

УДК 621.56/.59; 629.355; 629.463.125

## Рефрижераторный 5-вагонный состав с азотной системой хладоснабжения

Д-р техн. наук К. П. ВЕНГЕР<sup>1</sup>, М. А. РОМАНОВ<sup>2</sup>,

канд. техн. наук О. А. ФЕСЬКОВ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>vengerkp@gmail.com, <sup>2</sup>beck0.5@mail.ru, <sup>3</sup>Feskov76@mail.ru

Московский государственный университет пищевых производств  
125080, г. Москва, Волоколамское ш., 11

*Перспективным в настоящее время считается использование криогенных газов, в частности азота, для охлаждения грузовых отсеков рефрижераторного транспорта, поскольку такие системы просты в изготовлении и эксплуатации, для них характерен низкий уровень температур (до  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), а, следовательно, возможность обеспечения в грузовом отсеке любого заданного режима перевозки. Разработан железнодорожный рефрижераторный состав с азотной системой хладоснабжения. Разработано конструктивное решение рефрижераторного вагона и охлаждаемой цистерны для жидких пищевых продуктов, позволяющее наиболее эффективно использовать потенциал жидкого и газообразного азота для холодильной обработки любых объектов и пожаротушения. Проведены расчеты зависимостей расстояния и продолжительности перевозки продукции от температуры наружного воздуха и заданного температурного режима для различных видов пищевых продуктов, а также проведены расчеты расходных характеристик газообразного азота, зависящие от условий и режимов перевозки скоропортящихся пищевых продуктов, которые доказывают целесообразность использования данного метода в целях холодильной обработки пищевых продуктов и последующей их транспортировки. Представлены устройства для локализации и ликвидации последствий техногенных загрязнений и пожаротушения с помощью жидкого и газообразного азота, которые представляют особый интерес, учитывая их перспективность, высокую эффективность, а также возможность получать криоагент непосредственно из атмосферного воздуха.*

**Ключевые слова:** азотное хладоснабжение, рефрижераторный состав, вагон-рефрижератор, вагон-цистерна, технологическая платформа, холодильная обработка, пожаротушение, техногенные загрязнения.

### Информация о статье

Поступила в редакцию 28.09.2016, принята к печати 09.02.2017

doi: 10.21047/1606-4313-2017-16-1-38-44

### Ссылка для цитирования

Венгер К. П., Романов М. А., Феськов О. А. Рефрижераторный 5-вагонный состав с азотной системой хладоснабжения // Вестник Международной академии холода. 2017. № 1. С. 38-44.

## Refrigerator car with nitrogen cold supply system

D. Sc. K. P. VENGER<sup>1</sup>, M. A. ROMANOV<sup>2</sup>, Ph. D. O. A. FESKOV<sup>3</sup>

<sup>1</sup>vengerkp@gmail.com, <sup>2</sup>beck0.5@mail.ru, <sup>3</sup>Feskov76@mail.ru

Moscow State University of Food Production

125080, Russia, Moscow, Volokolamskoe sh., 11

*The use of cryogenic gases such as nitrogen for cooling cargo spaces of refrigerated transport seems to be of great prospects as such systems are simple to manufacture and maintain, and they are characterized by low temperatures (up to  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Hence, they allow providing any predetermined transportation mode inside cargo space. Refrigerator car with nitrogen cold supply system was developed. A constructive solution for refrigerator wagon and refrigerated tank for liquid foodstuffs allowing the most efficient use of liquid and gaseous nitrogen potential for cold treatment of any objects and fire extinguishing is shown. The calculations of dependencies of distance and duration of product transportation on the outside temperature and the predetermined temperature mode for different types of foods, as well as the calculations of nitrogen gas flow characteristics depending on the condition and transportation mode of perishable food products are presented. Then, the feasibility of the method for refrigerated food processing and subsequent transportation is proved. Presented device for localization and liquidation of technogenic pollution consequences and fire extinguishing with the help of liquid and gaseous nitrogen are of particular interest in terms of their prospects, high efficiency, and the ability to receive cryogenic agent directly from the atmospheric air.*

**Keywords:** nitrogen cold supply, refrigerator car, refrigerator wagon, tank-car, technological platform, refrigerated processing, fire extinguishing, technogenic pollution.

Современные темпы роста объемов грузоперевозок скоропортящихся пищевых продуктов (СПП) предъявляют особые требования к экономичности, надежности и энергетической эффективности холодильных систем на рефрижераторном транспорте. Холодильная обработка, последующие хранение и транспортировка СПП должны обеспечивать сохранение внешнего вида, вкусовых свойств, а главное, качества продукта на самом высоком уровне.

Однако на сегодняшний день морально устаревшая конструкция и оборудование рефрижераторных вагонов не обеспечивают поддержания современных режимов перевозки охлажденных и мороженых грузов, что требует разработки и создания принципиально нового подвижного состава на базе изотермического кузова с применением современного энергоэффективного холодильного оборудования, а также систем управления [1, 2]. В этом плане перспективна проточная азотная система хладоснабжения, которая, в сравнении с широко используемой машинной системой, имеет следующие основные преимущества: низкое энергопотребление; незначительные затраты на техническое обслуживание и ремонт; экологическая безопасность; инертность среды, позволяющая увеличить сроки сохранения качества продукта [3–8].

