



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ ИМЕНИ К.Г.РАЗУМОВСКОГО
(Первый казачий университет)»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ПРОЕКТ СИСТЕМЫ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ СУПЕРМАРКЕТА ПЛОЩАДЬЮ 1200 м² В ГОРОДЕ САРАТОВ

**Руководитель проекта: К.Т.Н. Доц. Антипов
А.В.**

Выполнил студент: Коннов М.А.

ЗФО, Курс 4, Группа: 16.03.03

Москва, 2020 г



ЦЕЛЬ ВКР

«Разработка системы холодоснабжения супермаркета площадью 1200 м² в г. Саратов»

ЦЕЛЬ

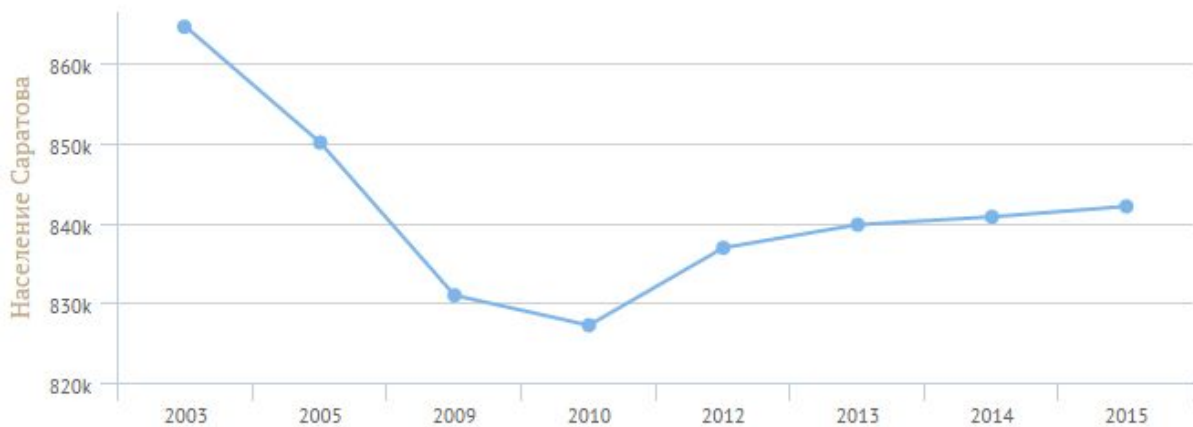
Создать проект системы холодоснабжения супермаркета площадью 1200 м² в г.

Саратов ЗАДАЧИ

- Выбрать расчетные параметры работы холодильной установки
- Составить планировку супермаркета
- Рассчитать сводную таблицу теплопритоков и обосновать выбор теплоизоляционных материалов
- Обосновать способы охлаждения и выбор схемы
- Рассчитать и обосновать подбор основного и вспомогательного оборудования
- Выбрать средства автоматизации
- Оценить эффективность проекта



| Показатель | Янв. | Фев. | Март | Апр. | Май | Июнь | Июль | Авг. | Сен. | Окт. | Нояб. | Дек. | Год |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Абсолютный максимум, °С | 8,1 | 7,3 | 17,0 | 31,1 | 34,0 | 39,5 | 40,8 | 40,9 | 37,9 | 25,1 | 16,1 | 11,7 | 40,9 |
| Средний максимум, °С | -4,8 | -4,7 | 1,1 | 13,3 | 21,5 | 26,2 | 28,2 | 26,6 | 19,8 | 11,1 | 1,6 | -3,6 | 11,4 |
| Средняя температура, °С | -7,8 | -8,1 | -2,5 | 8,1 | 15,7 | 20,3 | 22,4 | 20,6 | 14,3 | 7,0 | -1,1 | -6,4 | 6,9 |
| Средний минимум, °С | -10,6 | -11,1 | -5,6 | 3,7 | 10,4 | 15,1 | 17,2 | 15,5 | 9,9 | 3,7 | -3,3 | -8,9 | 3,0 |
| Абсолютный минимум, °С | -37,3 | -34,8 | -26,8 | -17,8 | -3,8 | 2,2 | 6,4 | 4,3 | -2,9 | -12,6 | -24,7 | -33,4 | -37,3 |
| Норма осадков, мм | 41 | 34 | 31 | 31 | 35 | 50 | 49 | 31 | 49 | 37 | 46 | 42 | 476 |



Саратов находится на правом берегу Волгоградского водохранилища, примерно на равном расстоянии от Волгограда (389 км) и Самары (442 км), в 858 км к юго-востоку от Москвы.

