

**Куликов Е.М.,**

ген. директор ООО «ТУРБОГАЗ-ХОЛОД»

# Воздушные холодильные установки с турбодетандерами на газовых подшипниках

Обострение экологической обстановки, связанное с разрушением озонового слоя земли, развивающимся глобальным потеплением потребовало создания холодильных машин нового поколения, работающих на озонобезопасных природных хладагентах, в число которых входит вода, воздух, диоксид углерода, аммиак, углеводороды. Наиболее универсальным из них является атмосферный воздух. К достоинствам воздуха как хладагента относятся его доступность, нетоксичность, пожаро-взрывобезопасность, возможность применения для непосредственного охлаждения продуктов. Установки с воздушным холодильным циклом способны работать в диапазоне температур от комнатных до температуры жидкого воздуха. Воздух имеет нулевые потенциалы разрушения озонового слоя и глобального потепления и полностью отвечает всем требованиям Монреальского и Киотского протоколов по экологической безопасности.

Компанией «ТУРБОГАЗ-ХОЛОД» совместно с Московским государственным университетом инженерной экологии разработан типовой ряд низкотемпературных воздушных холодильных установок (ВХУ) нового поколения.

Они предназначены для работы:

- в системах шоковой заморозки рыбы, морепродуктов, мясных полуфабрикатов, овощей и фруктов, заправки мороженого;

- в технологических линиях низкотемпературной переработки резины, шин, пластмасс, минерального сырья и т.п.;

- в составе установок переработки попутных и факельных газов и установок низкотемпературной очистки опасных газовых выбросов.

Также могут использоваться для:

- комплектации низкотемпературных испытательных камер;

- охлаждения низкотемпературных хладоносителей;

- заморозки эвтектических аккумуляторов холода.

Отличительными особенностями ВХУ являются:

- возможность работы в широком диапазоне температур: от -30 до -120 °С;

- выход на рабочий режим в течение нескольких минут;

- возможность подачи холодного воздуха под высоким напором и на значительные расстояния;

- отсутствие потребности в охлаждающей воде;

- пожаро- и взрывобезопасность;

- простота и удобство эксплуатации;

- надежность и высокий моторесурс.

Одновременно с холодом установки производят высокопотенциальное тепло, которое можно использовать в производственных целях.

Установки работают по открытому холодильному циклу с расширением воздуха в турбохолодильных агрегатах.

Воздух, сжимаемый в компрессоре, осушается в блоке осушки и поступает на расширение в турбохолодильный агрегат. Расширяясь в турбине с отдачей внешней работы на тормозное устройство (процесс детандирования), воздух значительно охлаждается и подается в скороморозильные аппараты.

Турбохолодильные агрегаты представляют собой компактные, высокооборотные турбины на газостатических подшип-



**Рис. 1**  
а) турбохолодильный агрегат ТХ-28; б) турбохолодильный агрегат ТХ-70

никах. На смазку подшипников подается тот же воздух, который идет на расширение в турбину. Применение газовых подшипников полностью исключает какое-либо загрязнение охлаждаемого объекта продуктами смазки. Торможение агрегатов производится с помощью тормозной газодувки, установленной на одном валу с турбиной. Газодувка, отсасывает воздух из скороморозильного аппарата, обеспечивая тем самым высокую скорость движения охлаждающего потока и проведения процесса охлаждения при высоких значениях коэффициента теплоотдачи.

Общий вид турбохолодильных агрегатов ТХ-28 и ТХ-70 с рабочими колесами диаметром 28 и 70 мм показан на рис. 1.

На базе разработанных турбохолодильных агрегатов создан типовой ряд воздушных холодильных установок (ВХУ) холодопроизводительностью от 1 до 30 кВт, технические характеристики которых приведены в таблице 1.

Установки прошли сертификацию по системе Госстандарта России.

Они могут монтироваться в производственных помещениях или в стандартных 10 и 20 футовых контейнерах. Контейнеры оснащены системой освещения, отопления и вентиляции, поставляются в полной заводской готовности и не требуют специальных фундаментов и навесов. Питание контейнера осуществляется от внешней

электросети или автономного дизель-генератора. Установки могут эксплуатироваться в полевых условиях на сельскохозяйственных предприятиях, рыбоперерабатывающих комплексах, нефтяных и газовых месторождениях.

Общий вид установки ВХУ-20 в контейнерном исполнении показан на рис. 2.