Разработано конструктивное решение универсального рефрижераторного состава с использованием азотной системы хладоснабжения, на которое получен Патент РФ [9]. Главной особенностью данного состава является возможность его использования, помимо холодильной обработки пищевых продуктов, для нужд пожаротушения и локализации и ликвидации последствий техногенных загрязнений [10–12].

Схема предложенного решения показана на рис. 1.

Рефрижераторный вагон (рис. 2) предназначен для транспортировки пищевой продукции в режимах холодильной обработки и хранения охлажденной, замороженной продукции при температурах воздуха от  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и температурах окружающей среды от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Вагон-рефрижератор содержит с торцов технологические отсеки 2. В одном из отсеков размещены взаимозаменяемые азотные резервуары 1, а в другом установлена азотная цистерна 3, которая жестко смонтирована относительно пола. Средняя часть вагона, имеющая площадь  $52,7\text{ м}^2$ , представляет собой грузовой отсек для транспортировки скоропортящихся грузов. Поддержание заданного режима в грузовом отсеке осуществляется с помощью азотораспределительной магистрали Ф-образной формы 4.

Рефрижераторный вагон универсальный и может быть использован для различных видов продуктов, как упакованных в коробки и ящики, так и не упакованных, например, мяса в полутушах и т. п.

Выполнены расчеты зависимостей расстояния ( $S$ ) и продолжительности ( $\tau_{\text{п}}$ ) перевозки продукции от температуры наружного воздуха ( $t_{\text{н}}$ ) и заданного температурного режима ( $t_{\text{сп}}$ ). Результаты, представленные на рис. 3, 4, показывают, что при температурах окружающей среды  $30\div 40\text{ }^{\circ}\text{C}$  и температуре внутри рефрижераторного вагона  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  без дозаправок системы можно покрыть расстояние порядка  $1200\text{...}1300\text{ км}$ , а при температуре окружающего воздуха  $-40\div -30\text{ }^{\circ}\text{C}$  расстояние перевозки без дозаправки увеличивается до  $4000\text{...}5500\text{ км}$ . Для справки: расстояние от Москвы до Владивостока ориентировочно составляет  $9400\text{ км}$ , от Санкт-Петербурга до Владивостока —  $10100\text{ км}$ .

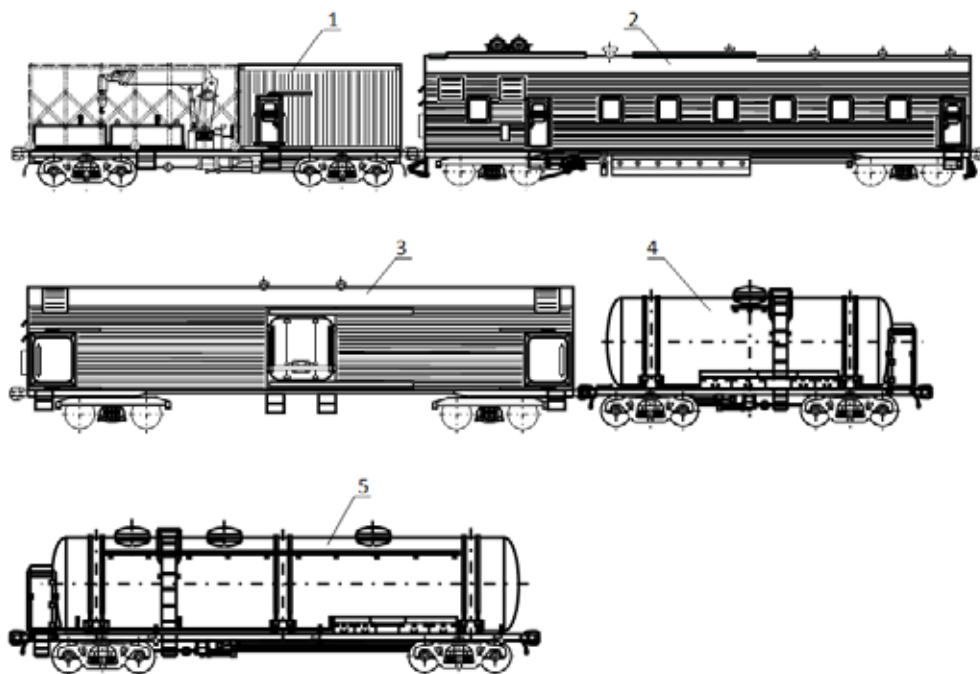


Рис. 1. Схема рефрижераторного 5-вагонного состава с азотной системой хладоснабжения:  
1 — технологическая платформа; 2 — вагон — азотодобывающая станция; 3 — рефрижераторный вагон;  
4 — вагон-цистерна с жидким азотом; 5 — охлаждаемая цистерна жидких пищевых продуктов

