

Гомельский колледж – филиал учреждения образования  
«Белорусский государственный университет транспорта»

# Исследовательский дипломный проект на тему: **Рефрижераторный контейнер марки Carrier**

Выполнили учащиеся группы П-41  
Пищик А.В, Шарамов М.С.  
Руководитель дипломного проекта  
Удодова Е.В.



На сегодняшний день существуют два вида альтернативных транспортных средств, предназначенных для обеспечения сохранности продуктов: вагоны рефрижераторных секций (или рефрижераторные вагоны) и рефрижераторные контейнеры.



Рефрижераторный вагон – это специализированный вагон, предназначенный для перевозки скоропортящейся продукции по железной дороге в составе рефрижераторной секции (как правило, это 4 грузовых вагона и один вагон-дизель-электростанция).



**Рефрижераторный контейнер** – это специализированный стандартизированный контейнер со встроенной рефрижераторной установкой, обеспечивающий перевозку скоропортящихся товаров на железнодорожном, морском и автомобильном транспорте без перегруза перевозимой скоропортящейся продукции при переходе с одного транспорта на другой.





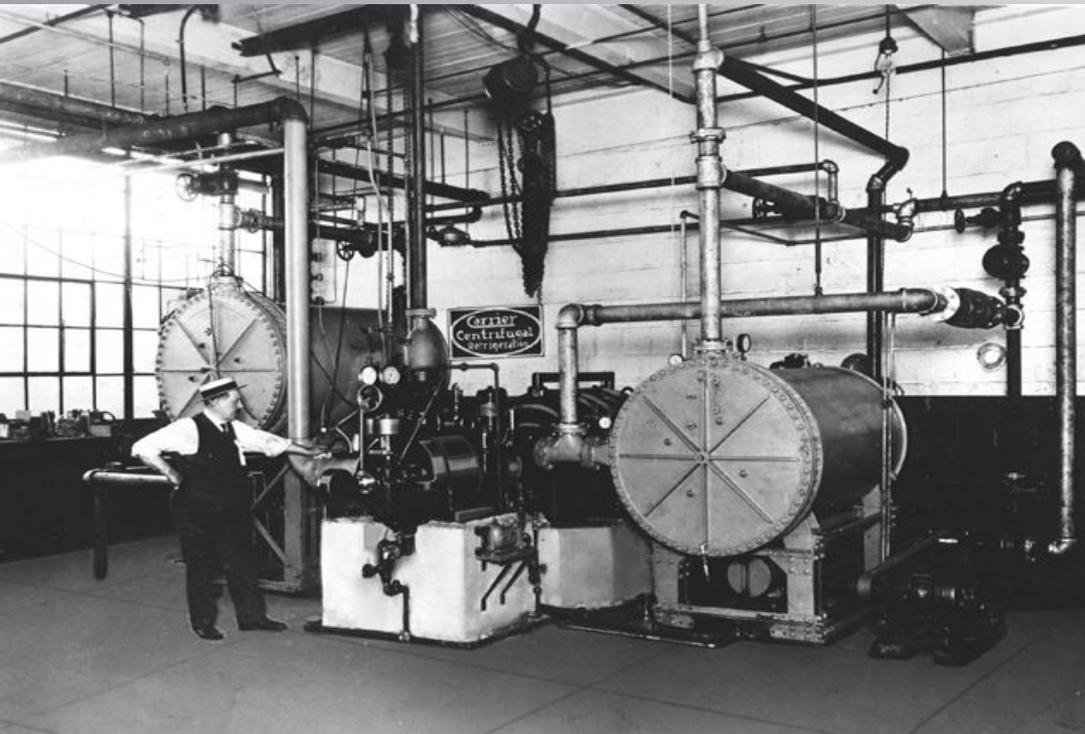
# Изобретение первого кондиционера Уиллисом Карриером

Первый прототип современного кондиционера был разработан в 1902 году инженером Уиллисом Карриером. Это была огромная машина для охлаждения воздуха в типографии. Предназначался агрегат отнюдь не для людей, а для ускорения процесса высыхания краски на бумаге. Однако, как оказалось, сотрудникам охлаждение воздуха тоже пришлось по душе.



# Изначальное применение изобретений Карриера (Carrier)

Первые два десятилетия изобретение Карриера (Carrier), позволившее на научной основе управлять температурой и влажностью внутри помещений, применялось больше для создания комфортных условий работы машинам и технологическим процессам, чем людям.



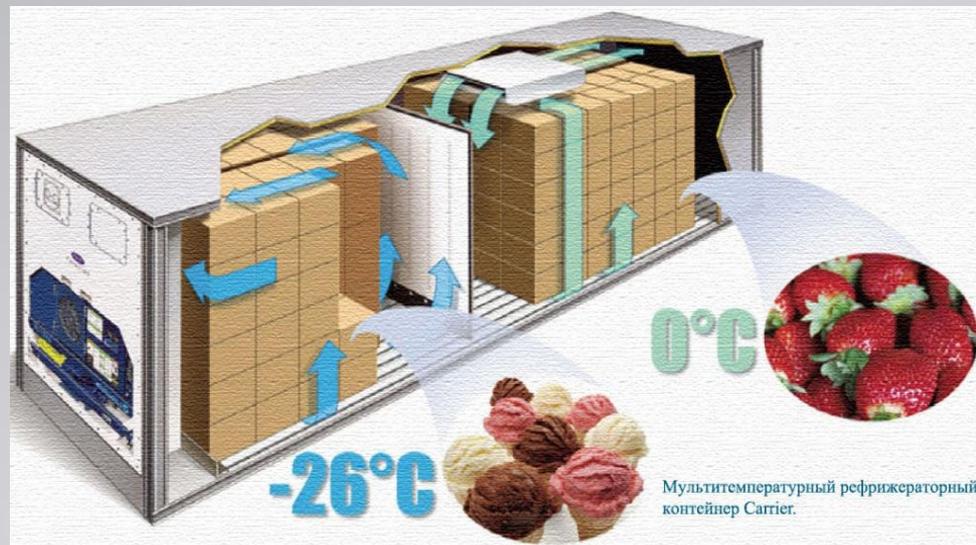
# Области применения рефрижераторных контейнеров

Основная область применения рефрижераторных контейнеров —

хранение товаров, требующих определенной температуры и влажности хранения.