Город Саратов расположен на пересечении магистральных железнодорожных и автомобильных линий, водных маршрутов. Имеются подъезды к городу от федеральных трасс М5 и М6, а также действует Саратовский международный аэропорт.

Город находится в зоне умеренно-континентального климата.

Саратов входит в двадцатку крупнейших городов России, не являясь городом-миллионером. Население города Саратов 842 097 человека, что позволяет ему находиться на 16 месте по числу

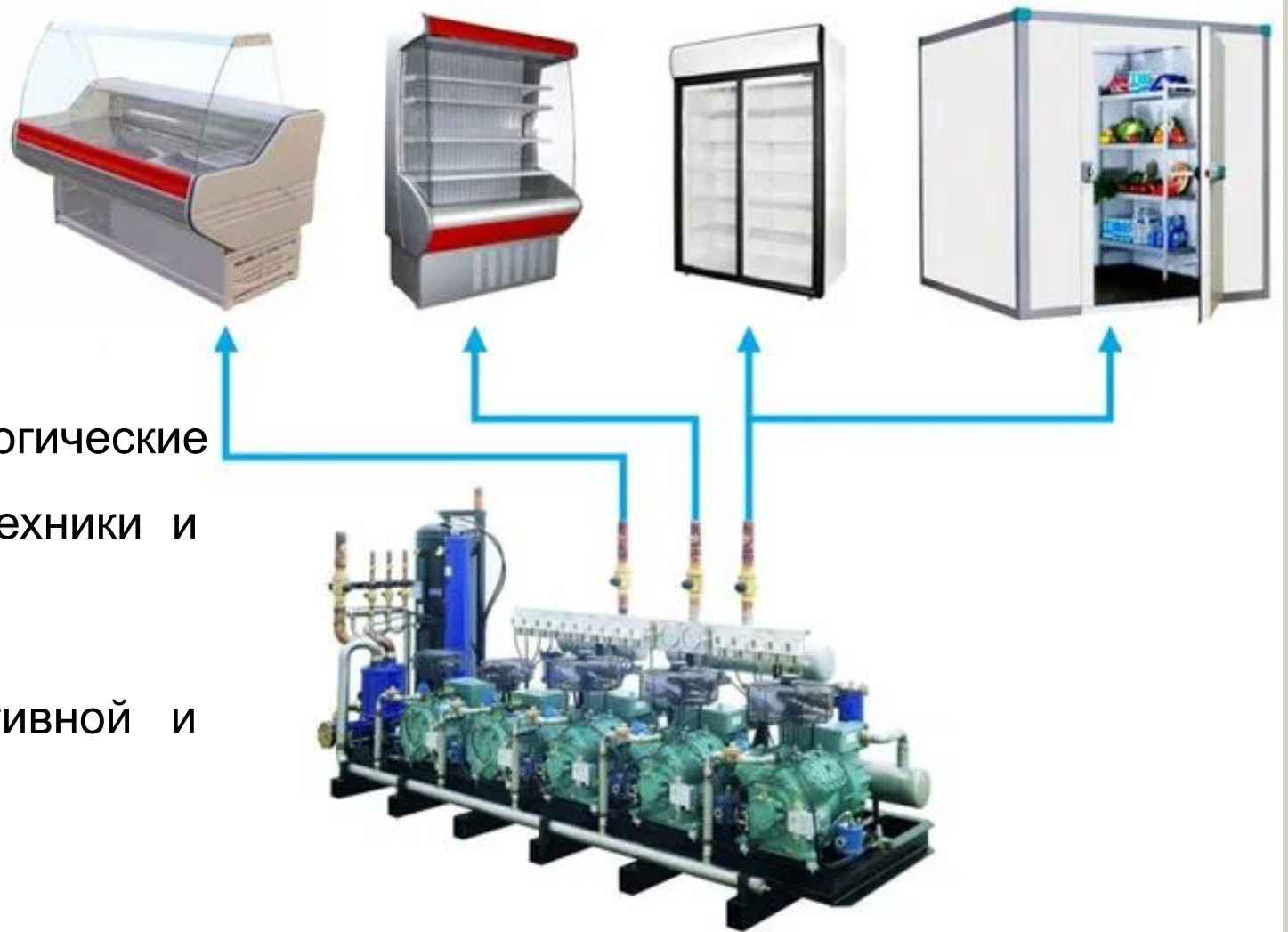


ГИПОТЕЗЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Система холодоснабжения должна обеспечить сохранность продаваемой продукции на протяжении всего срока реализации.

Должны применяться последние технологические достижения в области холодильной техники и технологии.

Система должна быть энергоэффективной и экологически безопасной.





ПЛАНИРОВКА ТОРГОВОГО ЗАЛА