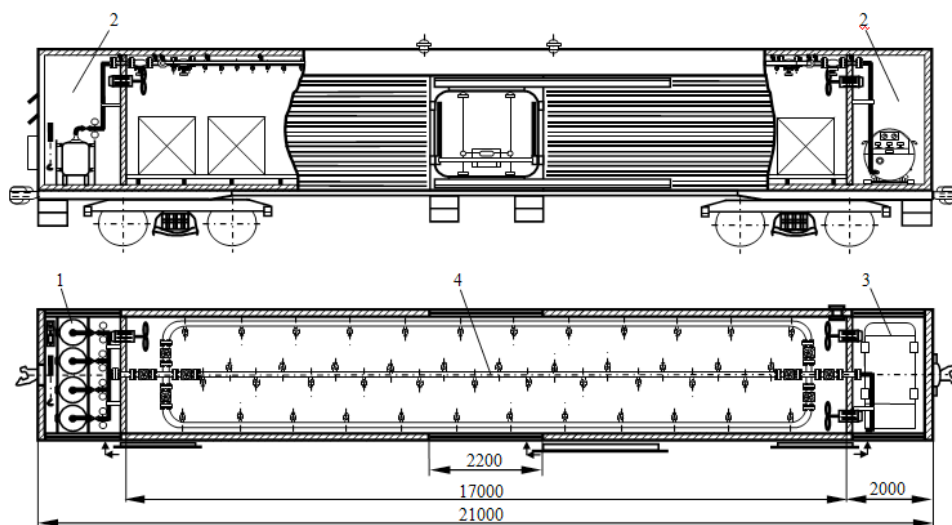


Рис. 2. Рефрижераторный вагон: 1 — взаимозаменяемый азотный резервуар; 2 — технологический отсек; 3 — цистерна типа ЦТК; 4 —  $\Phi$ -образная азотораспределительная магистраль

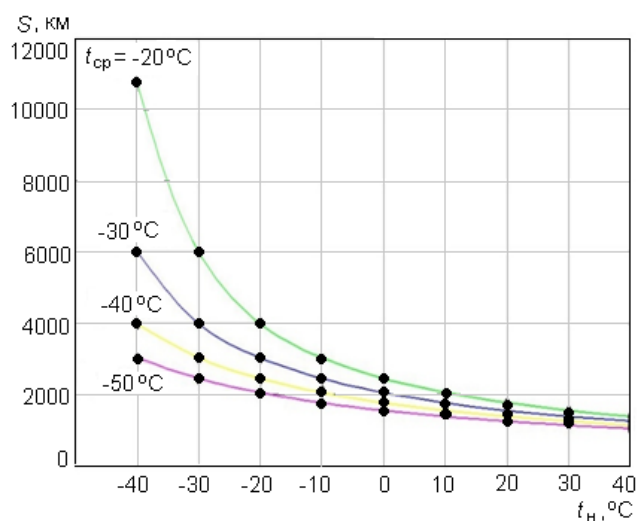


Рис. 3. Зависимость расстояния перевозки ( $S$ ) продукции от температуры наружного воздуха ( $t_n$ ) и режима перевозки ( $t_{cp}$ )

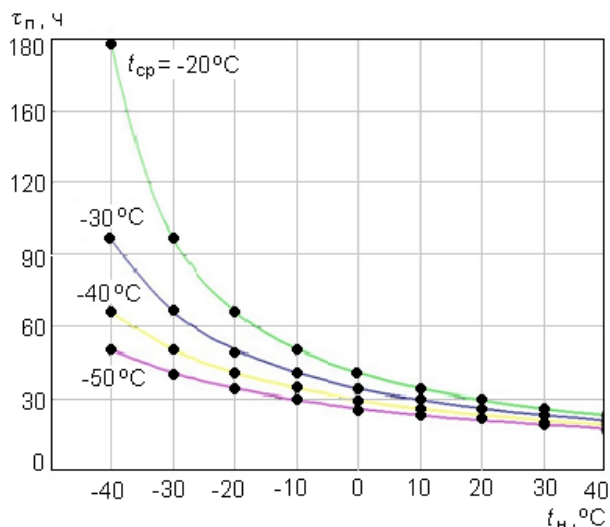


Рис. 4. Зависимость продолжительности перевозки ( $\tau_n$ ) продукции от температуры наружного воздуха ( $t_n$ ) и режима перевозки ( $t_{cp}$ )

На базе выполненных исследований также была доказана экономическая неэффективность использования вагона-рефрижератора в режиме замораживания из-за значительного расхода жидкого азота, который составляет порядка 1,84 кг азота на 1 кг продукта. Однако, такая возможность не исключается и требует дополнительно-конструктивного решения вагона.

Вагон-цистерна (рис. 5) предназначен для транспортировки жидких пищевых продуктов (например, масла растительного, молока и др.) с температурой на уровне от  $-5$  °C до  $15$  °C и их охлаждения в процессе перевозки.