Такими товарами являются:

- мясо и мясные продукты;
- рыба и продукты питания, изготовленные из рыбы;
- молочные продукты;
- мороженное;
- фрукты и овощи;
- цветы;
- корм для животных;
- парфюмерные товары;
- лекарственные препараты и некоторые химикаты.



# Классификация рефрижераторных контейнеров Carrier и их основные характеристики

По размеру рефрижераторные контейнеры бывают следующих видов: 20-футовые контейнеры, 40-футовые контейнеры, негабаритные контейнеры повышенной кубатуры (High Cube).

Основные технические характеристики:

Температурный режим – от -25С до +25С

Теплоизоляция – пенополиуретан 86-147 мм

Режим работы – автоматический

Электропитание – 380V, 50Hz, 3ph/440V, 60Hz, 3ph

Внутренняя обшивка – пищевая нержавеющая сталь.



# Сравнительные технические характеристики рефрижераторных контейнеров CARRIER

Технические характеристики	20-футовый	20-футовый High Cube	40-футовый	40-футовый High Cube
Внешние размеры				
Длина, мм	6060	6060	12200	12200
Ширина, мм	2450	2450	2450	2450
Высота, мм	2400	2600	2600	2900
Внутренние размеры				
Длина, мм	5870	5870	11990	11990
Ширина, мм	2330	2330	2330	2330
Высота, мм	2200	2350	2350	2700
Дверной проем	2290×2110	2290×2260	2290×2260	2290×2560
Характеристика параметров и масса				
Вес пустого контейнера, кг	2000	2500	3600	3800
Максимальная нагрузка, кг	18000	21800	26400	25600
Вес при максимальной нагрузке, брутто, кг	20000	24300	30000	29400
Внутренний объем,	30.09	32.14	65.65	74.43

# Холодильный агрегат ThinLINE компании Carrier

## Холодильный агрегат ThinLINE компании Carrier является

отраслевым стандартом сбалансированной конструкции системы охлаждения контейнера.

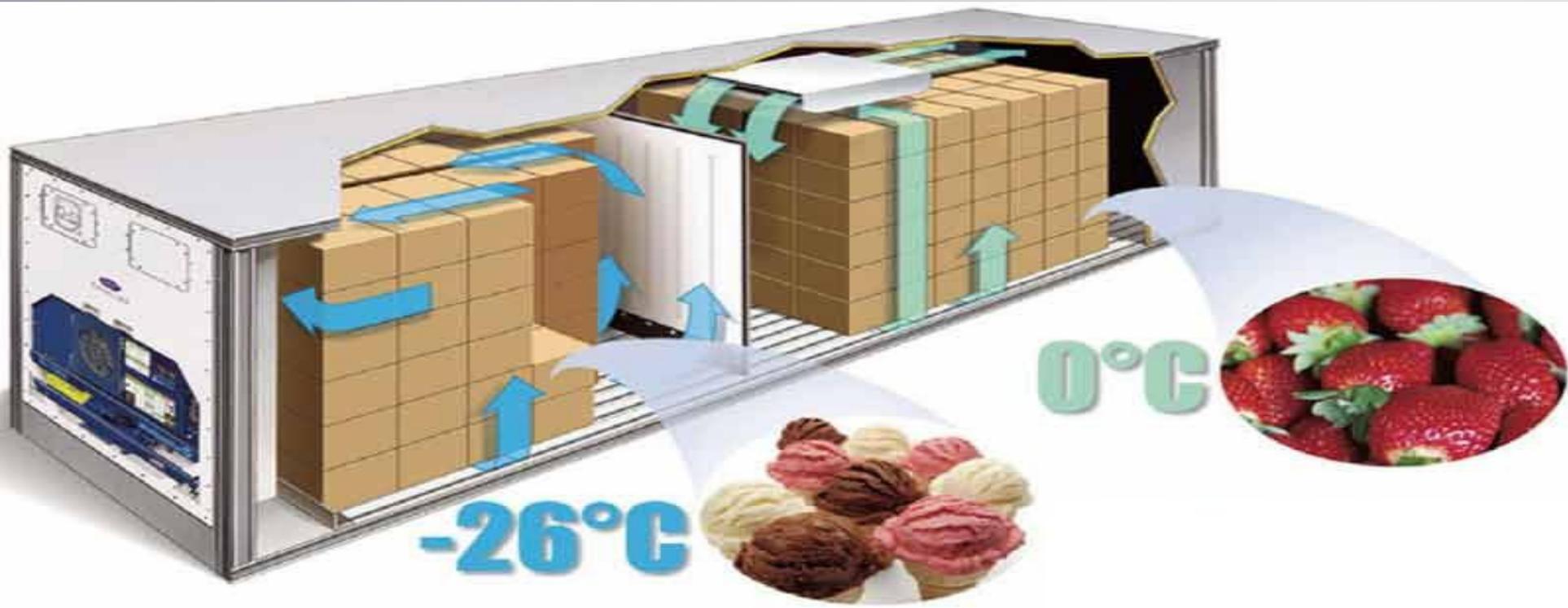
Это признанный лидер по производительности систем охлаждения.

В целом агрегаты ThinLINE, произведенные мировым лидером в отрасли транспортного охлаждения, обеспечивают отличную производительность в эксплуатации, точное интеллектуальное электронное управление и доказанную практикой надежность.