«Правильная» планировка торгового зала магазина должна обеспечивать:

- прохождение покупателей по всей площади торгового зала;
- удобство ориентации и передвижения покупателей в торговом зале;
- эффективное зонирование – распределение мест для различных товарных категорий с тем, чтобы добиться их максимальной экономической эффективности;
- эффективное расположение торгового оборудования;
- эмоционально комфортную для покупателей обстановку, способствующую повышению числа покупок.





ТОРГОВОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЕ



В качестве торгового холодильного оборудования
выбрано оборудование производителей «АРИАДА» и



Витрины **VENETO VQ**

Горки **RIMINI H9**

Шкафы-бонеты **РОМАНА В2**



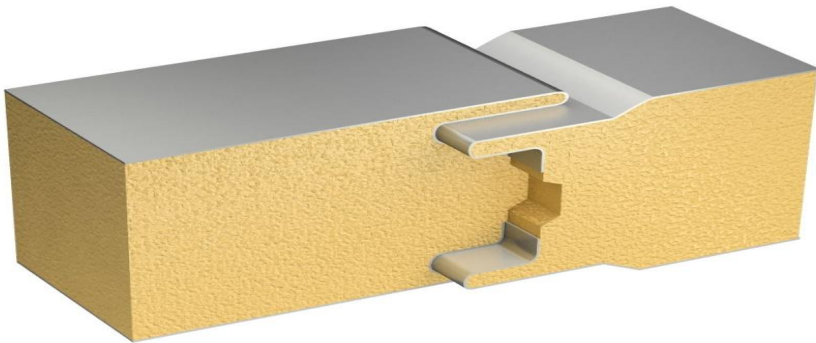
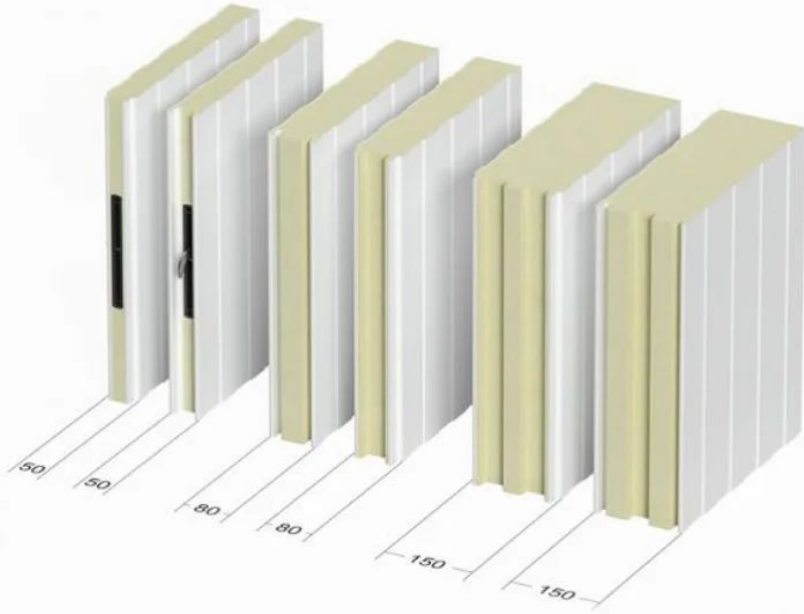
Каждая единица оборудования укомплектована:

- ТРВ для R404A.
- Комплект подключения к системе дренажа
- Испаритель SEST





ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ КАМЕР



Сравнение пенополиуретана с другими теплоизоляционными материалами

| Свойство | ППУ | Полистирол | Минеральная вата | Газосиликатные блоки | Кирпич |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| Теплопроводность, Вт/(М*К) | 0,022 | 0,035 | 0,058 | 0,160 | 0,370 |
| Толщина стены, м | 0,10 | 0,16 | 0,26 | 0,73 | 1,68 |
| Объем материалов для стены 10м ² | 1,0 м ³ | 1,6 м ³ | 2,6 м ³ | 7,3 м ³ | 16,8 м ³ |
| Вес стены 10м ² *** | 124 кг | 161 кг | 382 кг | 2,92 тонн | 20,16 тонн |

Легкие трехслойные сэндвич-панели PUR изготавливаются с теплоизоляцией из жесткого пенополиуретана.

Пенополиуретан – это химическое полимерное вещество, появляющееся в ходе реакции между жидкими полиолами и изоцианатами

Пенополиуретан (PUR) относится к самым энергоэффективным утеплителям, существующим на современном холодильном и строительном рынке.



ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС

СРЕДНТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОНТУР

- $Q_0 = 257,24$ кВт
- $T_0 = -18^\circ\text{C}$
- $T_K = +48^\circ\text{C}$
- $T_{\text{расч.окр.среды}} = +33^\circ\text{C}$
- R404a

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОНТУР

- $Q_0 = 20,47$ кВт
- $T_0 = -37^\circ\text{C}$
- $T_K = +48^\circ\text{C}$
- $T_{\text{расч.окр.среды}} = +33^\circ\text{C}$
- R404a

| Линия | Оборудование | Типоразмер | Темп. режим | Q_0 | Q_0 общ, |
|--|------------------------|------------|------------------|-------|------------|
| | | /модель | $^\circ\text{C}$ | кВт | кВт |
| 1 | Витрина VENETO VQ | 1875 | -5...+5 | 0,60 | 2,48 |
| | Витрина VENETO VQ | 2500 | -5...+5 | 1,25 | |
| | Витрина VENETO VQ | УН 90 | -5...+5 | 0,63 | |
| 2 | Витрина VENETO VQ | 2 x 1875 | -5...+5 | 1,20 | 7,46 |
| | Витрина VENETO VQ | 2500 | -5...+5 | 1,25 | |
| | Витрина VENETO VQ | 2 x 3750 | -5...+5 | 3,75 | |
| | Витрина VENETO VQ | 2 x УН 90 | -5...+5 | 1,26 | |
| 3 | Витрина VENETO VQ | 1875 | -5...+5 | 0,60 | 9,37 |
| | Витрина VENETO VQ | 2 x 2500 | -5...+5 | 2,50 | |
| | Витрина VENETO VQ | 2 x 3750 | -5...+5 | 3,75 | |
| | Витрина VENETO VQ | 4 x УН 90 | -5...+5 | 2,52 | |
| 4 | Горка RIMINI H9 | 6 x 3750 | -3...+3 | 45,00 | 45,00 |
| 5 | Горка RIMINI H9 | 2 x 3750 | -3...+3 | 15,00 | 15,00 |
| 6 | Камера "РЫБА" | 3 x LC136B | -8...0 | 44,96 | 44,96 |
| 7 | Камера "МОЛОКО" | 2 x LC165B | -8...0 | 36,37 | 36,37 |
| 8 | Камера "МЯСО" | EC84B | -8...0 | 9,49 | 9,49 |
| 9 | Камера "ФРУКТЫ" | EC84B | -4...+4 | 9,49 | 9,49 |
| 10 | Камера "ОВОЩИ" | LC165B | -4...+4 | 18,55 | 18,55 |
| 11 | Камера "ГАСТРОНОМИЯ" | EDS16B4P | -8...0 | 3,48 | 3,48 |
| 12 | Камера "СЫРЬЁ (РЫБА)" | EC99B | -8...0 | 11,02 | 11,02 |
| 13 | Камера "КОНДИТЕРКА" | MC13B | +4...+12 | 1,69 | 1,69 |
| ИТОГО СРЕДНТЕМПЕРАТУРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ: | | | | | 257,24 |
| 14 | Бонета ДЖУЛЬЕТА ВН-20 | 3 x 3750 | -20...-18 | 8,40 | 8,40 |
| 15 | Шкаф-Бонета РОМАНА В23 | 3750 | -20...-18 | 1,10 | 1,10 |
| 16 | Шкаф-Бонета РОМАНА В23 | 3750 | -20...-18 | 1,10 | 1,10 |
| 17 | Шкаф-Бонета РОМАНА В23 | 2500 | -20...-18 | 0,73 | 1,83 |
| | Шкаф-Бонета РОМАНА В23 | 3750 | -20...-18 | 1,10 | |
| 18 | Шкаф-Бонета РОМАНА В23 | 2500 | -20...-18 | 0,73 | 1,83 |
| | Шкаф-Бонета РОМАНА В23 | 3750 | -20...-18 | 1,10 | |
| 19 | Камера "ЗАМОРОЗКА" | MBS364B | -27...-20 | 2,80 | 2,80 |
| ИТОГО НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ: | | | | | 20,47 |



