



Воздухоохладители и воздушные конденсаторы GOEDHART*

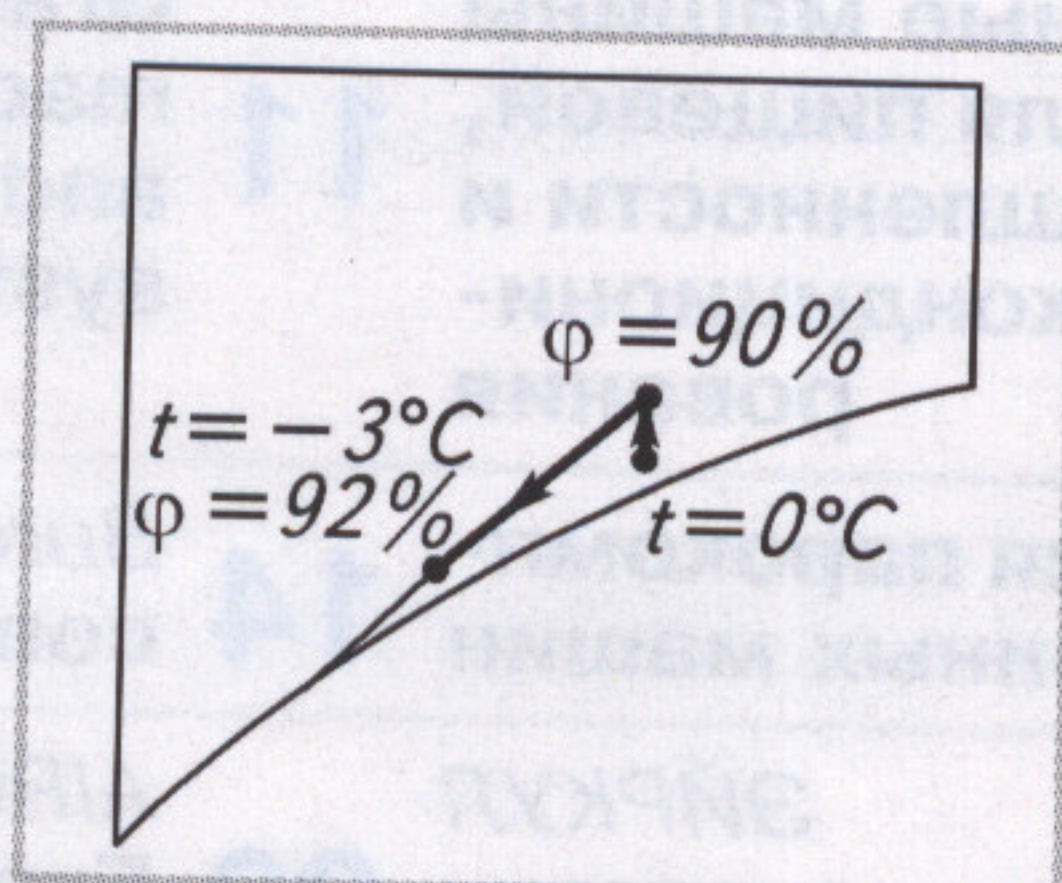
В предыдущей публикации было оценено влияние расположения вентилятора на холодопроизводительность воздухоохладителя.

Продолжаем сравнение эффективности работы воздухоохладителя с двумя вариантами расположения вентилятора – перед теплообменником (подача воздуха от теплообменника) и за теплообменником (подача воздуха от вентилятора).

Влажность воздуха в камере

Подача воздуха от теплообменника

Воздух сначала нагревается теплом, выделяющимся при работе вентилятора, и лишь потом охлаждается. При этом сохраняется его высокая влажность (около 92 % при -3°C).



Подача воздуха от вентилятора

Воздух охлаждается в теплообменнике, а затем нагревается при проходе через вентилятор. Выходящий воздух теряет влажность (при -3°C она составит около 88 %). На этом же принципе работают конденсационные воздухоосушители.