**Рис 2.**  
Воздушная холодильная установка ВХУ – 20



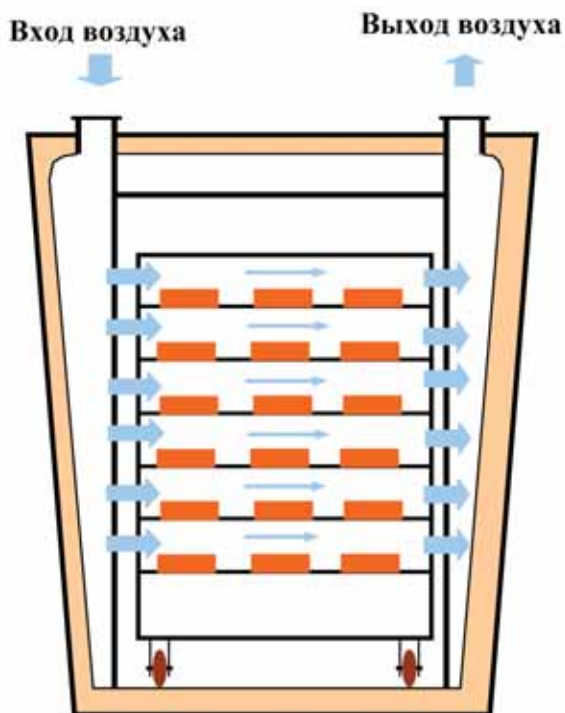
**Таблица 2**

**Технические характеристики установки ВХУ – 20**

1. Холодопроизводительность.....20 кВт
2. Количество подаваемого холодного воздуха ..... 14 нм<sup>3</sup>/мин
3. Температура холодного воздуха ..... -30...120°С
4. Теплопроизводительность установки .....75 кВт
5. Количество подаваемого теплого воздуха ..... 165 нм<sup>3</sup>/мин
6. Температура теплого воздуха .....50...60 °С
7. Время выхода на рабочий режим .....4 мин
8. Уровень шума .....68 дБ(А)
9. Потребляемая мощность, не более .....78 кВт
10. Напряжение питания..... 380/50/3 вольт/Гц/ф
11. Ресурс работы до капитального ремонта .....60000 час
12. Габариты установки ..... 6096x2370x2591мм
13. Масса (с контейнером) .....4800 кг
14. Производительность по замораживаемому продукту....до 250 кг/час

**Таблица 1** Технические характеристики установок ВХУ 1 – 30

1. Холодопроизводительностью..... 1...30 кВт
2. Количество подаваемого холодного воздуха..... 1...20 нм<sup>3</sup>/мин
3. Температура холодного воздуха.....-30...-120°С
4. Теплопроизводительность.....5...90 кВт
5. Количество подаваемого теплого воздуха.....10...300 нм<sup>3</sup>/мин
6. Температура теплого воздуха .....50...60°С
7. Потребляемая мощность .....5...90 кВт
8. Производительность по замораживаемому продукту.....10...375 кг/час



**Рис 3.** Принципиальная схема скороморозильной камеры

Установка может работать со скороморозильными аппаратами камерного или туннельного типа.

Принципиальная схема скороморозильной камеры показана на **рис. 3**, внешний вид – на **рис. 4**.

Морозильные камеры предназначены для заморозки мясных полуфабрикатов, рыбы и морепродуктов, пельменей, пиццы, гамбургеров, грибов, ягод, овощей, фруктов и т.п. Они могут применяться для быстрой заморозки крови, плазмы, вакцин, биопрепаратов, а также использоваться в качестве низкотемпературных климатических камер для испытания приборов, материалов и покрытий.

Наиболее эффективной холодильной системой для совместной работы с ВХУ является скороморозильный туннель, принципиальная схема которого показана на **рис. 5**.

Возможность непосредственного охлаждения продукта потоком холодного воздуха позволяет отказаться от установки в туннеле воздухоохладителя с системой высоконапорных циркуляционных вентиляторов и системой оттайки, которые потребляют дополнительно до 25% электроэнергии от установленной мощности холодильного компрессора. Холодный воздух выходит из турбины под высоким напором, что позволяет выполнить морозильный туннель предельно компактным, снизить теплопритоки из окружающей среды, обеспечить высокие скорости движения холодного воздуха и высокие значения коэффициента теплоотдачи, свести к минимуму недорекуперацию на теплом конце туннеля. К особенностям работы системы следует отнести возможность подачи на заморозку теплого и даже горячего продукта без его предварительного охлаждения. При этом энергозатраты на привод ВХУ остаются прежними, холодопроизводительность системы возрастает, а проведение процесса заморозки требует только некоторого увеличения длины туннеля.