Вагон-цистерна для жидких пищевых продуктов представляет собой трехсекционную цистерну, разделенную теплоизолированными перегородками, что дает возможность перевозить различные виды жидких пищевых продуктов одновременно. Причем, при перевозке

во всех отсеках цистерны может поддерживаться различная температура, за счет того, что подача азота осуществляется с помощью распределительной регулирующей станции Т-образной формы 5, соединенной с вагоном-цистерной и вспомогательным азотным резервуаром 6. Азот по трубопроводу поступает в охлаждающие змеевики 4 либо всех отсеков цистерны одновременно или же в какой-то из них, что зависит от температурного режима, ассортимента и количества перевозимой продукции. Отработанный в змеевике азот выбрасывается в атмосферу через предусмотренные конструкцией газовыпускные клапаны 3. В случае опорожнения вспомогательного азотного резервуара возможна подача жидкого азота из вагона-цистерны.

Одной из особенностей цистерны является наличие в пространстве между внутренним и наружным кожухом динамической изоляции 2, которая представляет собой

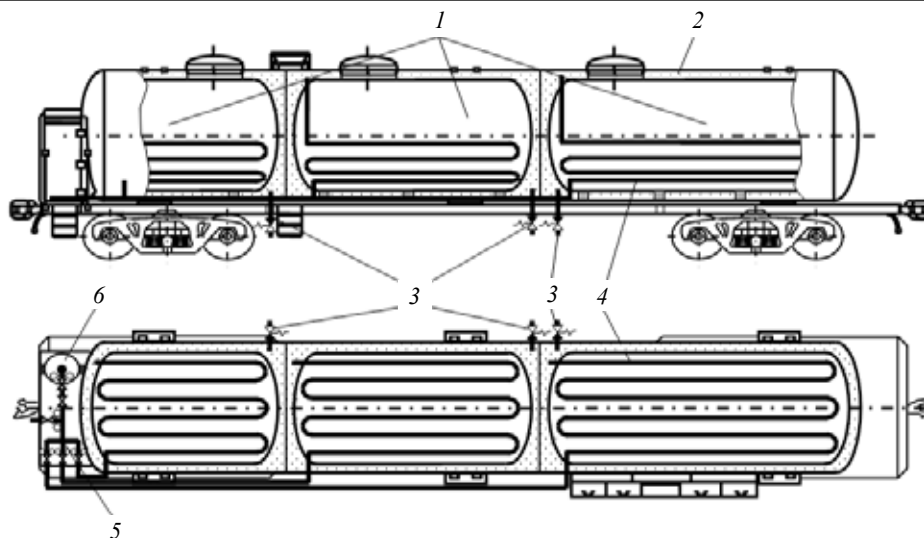


Рис. 5 Вагон-цистерна для жидких пищевых продуктов: 1 — теплоизолированные отсеки цистерны; 2 — динамическая теплоизоляция; 3 — вентиль газосброса; 4 — охлаждающий змеевик цистерны; 5 — распределительная регулирующая станция T-образной формы; 6 — вспомогательный азотный резервуар

отработанные в охлаждающих змеевиках пары азота с температурой порядка  $-70\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Подобная конструкция цистерны позволяет получить холодильный эффект по всему объему цистерны, тем самым локализовав теплоприток через наружное ограждение, и дополнительно охладить перевозимый жидкий продукт.

На рис. 6 представлена графическая зависимость расхода азота ( $G_{\text{отн}}$ ) для каждой из трех секций цистерны от температуры наружного воздуха ( $t_n$ ) и режима перевозки ( $t_n = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Следует отметить, что подобная схема снижает расход азота и обеспечивает более равномерное охлаждение, что подтверждается проведенными расчетами. Как видно из диаграммы, расход азота на охлаждение масла растительного от  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$  до температуры транспортировки  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  при температуре наружного воздуха  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  и подаче газообразного азота с температурой  $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$  и температурой на выходе из змеевика  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет максимально  $1,1\text{ кг}$  на  $1\text{ кг}$  продукта, а при температуре окружающего воздуха  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  составляет  $0,38\text{ кг}$  азота на  $1\text{ кг}$  продукта.

Вагон-азотодобывающая станция (рис. 7), по сравнению со стандартным 17-метровым вспомогательным вагоном, выполнен на базе грузового вагона и имеет длину  $21\text{ метр}$ .

Вагон разделен на три секции различной площади. Первая секция, имеющая площадь порядка  $17,3\text{ м}^2$ , представляет собой дизель-генераторный отсек 1, в котором размещены дизель-генераторы для выработки электроэнергии и снабжения электропитанием всего состава. В этой же секции расположен небольшой по площади аккумуляторный отсек 2.

Следующая секция (площадью  $22,4\text{ м}^2$ ) включает в себя бытовую отсек 3, в котором предусмотрены система управления азотопроизводящими установками, радиоточка, плита, холодильник, стол со стульями, туалетная комната, душевая кабина, котельное помещение, а также место для отдыха персонала со спальными местами.

