



# Эффективные системы холодоснабжения камер плодоовощехранилищ

А.А. СПАССКИЙ, A.C. Refrigeration  
А.А. БОРОЗДИН, «ЛАМИНАР» (Минск)

*Компания A.C. Refrigeration имеет большой опыт поставок на российский рынок широкого спектра оборудования фирмы LENNOX (торговая марка HK Refrigeration) для систем холодоснабжения. Такие системы уже воплощены и успешно эксплуатируются на мясоперерабатывающих заводах (Ногинский мясокомбинат, Клинский мясокомбинат, Краснодарский мясокомбинат, мясоперерабатывающие заводы Украины и Казахстана), в овощехранилищах (Перовская овощная база, овощехранилище УРСа ГП «Белтрансгаз» в Минске), в камерах хранения шоколада и кондитерских изделий (Самарская кондитерская фабрика «Россия»). Они адаптированы к российским условиям эксплуатации и отличаются высокой точностью поддержания заданных параметров микроклимата в помещениях как в летний, так и зимний периоды работы, надежностью и высокой степенью автоматизации. Специалисты компании A.C. Refrigeration оказывают помощь фирмам-дистрибьюторам и конечным клиентам в расчетах, подборе оборудования, проектных, монтажных и наладочных работах.*

На качество плодоовощной продукции при длительном хранении в холодильных камерах определяющее влияние оказывают температура, относительная влажность и циркуляция воздуха в камере.

Рекомендуемая температура хранения различна для разных видов складываемой продукции и меняется в диапазоне от +12 °С для бананов, лимонов, томатов до -1... -2 °С для лука, винограда, черешни. Для большинства овощей и фруктов отклонение от рекомендованных температур в ту или иную сторону вызывает ухудшение качества и уменьшение срока хранения. Так, повышение температуры хранения обычно сопровождается преждевременным созреванием и загниванием продукции, а понижение температуры вызывает пятна на кожуре, изменение цвета и склонность к загниванию.

Рекомендуемая относительная влажность воздуха для различных продуктов колеблется от 75 до 95 %. Для большинства овощей и фруктов оптимальной является относительная влажность воздуха 85-95 %, и только для лука, орехов, сухофруктов требуется пониженная влажность.

Равномерная циркуляция воздуха необходима для поддержания однородного температурного и влажностного поля по всему объему камеры. Слишком высокая скорость циркуляции воздуха приводит к увеличению потерь продукции от усушки, заниженная - к образованию застойных зон и неравномерности температурного и влажностного полей в объеме камеры, а значит, и к отклонению параметров хранения в разных частях камеры от рекомендованных значений.

Режимы хранения и последствия отклонения параметров воздушной среды от рекомендуемых для каждого вида продукции подробно описаны в [1-3]. При правильном подборе холодильного оборудования плодоовощехранилищ должно обеспечивать рекомендуемые параметры воздуха в камере хранения для каждого вида продуктов.

Известно, что температура, относительная влажность и циркуляция воздуха в холодильных камерах тесно связаны между собой и изменение одного из этих параметров обычно вызывает изменение других. Так, например, при относительной влажности 90 % повышение температуры от 0 °С на 1 °С приводит к снижению влажности на 8 %.