# Мультитемпературные агрегаты компании Carrier

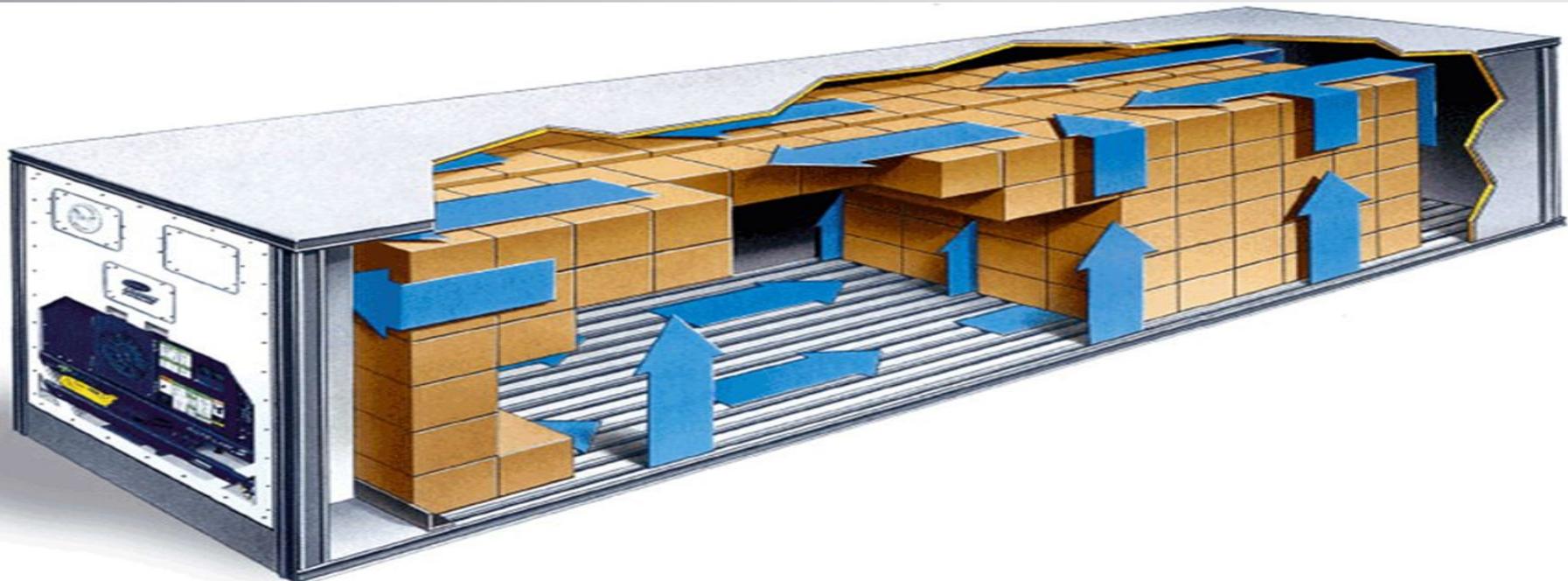
Применяются мультитемпературные агрегаты компании Carrier, которые позволяют в разных отсеках поддерживать разную температуру, для перевозки широкой номенклатуры грузов.



# Система контроля атмосферы EverFRESH® с мембранным сепаратором

Система контроля атмосферы EverFRESH® оборудована мембранным сепаратором. Через последовательность фильтров сжатый воздух проходит в мембранный модуль, состоящий из тысяч полых волокон. Кислород, двуокись углерода и водяной пар проникают через стенки волокон быстрее, чем азот.

Для перевозки крайне чувствительных грузов имеются поглотители этилена.



# Применение железнодорожных сцепов при перевозке рефрижераторных контейнеров

Имеется возможность перевозки рефрижераторных контейнеров рефрижераторными сцепами и отдельными автономными контейнерами.

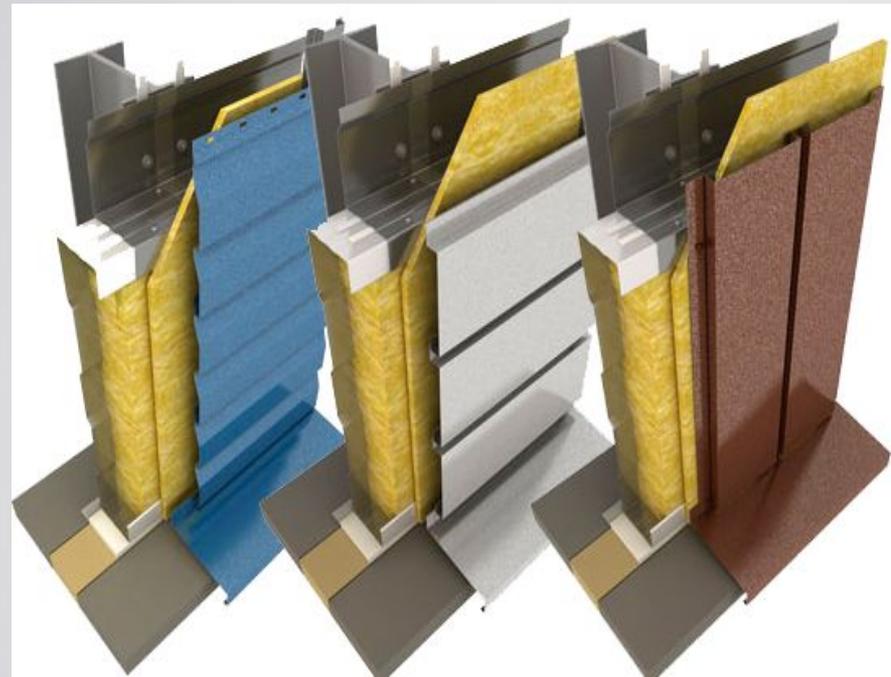
Рефрижераторные сцепы применяются для перевозки рефрижераторных контейнеров по сети железных дорог с колеёй 1520 мм.