Новая конструкция клапанной доски

- Новая геометрическая концепция клапанов нагнетания - для низкого обратного расширения.
- Высокая холодопроизводительность и минимальные требования по энергопотреблению

Мотор

- Эффективен при полной и частичной нагрузке благодаря своим характеристикам с расширенным диапазоном.
- Универсальный холодильный компрессор: Мотор версия 2 для средних и низких температур.
- Мотор версий 1 и 3 для специальных применений.

Регулирование производительности

- CRII система - пульсирующее блокирование всасывания. Например, 4-цилиндровый компрессор с CRII на обеих головках: Диапазон регулирования от 100% до ~ 10%
- ECOLINE VARISPEED – встроенный частотный инвертор

Привод

- Поршни и шатуны новой конструкции



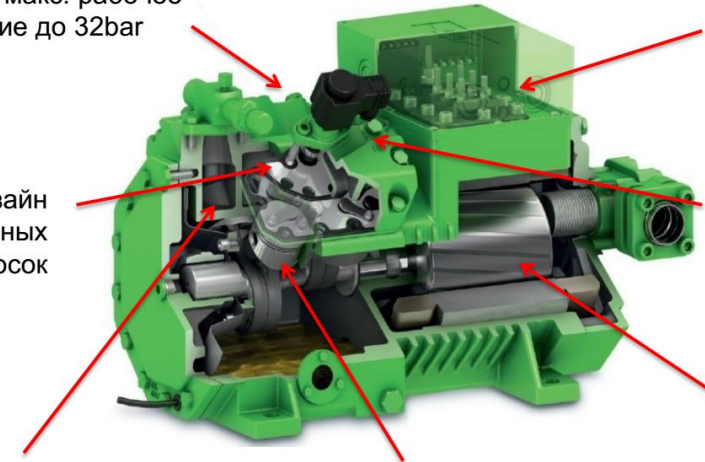
Комбинация всех оптимизаций приводит к повышению эффективности