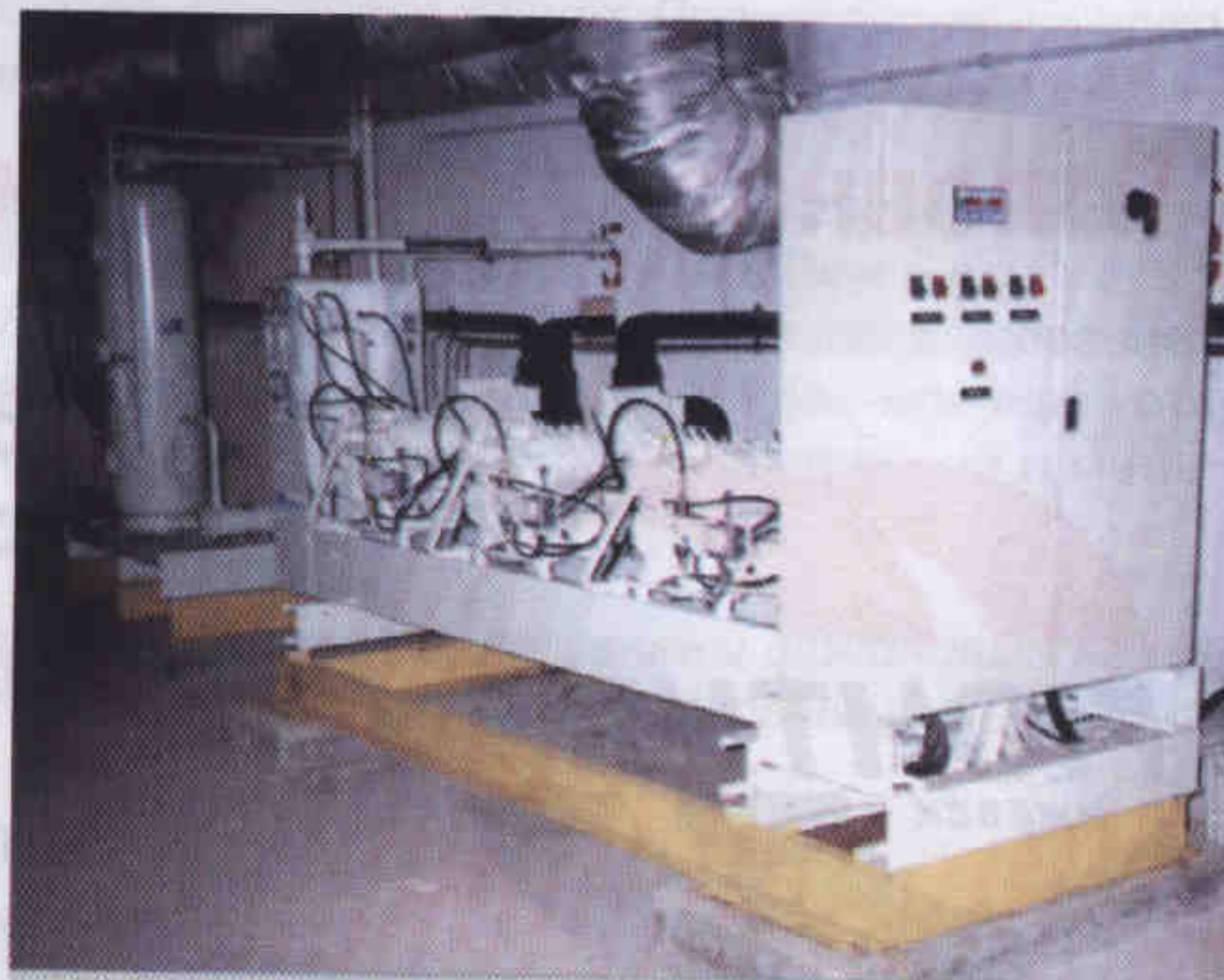
Выбранный способ поддержания параметров во многом определяет стоимость системы холодоснабжения и ее энергетическую эффективность. Поддержание высокой относительной влажности воздуха при помощи пароувлажнителей ведет к значительному увеличению энергозатрат, так как вначале энергия расходуется на выпаривание воды, затем на ее конденсацию и замораживание на поверхности воздухоохладителей, а в последующем - на оттайку. Установлено, что при стандартной разности между температурами кипения хладагента и воздуха в камере 8 °С на поверхности воздухоохладителя будет конденсироваться от 0,2 до 0,4 г воды из 1 кг воздуха, проходящего через воздухоохладитель. На конденсацию и замораживание этой воды потребуется от 10 до 20 % общей холодопроизводительности установки.

Что касается циркуляции воздуха, то для плодоовощных камер совершенно не подходят классические воздухоохладители с прямым потоком воздуха, оснащенные осевыми вентиляторами. Скорость движения воздуха на выходе таких воздухоохладителей составляет 6...9 м/с, а в конце штабеля длиной 15...20 м - 0,2 м/с. Это приводит к интенсивной усушке продукта, расположенного в непосредственной близости к воздухоохладителю, и гниению продукта в застойных зонах. Решение проблемы циркуляции воздуха при помощи воздуховодов вызывает увеличение сто-

имости установки, значительные потери грузового объема камеры и усложнение монтажных работ.

Определенные трудности при проектировании систем холодоснабжения плодоовощехранилищ и подборе оборудования связаны также с тем, что оно должно обеспечивать как режим охлаждения, так и режим хранения. А поскольку для охлаждения продукции требуется, как известно, почти на порядок большая, чем для хранения, холодопроизводительность и повышенная (в 2-3 раза) кратность циркуляции воздуха, необходимо закладывать в проекты такое холодильное оборудование, которое было бы способно обеспечить оптимальные температурно-влажностные параметры и кратность циркуляции воздуха в холодильных камерах в режиме и охлаждения, и хранения.

Наиболее целесообразным и эффективным представляется использование двухпоточных воздухоохладителей с изменением направления потока воздуха, которые следует располагать над центральным проходом камеры. Воздух при этом циркулирует от центра камеры вдоль потолка к стенам, вниз, между рядами продуктов и назад вверх через центр камеры. Кратность воздухообмена можно регулировать путем изменения числа работающих вентиляторов. Высокая относительная влажность поддерживается за счет малой разности между температурами поверхности воздухоохладителя и воздуха в камере. Значение относительной влажности может быть изменено в рекомендуемых пределах посредством изменения температуры хлада-



Трехкомпрессорная центральная станция  
МО PSH холодопроизводительностью 110 кВт  
(при температуре кипения -6 °С  
и конденсации +40 °С).