Это специализированный подвижной состав, который позволяет перевозить рефрижераторные контейнеры, поддерживая в них заданный температурный режим от -25 до +25 градусов по Цельсию. В каждом из контейнеров может поддерживаться своя заданная температура.



# Конструкция рефрижераторных контейнеров марки Carrier

Рефрижераторный контейнер Carrier имеет два основных конструктивных блока: корпус и рефрижераторный агрегат. Корпус рефрижераторного контейнера состоит из несущего каркаса и пенополиуретановых сэндвич-панелей с внешним покрытием из дюралюминиевого листа (толщина - 2,0 мм) и внутренним покрытием из профилированной листовой пищевой нержавеющей стали (толщина - 0.6 мм).



# Конструкция рефрижераторных контейнеров марки Carrier

## Пол рефрижераторного контейнера изготовлен из

Т-образного алюминиевого профиля с прочностью, рассчитанной на применение при обработке товара обычного складского погрузчика.



# Конструкция рефрижераторных контейнеров марки Carrier

Двери изготавливаются из тех же, что и корпус, пенополиуретановых сэндвич-панелей и оборудованы специальными запорами, позволяющими герметично закрывать грузовой отсек контейнера.



# Рефрижераторный агрегат Carrier

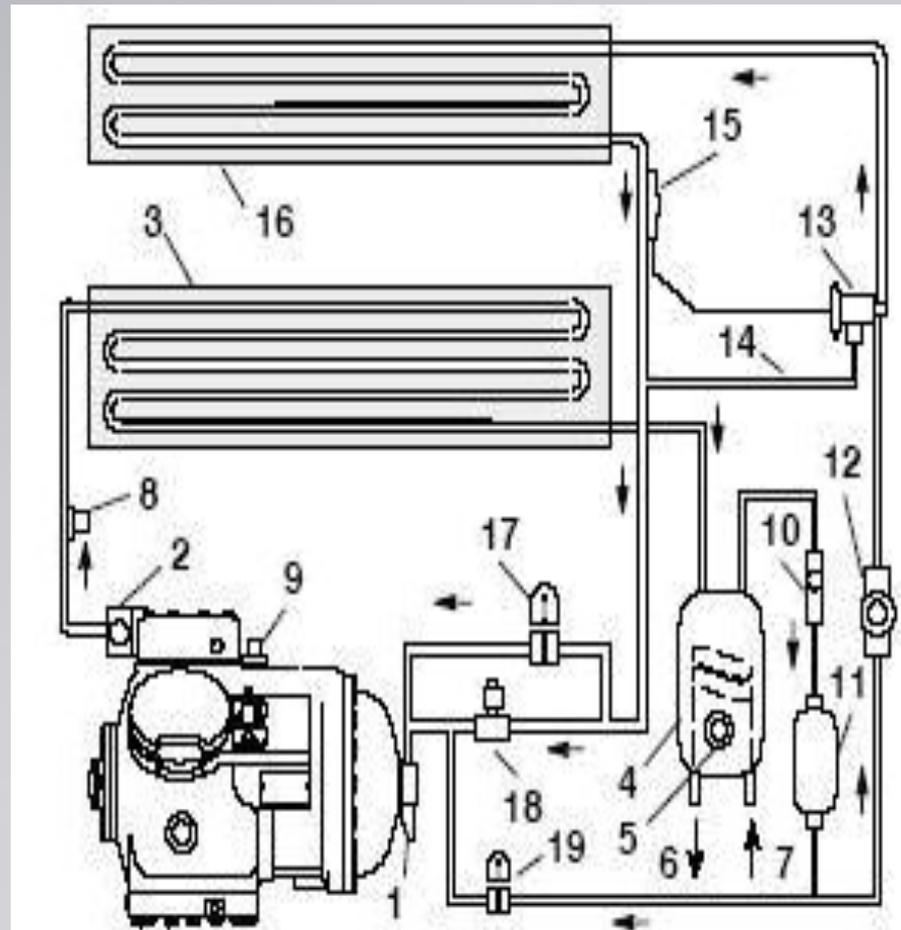
Рефрижераторный агрегат, размещенный в торце корпуса, поддерживает в автоматическом режиме внутри контейнера заданную температуру в диапазоне от  $+25^{\circ}\text{C}$  до  $-25^{\circ}\text{C}$





# Схема холодильной установки Carrier

1. Сервисный вентиль всасывания
2. Сервисный вентиль нагнетания
3. Конденсатор
4. Ресивер
5. Смотровое окно ресивера
6. Выход водяного охлаждения
7. Вход водяного охлаждения
8. Защитный клапан низкого давления
9. Аварийный клапан сброса давления
10. Сервисный вентиль жидкостной линии
11. Фильтр
12. Индикатор влажности
13. Расширительный вентиль (ТРВ)
14. Выравнивающая линия
15. Датчик ТРВ
16. Испаритель
17. Соленоидный вентиль всасывания
18. Модулирующий вентиль
19. Байпасный клапан



# Компрессор рефрижераторного агрегата Carrier

Компрессор рефрижераторного агрегата сжимает газообразный хладагент низкой температуры и низкого давления, преобразовав его в газ высокой температуры и давления. В отсеке компрессора размещается компрессор с реле высокого давления, отделение для хранения кабеля питания и трансформатор, расположенный слева от компрессора. В этом отсеке установлены также регулируемый клапан всасывания (SMV) с шаговым электродвигателем, привод шагового электродвигателя (SD), клапан регулятора давления нагнетания и датчики давления нагнетания/всасывания (DPT/SPT).