Использование эффективных высокооборотных турбин, современного компрессорного оборудования, компактных пластинчато-ребристых теплообменников, позволило довести удельные затраты на заморозку продукции в системе «ВХУ – скороморозильный туннель» до величины 0,4 ÷ 0,3 кВт на ки-



**Рис 4.** Морозильная камера

лограмм замораживаемой продукции при работе на температурном уровне  $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -34\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Эти энергозатраты в среднем на 20 ÷ 25% выше по сравнению с аналогичными системами с парокомпрессионными машинами (ПКМ). В значительной степени дополнительные затраты электроэнергии компенсируются за счет отсутствия простоев, связанных с оттайкой воздухоохладителя, утечкой фреона, снижения времени выхода установки на рабочий режим.

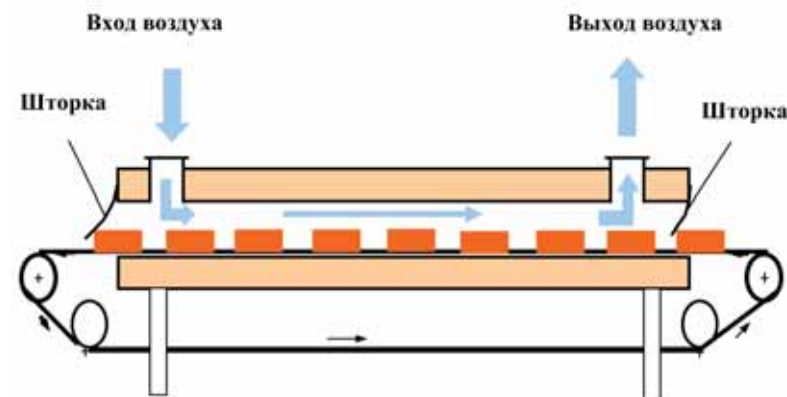
При переходе на рабочий уровень температур  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , энергозатраты в системе с ПКМ возрастают в среднем на 30 ÷ 35% и практически не меняются в системе с ВХУ. Таким образом на наиболее востребованном для шоковой заморозки уровне температур, равном  $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots -50\text{ }^{\circ}\text{C}$  эффективность холодильной системы «ВХУ – скороморозильный туннель» по энергопотреблению сравни-

вается с аналогичной пароконпресссионной системой.

Дальнейшим резервом повышения эффективности воздушных холодильных установок является внедрение энергосберегающих технологий, предусматривающих полезное использование высокопотенциального тепла генерируемого при работе ВХУ. Это суммарное тепло, отводимое из системы охлаждения компрессора и тепло сжатия тормозной газодувки, практически равное по величине установленной мощности компрессора.

В качестве удачных примеров комплексного использования холода и тепла можно отметить:

- подачу теплого воздуха на рыбоперерабатывающих предприятиях в камеры вялки рыбы одновременно с процессом проведения заморозки в скороморозильном туннеле;
- использование теплого воздуха в линиях по производству быстрозамороженных ово-



**Рис 5.** Принципиальная схема скороморозильного туннеля

щных смесей для первичной термообработки сырья в инактиваторе и подготовке горячей воды для бланширования продукции;

- применение в системах обработки продуктов требующих пастеризации и последующего охлаждения;
- в системах сублимационной сушки для замораживания и отогрева продукции;
- в испытательных камерах, работающих в режиме термциклирования с попеременным охлаждением и нагревом образцов.

Безусловно, во всех случаях, когда применяются ВХУ, необходимо рассматривать возможности использования выделяемого тепла в общезаводских системах теплоснабжения и кондиционирования.

В заключение следует отметить, что комплексное использование возможностей ВХУ, наряду с решением экологических проблем, позволяет в значительной степени повысить их эффективность и сблизить их по энергетическим показателям с пароконпресссионными машинами.

## Начало поставок программного обеспечения **1Tool** для автоматки Carel

**CAREL**

Новый продукт программного обеспечения 1Tool легко конвертируется в новый формат с полным сохранением функциональности и отличается более современным и удобным пользовательским интерфейсом.

Компания **Carel** объявила о начале поставок на российский рынок нового продукта – программного обеспечения 1Tool.

На смену проверенному временем программному пакету EasyTools приходит совершенно новый инструмент, обладающий существенно более широкими возможностями и отличающийся более современным и удобным пользовательским интерфейсом.

Этого события давно ждали специалисты, использующие в своих проектах автоматку Carel, прежде всего свободнопрограммируемые контроллеры семейства rCO.

В тоже время, переход с EasyTools на 1Tool не создаст для инженеров дополнительных сложностей – проекты, созданные в EasyTools легко конвертируются в новый формат с полным сохранением функциональности.

Более того, для поддержки пользователей, начинающих изучение 1Tool, на базе учебных центров компании United Elements, официального дистрибьютора оборудования Carel, будут проводиться специальные обучающие семинары аналогично тому, как это делается по другим продуктам.