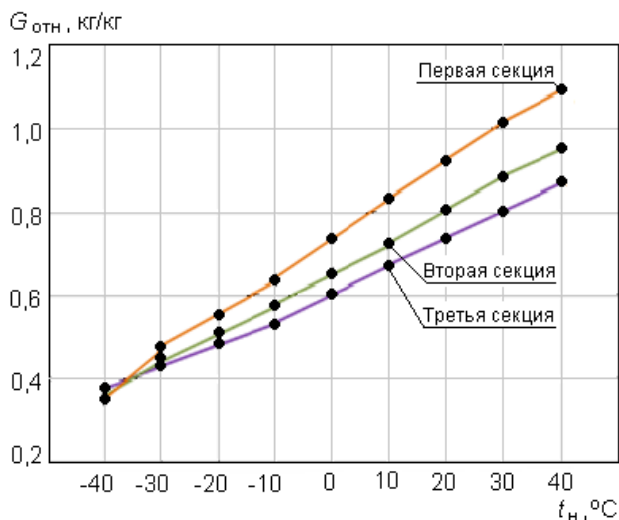


Рис. 6. Графическая зависимость расхода азота ( $G_{\text{отн}}$ ) от температуры наружного воздуха ( $t_n$ ) в режиме охлаждения для трех секций цистерны

Самое большое по площади помещение в вагоне (порядка  $25,2\text{ м}^2$ ) отделено под отсек для производства жидкого азота 4 с тремя азотопроизводящими установками 5.

Главное назначение вагона-азотодобывающей станции — производство жидкого азота с использованием трех установок, способных обеспечивать бесперебойную работу всех систем охлаждения поезда, т. к. азот производится из атмосферного воздуха непосредственно в пути следования поезда. Весь произведенный данными установками азот хранится в азотных резервуарах 7, установленных в два яруса на стеллаже 6. Для удобства погрузки-выгрузки сосудов Дьюара используется ручная кран-балка 9, к которой с помощью крюка зацепляются перемещаемые сосуды.

В качестве азотодобывающих установок могут быть использованы генераторы жидкого азота большой про-

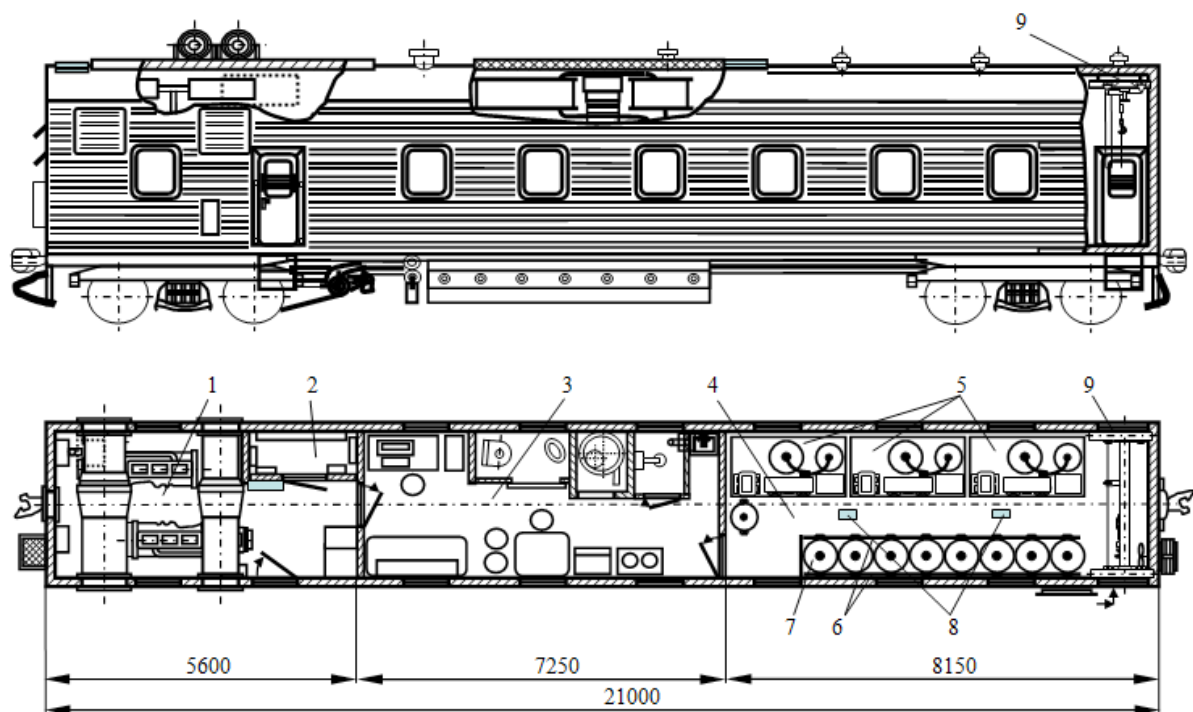


Рис. 7. Вагон-азотодобывающая станция: 1 — дизель-генераторный отсек; 2 — аккумуляторный отсек; 3 — бытовой отсек; 4 — отсек для производства жидкого азота; 5 — азотпроизводящая установка; 6 — стеллаж; 7 — взаимозаменяемый азотный резервуар; 8 — газоанализатор; 9 — ручная кран-балка