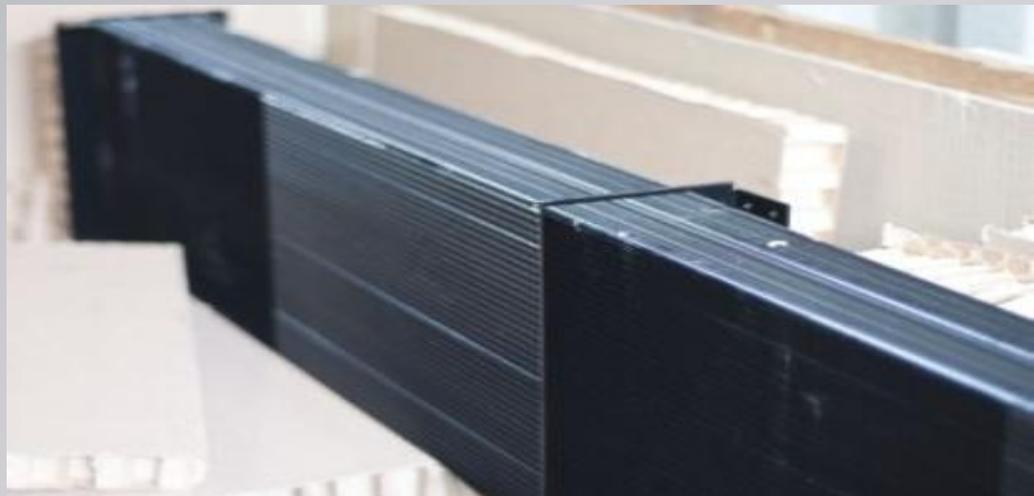


# Конденсатор рефрижераторного агрегата Carrier

В конденсаторе происходит

конденсация (переход в жидкое состояние) нагнетаемого компрессором хладагента с выделением тепла в атмосферу.

В отсеке конденсатора размещены электродвигатель вентилятора конденсатора, вентилятор конденсатора, конденсатор воздушного охлаждения. При работе агрегата воздух засасывается в нижнюю часть конденсатора и перемещается горизонтально, выходя через решетку вентилятора.



# Испаритель рефрижераторного агрегата Carrier

*В отсеке испарителя устанавливают*

механический регистратор температуры, датчик отработанного воздуха регистратора (RRS), датчик температуры отработанного воздуха (RTS), расширительный клапан термостата, двухскоростные электродвигатели вентиляторов испарителя (EM1 и EM2) вентиляторы, испаритель с нагревателем (HR), нагреватель поддона (DPH), нагреватели оттаивания (DNBL, DNBR, DHTK и DHTR), датчик завершения оттаивания (DTS), термостат завершения нагревания (HTT), а также теплообменник.



# Сборник хладагента рефрижераторного агрегата Carrier

В сборнике хладагента  
размещены эжекторный  
расширительный клапан,  
ручной вентиль линии  
жидкости, фильтр-осушитель,  
баллон со смотровым стеклом  
индикатором влажности,  
датчик давления  
конденсатора (СРТ), а также  
плавкий предохранитель.

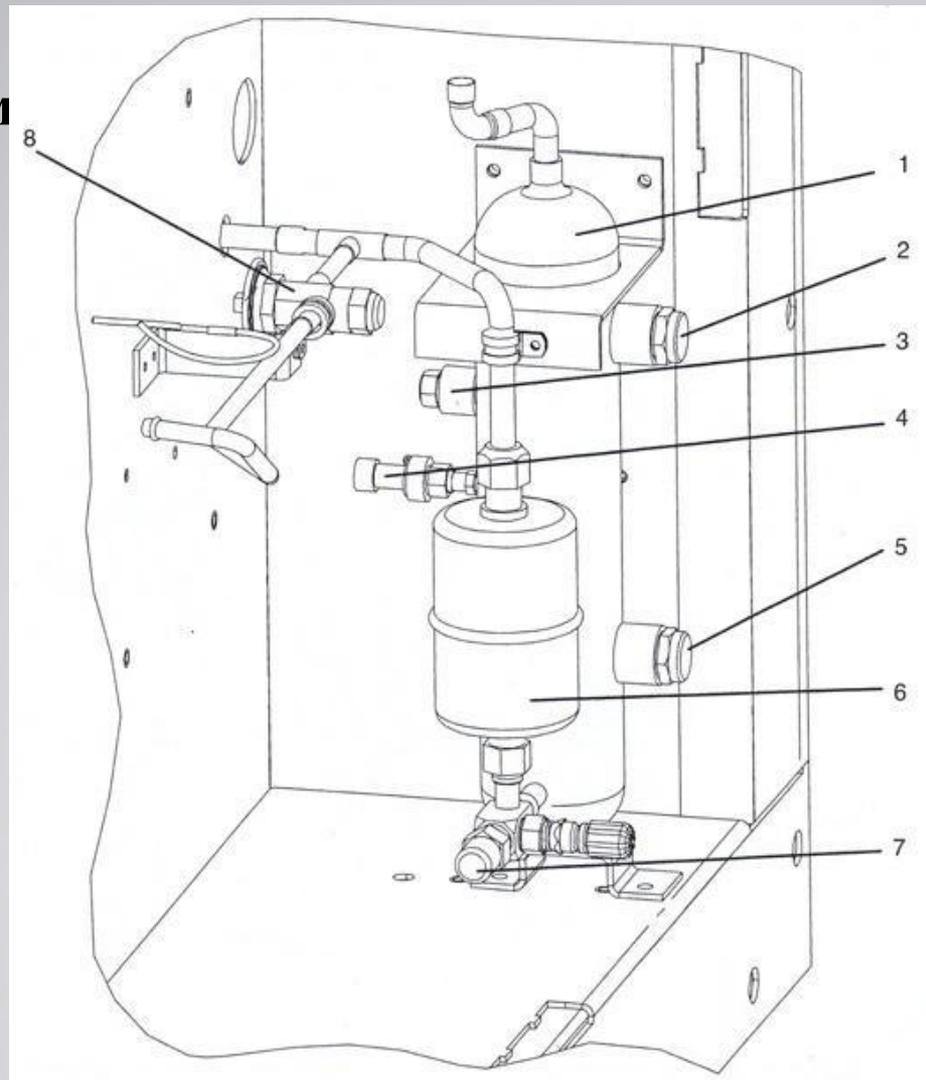


Эжекторный расширительный клапан



# Отсек сборника хладагента рефрижераторного агрегата Carrier

1. Сборник хладагента с электростатическим покрытием
2. Смотровое стекло
3. Плавкий предохранитель
4. Датчик давления конденсатора (CPT)
5. Смотровое стекло/Индикатор влажности
6. Фильтр-осушитель
7. Ручной вентиль на линии жидкого хладагента
8. Эжекторный расширительный клапан