Двухпоточные воздухоохладители серии Baltic BAT



Воздушный конденсатор серии Havane H9, установленный на крыше овощехранилища

мер вместимостью от 70 до 300 т. Для каждой камеры были подобраны двухпоточные потолочные воздухоохладители серии Baltic BAT 504S4P с возможностью регулирования температуры кипения хладагента в каждом воздухоохладителе. Это позволяет регулировать относительную влажность в камере в зависимости от вида хранимой продукции. Скорость воздуха на выходе из воздухоохладителя составляет 2...3 м/с, на уровне продукта – 0,2 м/с. Выбранная система воздухораспределения обеспечивает постоянство температурно-влажностного режима во всем объеме камеры и максимальное сохранение качества продукции.

Холодоснабжение овощехранилища решено с помощью центральной холодильной станции MO PSH 86/3P, оснащенной тремя компрессорами COPELAND D4SF1-100 X, системой отделения масла и автоматического поддержания его уровня в компрессорах. Работой станции

управляет микропроцессорное устройство ELIWELL EWCM 900s. Воздушный конденсатор Havane H9 122 установлен на крыше здания. Регулирование режима в камерах осуществляется микропроцессорным устройством Masterlog.

Имеется возможность обогрева камер при помощи ТЭНов, которыми оснащены воздухоохладители. Режим обогрева включается автоматически при падении температуры в камере ниже заданной. Аналогичные системы холодоснабжения эксплуатируются второй сезон на Перовской овощной базе в Москве. Такие системы показали очень хорошие результаты по итогам длительного хранения различных видов плодоовощной продукции. Они позволяют значительно экономить энергоресурсы за счет использования холода в основном на отвод теплопритоков в камере хранения продукции, а не на конденсацию и вымораживание влаги из окружающего воздуха.

гента применительно к виду складываемой продукции.

Оптимальные параметры хранения плодоовощной продукции были положены в основу проекта реконструкции овощехранилища УРСа ГП "Белтрансгаз" в Минске, осуществленного фирмой "Ламинар" в сотрудничестве с фирмой AC Refrigeration. Система холодоснабжения реализована на базе оборудования НК Refrigeration (Франция).

