety of wheeled vehicles”, approved by the decision of the Commission of the Customs Union of 9 December 2011 No. 877. [Electronic resource]: <http://docs.cntd.ru/document/902320557>. (in Russian)
13. Agreement on the International Carriage of Perishable Goods and on Special Vehicles Designed for these Carriages (ATP). Geneva: UN, 2017. 103 p. (in Russian)
14. Gryzunov A. A., Kornienko V. N. Structural analysis of refrigerated vehicles for intracity transportation of perishable foodstuffs. *Kholodil'naya Tekhnika* [Refrigeration] 2014. No 12. p. 45–48. (in Russian)
15. Rules for the carriage of goods by road. Resolution of the Government of the Russian Federation of April 15, 2011 No 272. [Electronic resource]: <http://docs.cntd.ru/document/902274344>. (in Russian)
16. Kornienko V. N., Gryzunov A. A., Avilova S. V. Maintenance of Temperature Regimes during Intracity Transportation of Chilled Meat Products. *Vsyo o Myase* [All about meat]. 2018. No 8. p. 44–48. (in Russian)
17. Gryzunov A. A., Kornienko V. N. On the verification of the compliance of the thermal characteristics of specialized vehicles for the transportation of products according to the international standards. *Kholodil'naya Tekhnika*. [Refrigeration] 2015. No 5. p. 47–50. (in Russian)
18. Gryzunov A. A., Kornienko V. N., Avilova S. V. Improving the design of cooling systems for refrigerated vehicles for the terms of intracity transportation. *Khranenie I pererabotka sel' khozsyriya* [Storage and processing of agricultural raw]. 2018. No 2. p. 100–104. (in Russian)
19. GOST 32560.2–2013 (ISO 23953–2: 2005). Cabinets, counters and showcases for refrigerated retail. Requirements, methods and test conditions. (in Russian)
20. Belozеров G. A., Babakin B. S., Gryzunov A. A., Pomazkina N. V., Shavra V. M. Refrigerated transport and containers: Study Guide. Ryazan: Ryazan Regional Printing House, 2010. p. 298. (in Russian)



## Сведения об авторах

**Грызунов Алексей Алексеевич**

зав. лабораторией холодильных технологий транспортировки пищевых продуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности (ВНИХИ) — филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, 127422, Москва, ул. Костякова, 12, ORCID ID: 0000-0003-4591-5688, РИНЦ ID: 669050, grizu-nov@rambler.ru

**Корниенко Владимир Николаевич**

к. т. н., доцент, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности (ВНИХИ) — филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, 127422, Москва, ул. Костякова, 12, ORCID ID: 0000-0003-2130-3572, РИНЦ ID: 669696, kortiz@yandex.ru

**Авилова Светлана Васильевна**

к. с.-х. н., доцент, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности (ВНИХИ) — филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН, 127422, Москва, ул. Костякова, 12, ORCID ID: 0000-0002-0229-6058, РИНЦ ID: 610036, sv.avilova@mail.ru

## Information about authors

**Gryzunov Aleksey Alekseevich**

Head of the laboratory of refrigeration technologies of transportation of foods, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry — branch of “V. M. Gorbatov Research Center for Food Systems” RAS, 127422, Moscow, st. Kostyakova, 12, ORCID ID: 0000-0003-4591-5688, grizu-nov@rambler.ru

**Kornienko Vladimir Nikolaevich**

Ph. D., Associate professor, a leading researcher of the laboratory of refrigeration technologies of transportation, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry — branch of “V. M. Gorbatov Research Center for Food Systems” RAS, 127422, Moscow, st. Kostyakova, 12, ORCID ID: 0000-0003-2130-3572, kortiz@yandex.ru

**Avilova Svetlana Vasilievna**

Ph. D, Associate professor, a leading researcher of the laboratory of refrigeration technologies of transportation, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry — branch of “V. M. Gorbatov Research Center for Food Systems” RAS, 127422, Moscow, st. Kostyakova, 12, ORCID ID: 0000-0002-0229-6058, sv.avilova@mail.ru

24-я международная выставка  
«Оборудование, технологии,  
сырье и ингредиенты  
для пищевой  
и перерабатывающей  
промышленности»  
7–11.10.2019  
Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»

Выставка №1\*

\*Согласно Общероссийскому рейтингу выставок. Подробнее – www.exporating.ru

МИНПРОТОРФ РОССИИ

12+

«Агропродмаш» – международная выставка оборудования, машин и ингредиентов для пищевой и перерабатывающей промышленности – на протяжении двух десятилетий демонстрирует лучшие мировые достижения, способствуя внедрению новых современных технологий российскими предприятиями пищевой и перерабатывающей промышленности.

**«Агропродмаш»:**

- лучшие технологические решения в сфере переработки и производства продуктов питания;
- прогрессивные системы промышленной автоматизации предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности;
- инновационные материалы, оборудование и проекты в сфере упаковки;
- экологически безопасные безотходные технологии;
- новейшее программное обеспечение.

**Организатор выставки:**

ЦВК «Экспоцентр», 123100, Россия, Москва, Краснопресненская набережная, 14  
Телефон: +7 (499) 795-37-99  
Факс: +7 (495) 609-41-68, (495) 605-72-05  
E-mail: centr@expocentr.ru  
Web: www.expocentr.ru