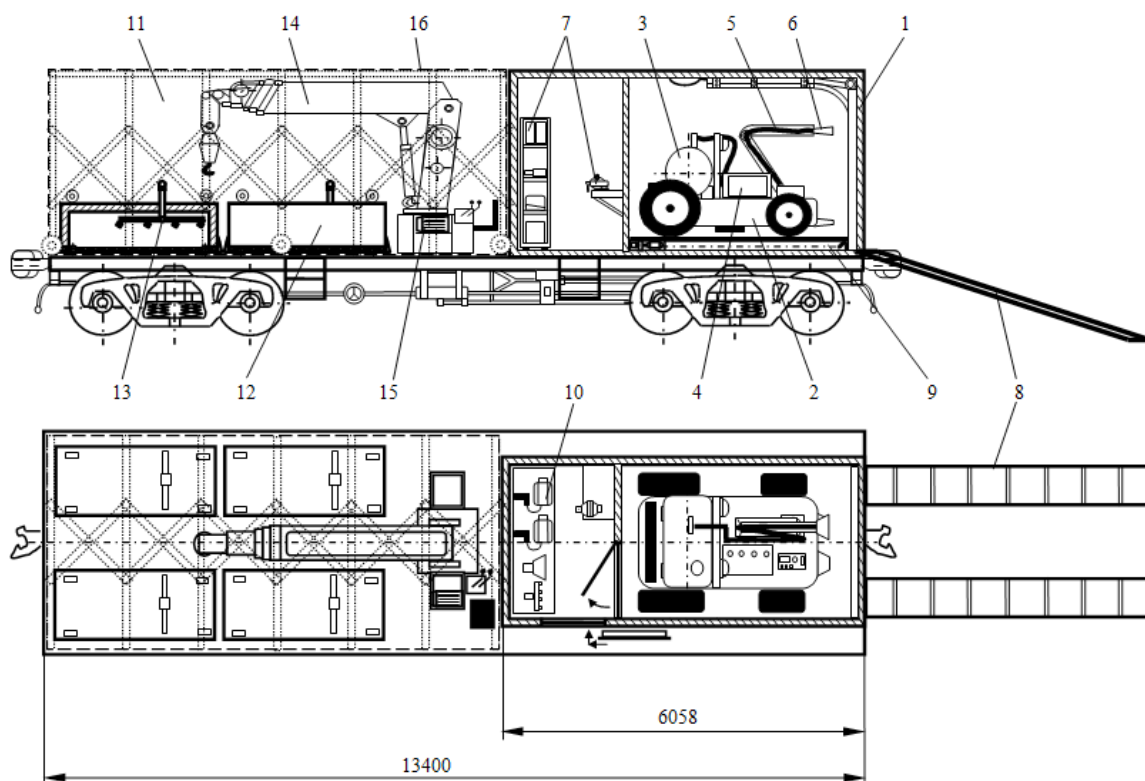


Рис. 8. Технологическая платформа:

- 1 — контейнер; 2 — дистанционно-управляемый азотный робот; 3 — азотный резервуар;  
 4 — дизельный привод; 5 — телескопический гибкий трубопровод; 6 — распылительное устройство; 7 — оснастка;  
 8 — спусковые салазки; 9 — механический механизм выдвигания салазок; 10 — переносной азотный ранец;  
 11 — блок поверхностного замораживания; 12 — взаимостыкующийся теплоизолированный короб; 13 — Ж-образный распределительный азотный коллектор; 14 — телескопический кран; 15 — электрическое приводное устройство крана;  
 16 — раздвижной жалюзиевидный тент.

изводительности марки Kelvin IC (США) типов M 280 X2 и M 280 X3 производительностью от 85 до 125 л/сут [13].

Особый интерес представляет технологическая платформа 1, показанная на рис. 8.

Технологическая платформа предназначена для решения следующих задач:

— для холодильной обработки пищевых продуктов непосредственно в местах их сбора, а также для пожаротушения. Для этой цели используются устройство пистолетного типа, которое содержит емкость с жидким азотом в виде теплоизолированного ранца, распылительное устройство пистолетного типа, соединительный трубопровод и насадки различной формы [14].

— для ликвидации последствий техногенных загрязнений и пожаротушения. Для этих целей используется криогенное устройство [15], состоящее из нескольких модулей, с помощью которых осуществляется замораживание загрязненной поверхности. После чего осуществляется процесс утилизации замороженного грунта [16–19]. Модуль может быть использован также для локализации и ликвидации очагов пожаров, например, торфяных.

В случае получения сигнала о возгорании или другой чрезвычайной ситуации, поезд или отдельная его секция выдвигается на место ЧП и, в зависимости от обстановки, производится тушение либо дистанционно-управляемым азотным роботом 2, спускаемым на землю с помощью спусковых салазок 8, которые, в свою очередь, выдвигаются с помощью механического механизма выдвигания 9, либо непосредственно людьми, с помощью переносных азотных ранцев 10.