Овощехранилище состоит из пяти ка-

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

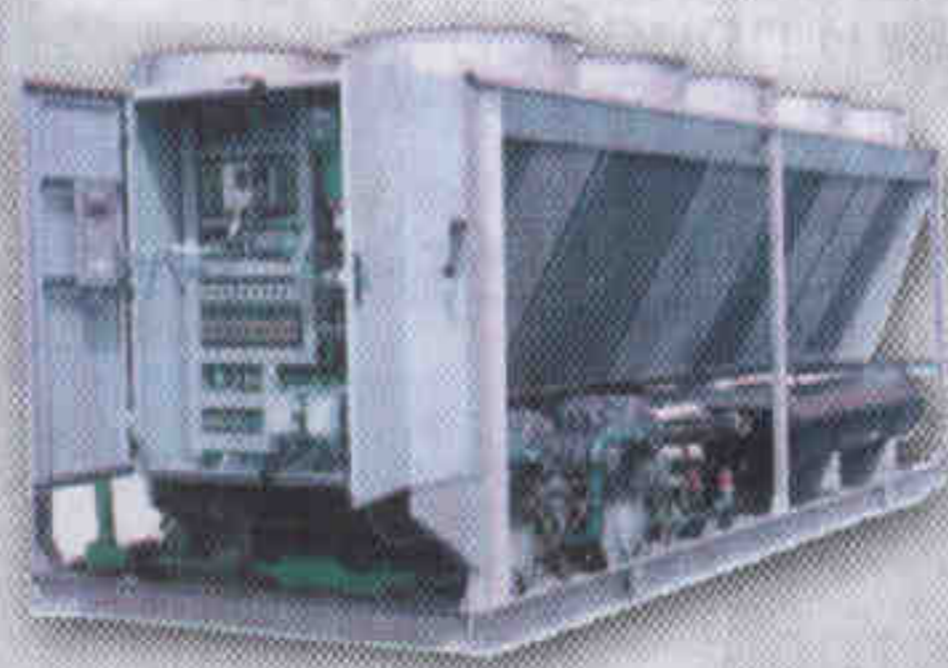
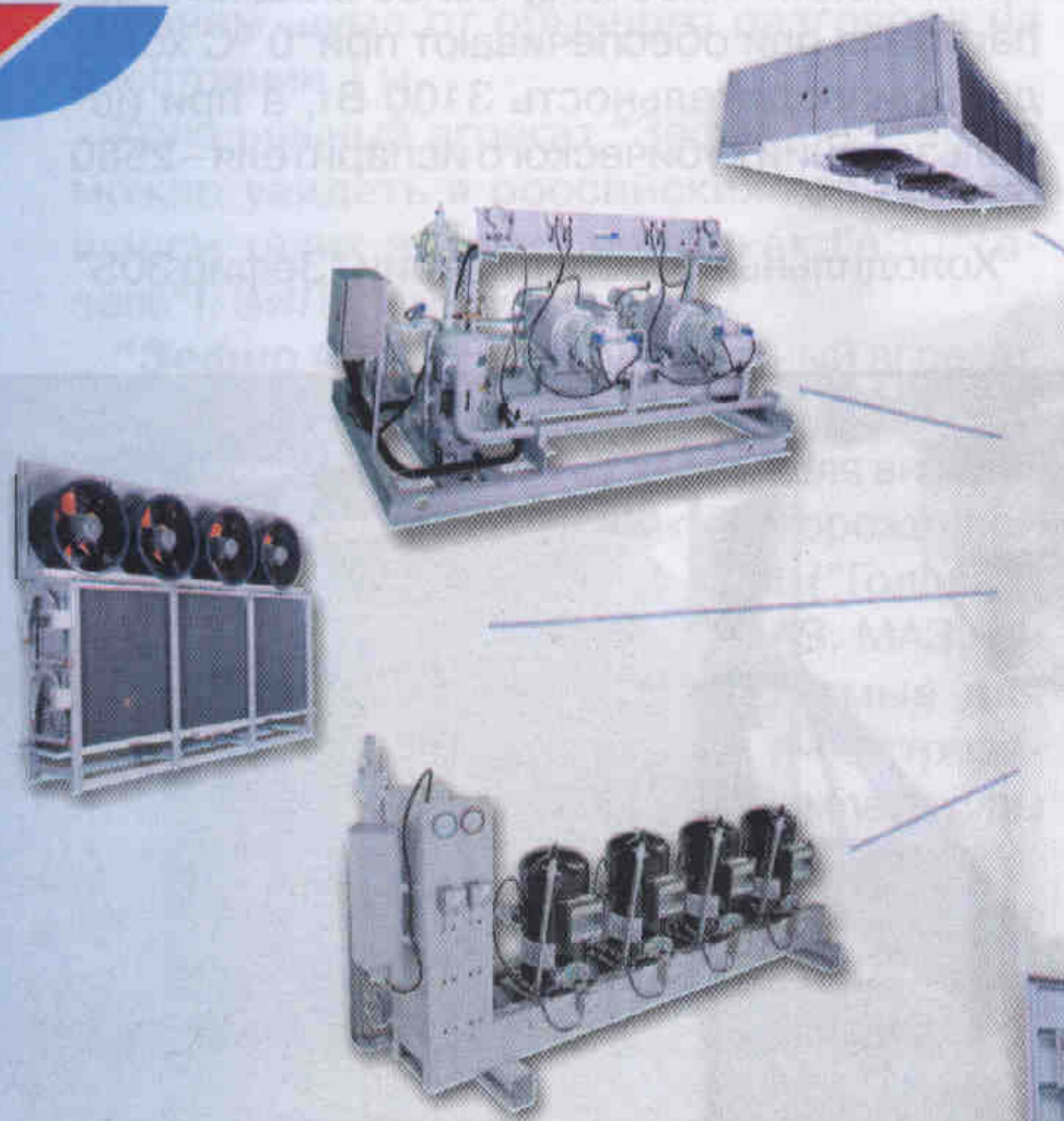
1. Картофель, овощи, фрукты и ягоды. Хранение в холодильных камерах. Государственные стандарты. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998.
2. Харденбург Р.Е., Ватада А.Е., Ванг Ч.Ю. Промышленное хранение фруктов, овощей, цветов и рассады. – М.: 1994.
3. Recommendations for chilled storage of perishable produce. International Institute of Refrigeration. Paris, 1979.



## A.C. REFRIGERATION

### Холодильная техника и технологии

- ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ СТАНЦИИ
- УСТАНОВКИ ДЛЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПРОДУКТОВ
- СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
- ОХЛАДИТЕЛИ ПИЩЕВЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ
- ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЛЬДОГЕНЕРАТОРЫ



**НК**®  
**REFRIGERATION**  
Новый полюс холода

#### AC Refrigeration

Представительство в Москве:  
129110, Москва, Капельский пер. д.8.  
Тел.: (095) 971-88-24, 975-48-39.  
Факс: (095) 975-47-42  
e-mail: [acr@cityline.ru](mailto:acr@cityline.ru); <http://www.acr.ru>