Повышено макс. рабочее давление до 32bar

Новая клеммная коробка для

Новый дизайн клапанных досок

Новый дизайн крышек цилиндров



Оптимизирован газовый поток для уменьшения потерь давления

Новый дизайн поршней и шатунов

Оптимизирован электродвигатель

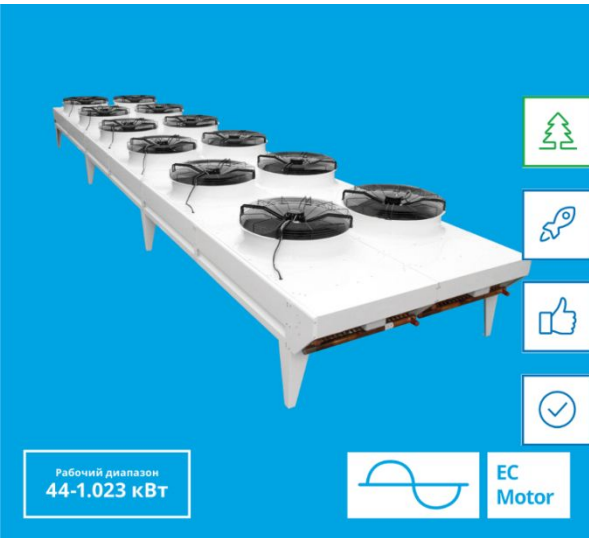
Универсальные и экологически безопасные поршневые компрессоры ECOLINE обладают большой холодопроизводительностью при минимальном потреблении энергии оптимизированы для использования хладагентов HFCW, HFO, а также хладагентов с низким ПГП.



В качестве теплообменного оборудования для охлаждаемых камер выбрано оборудование компании «Garcia Camara»



GARCÍA CÁMARA



 Малошумные вентиляторы с высокой энергоэффективностью

 Широкая линейка моделей с мощностью до 1000 кВт

 Специально разработаны для промышленного использования

 Система поддержки змеевика батареи амортизирует вибрации и предотвращают повреждения, вызванные усталостью



EC Motor

Рабочий диапазон
44-1.023 кВт

Конденсаторы воздушного охлаждения предназначены для охлаждения и последующей конденсации хладагента, циркулирующего в замкнутой холодильной системе.

Конструкция конденсаторов воздушного охлаждения из медно-алюминиевого пластинчатого теплообменника и одного или нескольких осевых вентиляторов, формирующих воздушный поток для его охлаждения



Воздухоохладители кубические «Garcia Camara» предназначены для охлаждения воздуха, циркулирующего в холодильной камере, и отвод тепла от продукта и тепловыделяющих устройств.

Применяются воздухоохладители моделей “LC”, “EC”, “EDS”, “MC” для среднетемпературной ступени и модель “MBS” для низкотемпературной ступени

Шаг ребра 6-7мм (в зависимости от модели ВОП и температурного режима в

Сравнение схем автоматизации с KVR и без него

Преимущества схемы с KVR

- Система охлаждения может работать при больших колебаниях тепловой нагрузки
- Простая и точная настройка регулятора KVR
- Широкий диапазон регулировки производительности (от 5 до 17,5 бар)
- Обеспечивает более плавный пуск ХУ после длительного простоя



Недостатки схемы без KVR

- Возможны проблемы при пуске ХУ после длительного простоя
- Отсутствие возможности регулировки давления конденсации
- Схема будет плохо работать при высоких колебаниях давления в системе
- Плохая защита системы от повышенных давлений конденсации



ВЫВОДЫ

Разработанная система холодоснабжения поддерживает заданные температурные режимы во всех охлаждаемых объемах. Подобранные режимы средне- и низкотемпературных контуров обеспечивают стабильное кипение хладагента в трубах теплообменных аппаратов. Таким образом хранимая продукция не портится на протяжении всего срока реализации

Ведущие производители ТХО постоянно улучшают свою продукцию в плане энергоэффективности, дизайна и использования передовых технологий в области теплообмена.

Применение в системе централизованного холодоснабжения современных компрессоров BITZER в купе с современным ТХО и вспомогательным оборудованием делают систему холодоснабжения энергоэффективной. Для получения условного кВт холода тратится меньше кВт электроэнергии, чем при использовании оборудования со встроенными холодильными агрегатами.

Использование озонобезопасного фреона минимизирует воздействие на окружающую среду в случае его утечки



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