# Расширительный клапан - ("терморегулирующий вентиль") рефрижераторного агрегата Carrier

Расширительный клапан -  
("терморегулирующий вентиль")  
регулюет количество хладагента,  
поступающего в испаритель. Является  
устройством, обеспечивающим  
изменение производительности системы  
в зависимости от условий и режима  
работы. Устанавливается на испарителе,  
реже - в моторном отсеке на входной  
трубке испарителя.

Расширительная трубка схожа по  
назначению с расширительным клапаном  
и выполняет те же функции, но другой  
конструкции, расположена на входе в  
испаритель.



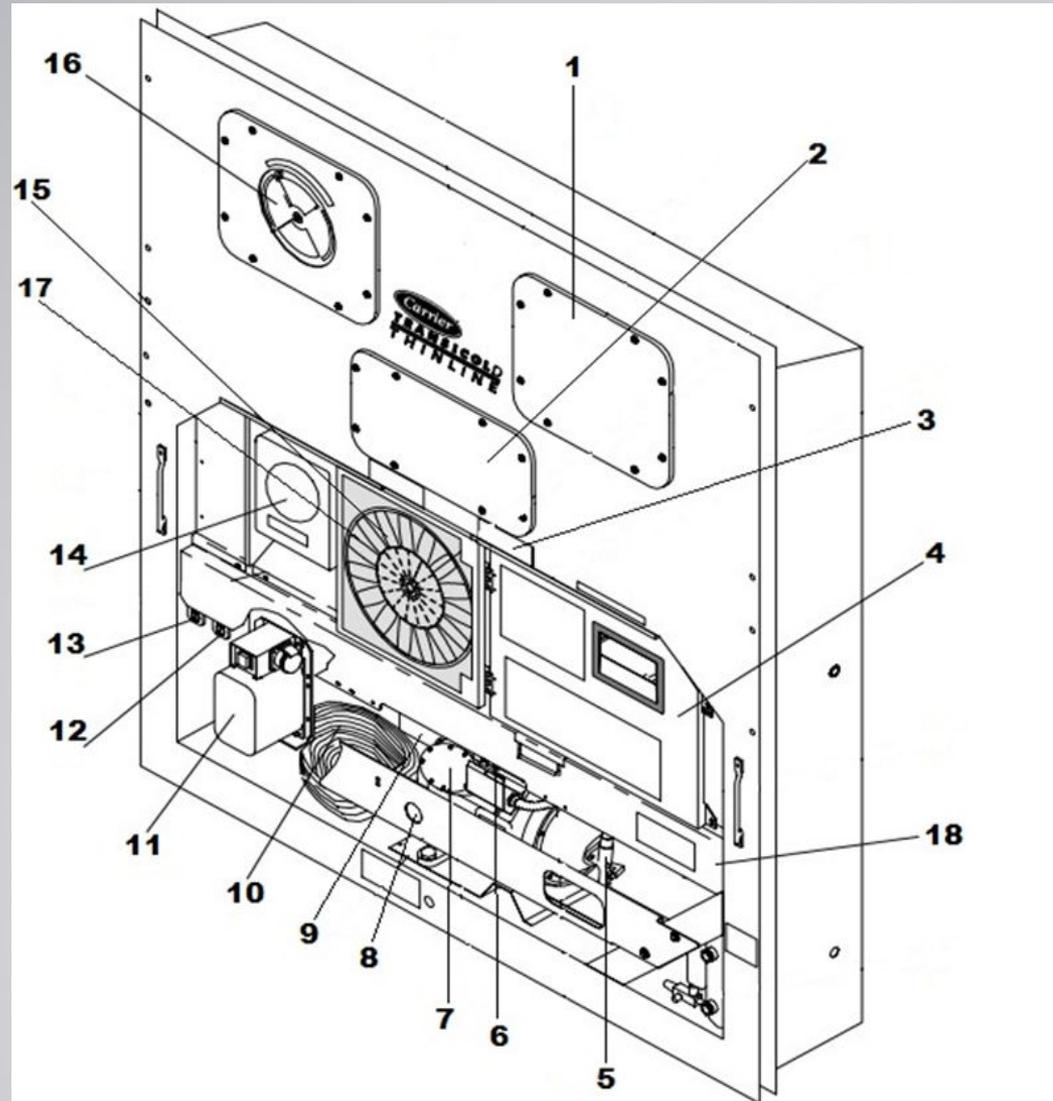
# Аккумулятор-осушитель рефрижераторного агрегата Carrier

Аккумулятор-осушитель устанавливается на системах с расширительной трубкой для испарения жидкого хладагента. Располагается на трубопроводе после испарителя, до компрессора. Аккумулятор-осушитель выполняет еще и дополнительные функции - осушения и фильтрации хладагента.