Для ликвидации последствий загрязнения почвы, помимо робота и переносных ранцев, которые могут использоваться для обработки труднодоступных поверхностей, например, каменистых, на ровных поверхностях может быть использован блок поверхностного замораживания 11, включающий в себя взаимостыкующиеся теплоизолированные короба 12. Короба имеют в своей конструкции Ж-образный распределительный азотный коллектор 13, который спускается на землю с помощью телескопического крана 14 с электрическим приводным устройством 15. Монтаж коробов может осуществляться непосредственно по месту обработки с присоединением к любому транспортному средству с азотной емкостью. Передвигаясь по загрязненной поверхности, блок промораживает поверхность грунта, тем самым подготавливая его к последующему снятию и утилизации или переработке. Для защиты блока поверхностного замораживания от загрязнений и атмосферных осадков на технологической платформе используется раздвижной жалюзевидный тент 16.

Все используемые на платформе установки мобильны и могут быть перемещены в зону загрязнения или пожара с помощью любых транспортных средств, причём, радиоуправляемый азотный робот может быть использован в качестве средства перемещения других систем холодильной обработки и пожаротушения [12].

Использование данного состава с экологически безопасным азотным охлаждением позволяет обеспечить эффективность холодильной обработки пищевых продуктов и их сохранения, своевременность сбора и утилизации техногенных загрязнений, локализацию процессов горения во всех его видах и формах.

## Литература

1. Вальт Э. Б. Железнодорожный холодильный транспорт на пути реформирования // Холодильная техника. 2006. № 2. с. 40–43.
2. Вальт Э. Б. Железнодорожный холодильный транспорт на пути реформирования. // Холодильная техника. 2006. № 3. с. 52–55.
3. Антонов А. А., Венгер К. П. Азотные системы хладоснабжения для производства быстрозамороженных пищевых продуктов. — Рязань: Узоречье, 2002. 207 с.
4. Венгер К. П., Выгодин В. А. Машинная и безмашинная системы хладоснабжения для быстрого замораживания пищевых продуктов. — Рязань: Узоречье, 1999. 143 с.
5. Венгер К. П., Хохлов К. С., Феськов О. А. Азотные системы хладоснабжения для железнодорожного рефрижераторного транспорта // Материалы X Международной научной конференции «Живые системы и биологическая безопасность населения». — М.: МГУПП, 2012. с. 249–250.
6. Патент РФ № 2329163. 5-вагонная рефрижераторная секция. Венгер К. П., Феськов О. А., опубл. в БИ № 20, 20.07.2008.
7. Tassou S. A., De-Lille G., Lewis J., (2007) Food transport refrigeration, <http://www.grimsby.ac.uk/documents/defra/trns-refrigereenergy.pdf>, Retrieved on 13th Dec. 2015.
8. Patent of the World intellectual property organization № WO 01/53764 A1 «Refrigeration of a food transport vehicle utilizing liquid nitrogen», Authors: Pedolsky H., Gavrylov R., Gavrylov K., Golovin L., Savelyev V., publ. 26.07.2001.
9. Патент РФ № 2581638. 5-вагонный поезд азотного охлаждения. Венгер К. П., Попков В. И., Романов М. А., Феськов О. А., опубл. в БИ № 11, 20.04.2016.
10. Венгер К. П., Попков В. И., Романов М. А., Феськов О. А. Азотная система хладоснабжения для железнодорожного рефрижераторного транспорта. // Материалы VII Международной научно-технической конференции «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». Часть I. — СПб.: Университет ИТМО. 2015. с. 62–65.
11. Чертов Е. Д., Акулов И. Ю., Спиридонов Е. Г., Авцинов И. А. Особенности применения мультиагентного подхода для оценки надежности криогенных систем специального назначения. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016; (3):144–150. DOI: 10.20914/2310-1202-2016-3-144-150
12. Венгер К. П., Романов М. А., Феськов О. А. Железнодорожный рефрижераторный состав с экологически безопасным азотным охлаждением // Сборник материалов XIII Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Живые системы и биологическая безопасность населения». — Москва, 2015. с. 175–179.
13. Автономные компактные станции LNP и Stirlin для производства жидкого азота из атмосферного воздуха. [Интернет-ресурс]: <http://www.cryotrade.ru/index.html>
14. Патент РФ № 2414269. Ранцевый огнетушитель. Венгер К. П., Минашкин Н. В., Феськов О. А., опубл. в БИ № 8, 20.03.2011.
15. Патент РФ № 2286857. Устройство для криогенного промораживания грунта. Венгер К. П., Орловский Д. Е., Феськов О. А., Ширшов В. Е., опубл. в БИ № 31, 10.11.2006.
16. Венгер К. П., Минашкин Н. В., Феськов О. А. Использование азота для ликвидации последствий нефтяных загрязнений и пожаротушения. // Вестник Международной академии холода. 2012. № 1. с. 11–14.