# Расположение агрегатов на лицевой стороне рефрижераторного контейнера марки CARRIER Microlink I, Microlink II

- 1- Панель доступа (для двигателя вентилятора №1);
- 2- Панель доступа (для нагревателя и термостатического регулирующего клапана);
- 3- Карманы для вильчатого погрузчика;
- 4- Шкаф управления;
- 5- Всасывающий сервисный клапан;
- 6- Датчик высокого давления;
- 7- Компрессор;
- 8- Отверстие смотрового стекла компрессора;
- 9- Табличка с сервисным номером установки, номером модели и идентификационным номером (PID);
- 10- Силовой кабель и вилка;
- 11- Сетевой автотрансформатор – по выбору сети;
- 12- Разъем для опции TransFrash;
- 13- Гнездо для опросного устройства;
- 14- Механический регистрирующий термометр;
- 15- Двигатель вентилятора конденсатора;
- 16- Отверстие для подачи свежего воздуха и панель доступа (к двигателю вентилятора № 2 испарителя);
- 17- Крыльчатка двигателя испарителя;
- 18- Конденсатор (под крышкой).



# Электронный блок рефрижераторного агрегата Carrier

Электронный блок управления позволяет устанавливать и поддерживать в автоматическом режиме: температуру, влажность воздуха; задавать периодичность цикла оттайки; контролировать работу основных агрегатов и фиксировать их неисправность или сбои в работе.



# Эксплуатация холодильной установки рефрижераторного контейнера Carrier

## Холодильная установка рефрижераторного контейнера, заряжается

хладагентом R-134a, смазочным маслом, предназначенным для данного хладагента (компрессорное масло POE SW20), индикаторами рабочих режимов, контроллерами температуры, и готова к работе сразу после установки.



# Шкаф управления рефрижераторного агрегата Carrier

В шкафу управления  
находятся ручные и автоматические выключатели, контакторы, трансформатор. Плавкие предохранители, клавиатура, дисплейный модуль, модуль токового датчика, и модуль контроллера/регистрирующего устройства (DataCORDER).



# Температурный контроллер/кодировщик данных рефрижераторного контейнера (Micro-Link2)

Температурный контроллер/кодировщик данных рефрижераторного контейнера (Micro-Link2) представляет собой

контролирующее устройство на основе микропроцессора и встроенным электронным устройством регистрации данных. Контроллер Micro-Link 2 состоит из клавиатуры, дисплея и собственно контроллера.



# Температурный контроллер/кодировщик данных рефрижераторного контейнера (Micro-Link2)

Контроллер Carrier Transicold MicroLink-2 – это изготавливаемый по специальному заказу модуль на базе микропроцессоров, который предназначен для:

- контроля температуры поступающего или возвратного воздуха в чрезвычайно узких пределах;
- обеспечения дублированного независимого считывания значений контрольной точки и температуры подаваемого и возвратного воздуха;
- обеспечения цифрового считывания и способности отбора данных;
- выдачи сигналов тревоги на цифровом дисплее контроллера;
- обеспечения пошаговой проверки работы холодильного агрегата, проверки работы отдельных узлов, контроля электроники и функций охлаждения, работы обогревателей, настроек и калибровки, а также установки ограничений;



# Температурные режимы

Имеется два температурных режима – глубокой заморозки и быстрой заморозки (охлаждения). Глубокая заморозка активируется при контрольных точках.



# Устройство удаленного управления и контроля температуры рефрижераторного контейнера Carrier

Существуют решения, которые позволяют удаленно управлять холодильным агрегатом контейнера и вести мониторинг температуры груза, а так-же местоположения контейнера. С помощью модема возможно контролировать температурный режим в контейнере и управлять работой системы. Не отходя от компьютера можно менять нужную температуру, влажность, инициировать оттайку, проверку работоспособности узлов и агрегатов с помощью теста самодиагностики рефконтейнера. При возникновении нештатной ситуации или отключении электричества, система оповестит об этом, отправив сообщение на электронную почту.



# Функции контроллера рефрижераторного контейнера Carrier (Micro-Link2)

Существует всего 37

функций, доступных для оператора, которые позволяют проанализировать состояние агрегата, чтобы получить доступ к этим кодам, необходимо нажать клавишу CODE SELECT, нажать одну из клавиш со стрелками и удерживать, пока в левом окне не появится необходимый номер кода.



# Аварийная защита холодильного агрегата рефрижераторного контейнера марки Carrier

Для защиты  
холодильного агрегата  
предусмотрены сигналы тревоги, выдаваемые контроллером Micro-Link 2 при аварийных режимах. Каждый сигнал тревоги соответствует определенному аварийному режиму.



# Предпоездочная диагностика (ППД) рефрижераторных контейнеров марки Carrier

Важным условием безаварийной и безотказной работы рефрижераторных контейнеров Carrier является предпоездочная диагностика (ППД).

В этом режиме, агрегат будет автоматически тестировать компоненты оборудования, используя внутреннюю систему измерений и сравнений, и будет выводить результаты каждого теста на дисплей в виде оценки ПРОШЕЛ/НЕ ПРОШЕЛ ("PASS"/"FAIL").



# Специальный компьютер Для диагностики неполадок при работе рефрижераторного контейнера Carrier

Для диагностики неполадок при работе рефрижераторного контейнера в пути имеется

специальный компьютер. С помощью компьютера можно проследить историю работы контроллера за определённый период времени (изменение температуры, ошибки при работе). Данный компьютер предназначен для загрузки софта контроллера (MicroLink-3,2i) и скачивания данных с контроллера.



# USB хост-адаптеры рефрижераторного контейнера Carrier

Для связи с контроллерами Carrier MicroLink-3,2i созданы небольших USB хост-адаптера (УНА).



# Особенности включения/выключения рефрижераторного контейнера Carrier

**Включение - выключение контейнера производится** выключателем ST(START-STOP), расположенным на лицевой панели блока управления. При длительном открытии дверей на загрузку-разгрузку целесообразно выключать контейнер, или запускать процесс принудительной оттайки, как указано в инструкции по эксплуатации.



# Общие сведения о хладагентах

Основными холодильными агентами являются аммиак, фреоны (хладоны), элeгаз и некоторые углеводороды. Следует различать хладагенты и криоагенты. У криоагентов нормальная температура кипения ниже, также к хладагентам предъявляются более высокие требования по взаимодействию с маслами компрессоров. В качестве холодильного агента при создании оксидквита используется кислород



# Хладагенты, применяемые в рефрижераторных контейнерах марки Carrier

## Рефрижераторные контейнеры Carrier

заправлены экологически чистым хладагентом (фреоном) - R 134a, но также использовался хладагент R404a молекулы этого синтетического хладагента не участвуют в разрушении озонового слоя и образовании парниковых газов.



# Хладагент R134a

Хладагент R134a широко используют во всем мире в качестве основной замены R12 для холодильного оборудования, работающего в среднетемпературном диапазоне. Потенциал разрушения озона  $ODP = 0$ , потенциал глобального потепления  $GWP = 1300$ .

R134a представляет собой гидрофторуглерод (ГФУ).  
Химическая формула  $CF_3CFH_2$  (1,1,1,2-тетрафторэтан), R134a



Проведя сравнительный анализ эффективности интеграции рефрижераторных контейнеров и рефрижераторных секций в транспортно-логистическую инфраструктуру мы определили, что она представляет собой сравнительную оценку затрат и уровня обеспечения качества продукции



Совокупные затраты на перемещение и экспедиторскую обработку продукции от борта судна у причала порта до железнодорожной станции отправления можно представить в следующем виде:

$$S_{\text{общ.}} = S1 + S2 + S3 + S4$$

где,

**S1** - затраты на выгрузку продукции с борта судна и доставку на склад-холодильник;

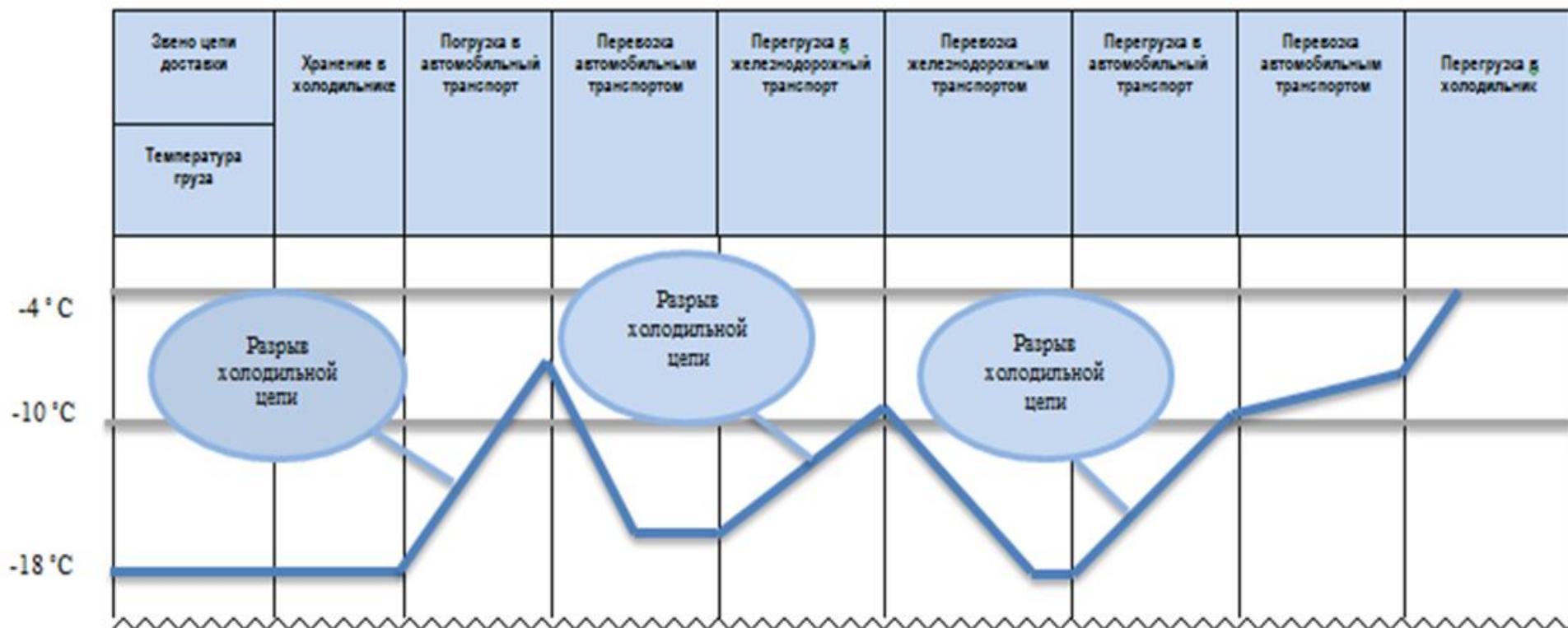
**S2** - затраты на доставку автомобильным транспортом продукции со склада-холодильника до перерабатывающих промышленных цехов;

**S3** - затраты на доставку автомобильным транспортом готовой продукции со склада готовой продукции промышленного предприятия до железнодорожной станции отправления;

**S4** - затраты на перегруз продукции из автомобильного транспорта в железнодорожный вагон или на железнодорожную платформу.



При использовании рефрижераторных вагонов в схеме доставки продукции обеспечить целостность холодильной цепи невозможно.





В настоящее время перевозки в рефрижераторных контейнерах являются динамично развивающимся сектором мировых интермодальных перевозок скоропортящихся грузов, которые обеспечивают высокую сохранность транспортируемых пищевых продуктов, позволяют организовать доставку от двери до двери без перевалки и принимать к перевозке практически любые по объему партии груза (от 20 т и выше).