17. Венгер К. П., Орловский Д. Е., Феськов О. А. Очистка поверхности грунта от техногенных загрязнений замораживанием жидким азотом. // Холодильная техника. 2007. № 7. с. 40–44.
18. Венгер К. П., Орловский Д. Е., Феськов О. А., Ширшов В. Е. Криогенные установки для быстрого замораживания пищевых продуктов и защитного слоя грунта для очистки его от техногенных загрязнений // Сборник докладов «Технологический прорыв России: стратегическое партнерство государства и бизнеса» VI Московского международного салона инноваций и инвестиций, — М.: НИИ РИНКЦЭ, 2006. с. 147–150.
19. Венгер К. П., Орловский Д. Е. Криогенная установка для ликвидации последствий техногенных загрязнений // Материалы за IX международна научна практична конференция «Achievement of school — 2013», 17–25 november, 2013, том 45. — Болгария, София, изд. БялГРАД-БГ ООД, с. 44–46.

### References

1. Walt E. B. Railway refrigerated transport in the way of reformation. *Kholodil'naya tekhnika*. 2006. No. 2. p. 40–43. (in Russian)
2. Walt E. B. Railway refrigerated transport in the way of reformation. *Kholodil'naya tekhnika*. 2006. No. 3. p. 52–55. (in Russian)
3. Antonov A. A., Venger K. P. Nitrogen cold supply system for the production of frozen foods. Ryazan, 2002, 207 p. (in Russian)
4. Venger K. P., Vygodin, A. V., Machine and machineless cooling system for quick freezing of food products. — Ryazan, 1999, 143 p. (in Russian)
5. Venger, K. P., Khokhlov K. S., Feskov O. A. Nitrogen system cooling supply for railway refrigerated transport. Materials of X International scientific conference “Living systems and biological safety of population”. Moscow: MGUPP, 2012. p. 249–250. (in Russian)
6. Patent of the Russian Federation № 2329163 “5-car refrigerated section” authors: Venger K. P., Feskov O. A., publ. in BI No. 20, 20.07.2008. (in Russian)
7. Tassou S. A., De-Lille G., Lewis J., (2007) Food transport refrigeration, <http://www.grimsby.ac.uk/documents/defra/trns-refrigeenergy.pdf>, Retrieved on 13th Dec. 2015.
8. Patent of the World intellectual property organization No. WO 01/53764 A1 «Refrigeration of a food transport vehicle utilizing liquid nitrogen», Authors: Pedolsky H., Gavrylov R., Gavrylov K., Golovin L., Savelyev V., publ. 26.07.2001.
9. Patent of the Russian Federation № 2581638 “5-car train nitrogen cooling”, Authors: Venger K. P., Popkov V. I., Romanov M. A., Feskov O. A., publ. in BI No 11 of 04.20.2016. (in Russian)
10. Venger K. P., Popkov V. I., Romanov M. A., Feskov O. A. Nitric Burst of cold supply for railway refrigerated transport. Proceedings of the VII International scientific-technical conference “low temperature and food technologies in the XXI century” Part I. SPb.: IFMO University, 2015, p. 62–65. (in Russian)
11. Chertov E. D., Akulov I. Y., Spiridonov E. G., Avtsinov I. A. Features of applying systems approach for evaluating the reliability of cryogenic systems for special purposes. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2016; (3):144–150. (in Russian)
12. Venger K. P., Romanov, M. A., Feskov O. A. Railway reefer train with environmentally friendly nitrogen cool. Collected materials of the XIII International scientific conference of students and young scientists “Living systems and biological safety of population”, Moscow, 2015. P. 175–179. (in Russian)
13. Offline compact station Stirlin LNP and for the production of liquid nitrogen from atmospheric air. [Online resource]: <http://www.cryotrade.ru/index.html>
14. Patent of the Russian Federation № 2414269 “Knapsack extinguisher”, Authors: Venger K. P., Minashkin N. V., Feskov O. A., publ. in BI No 8, 20.03.2011. (in Russian)
15. Patent of the Russian Federation № 2286857 “Apparatus for the cryogenic freezing of the soil”, Authors: Venger K. P., Orlovsky D. E., Feskov O. A., Shirshov V. E., publ. in BI No 31, 10.11.2006. (in Russian)
16. Venger K. P., Minashkin N. V., Feskov O. A., Using nitrogen to eliminate the effects of oil pollution and fire. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2012. No 1, p. 11–14. (in Russian)
17. Venger K. P., Orlovski D. E., Feskov O. A. Clean the surface of the soil from industrial pollution by liquid nitrogen freezing. *Kholodil'naya tekhnika*. 2007. No. 7. p. 40–44. (in Russian)
18. Venger K. P., Orlovski D. E. Feskov O. A. Shirshov V. E. Cryogenic plant for quick freezing of food product, and a protective layer of soil to clean ego from technogenic pollution // Collection of reports “Technological breakthrough of Russia strategic partnership of state and business” VI Moscow international salon of innovations and investments. Moscow, 2006. p. 147–150. (in Russian)
19. Venger K. P. Orlovski D. E. Cryogenic weapons for elimination of consequences of technogenic pollution. Proceedings of the IX international scientific-practical conference “Of school achievement” in 2013, 17–25 November, 2013, vol. 45. — Bulgaria, Sofia, red Belgrad-BG, LLC, p. 44–46.