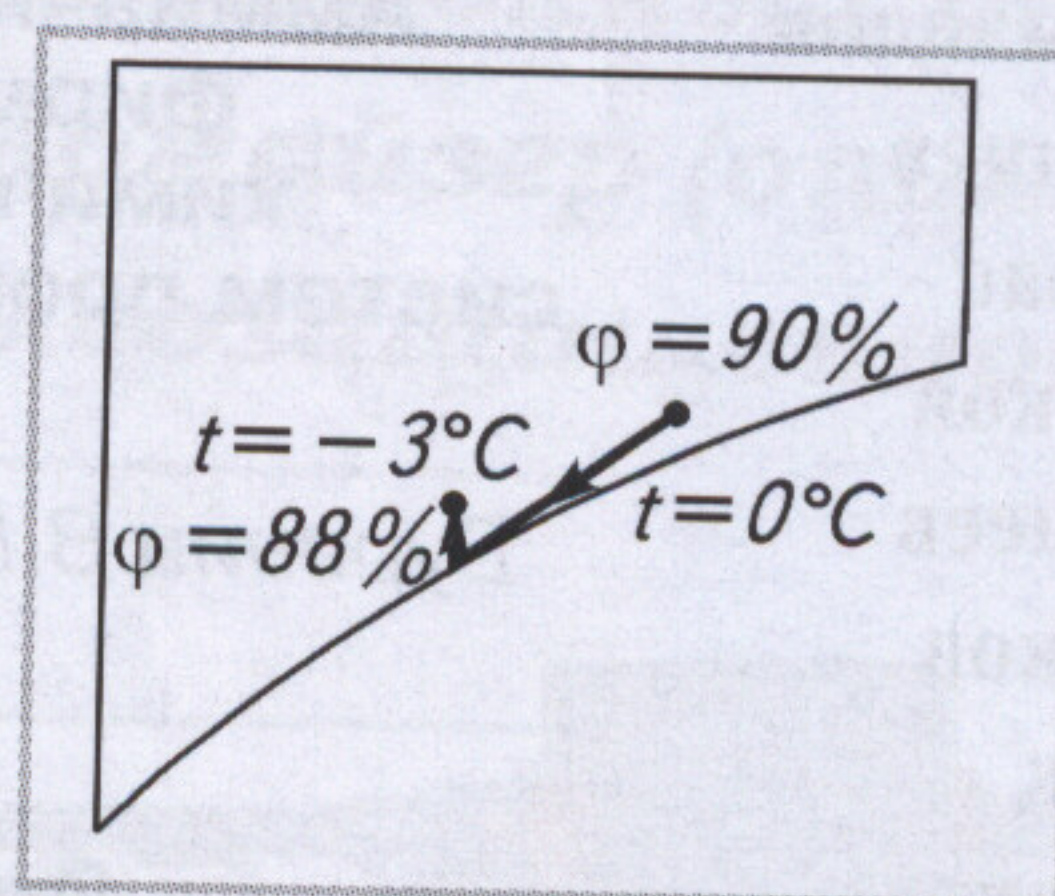


Диаграмма Моля

В действительности при коммерческом охлаждении речь идет о значительно меньших различиях во влажности. Однако при необходимости минимизировать убыль массы продукта (особенно при долгосрочном хранении фруктов и овощей) испарители с напорной подачей воздуха (VNS, VCB, ZFB) лучше справятся с этой задачей.

Эффективность теплообмена

Подача воздуха от теплообменника

Из-за различия скоростей воздуха по торцу теплообменной поверхности тепловая нагрузка на воздухоохладитель неравномерна. В углах испарителя теплопередача менее эффективна. Но этот недостаток компенсируется существенно более высокой эффективностью вблизи вентиляторов.

Подача воздуха от вентилятора

Равномерная скорость воздуха во всем воздухоохладителе позволяет эффективнее использовать всю теплообменную поверхность. Это преимущество реализуется только при удачной конструкции испарителей. Если вентилятор находится очень близко к теплообменной поверхности (ближе, чем 30 % от диаметра вентилятора), то периферийные части испарителя работают неэффективно.

Замораживание в морозильных камерах и туннелях

Подача воздуха от теплообменника

Скорость воздуха, выходящего из испарителя, более равномерна по всему сечению (в среднем 3...5 м/с). Это выгодно, если охлаждаемый/замораживаемый продукт находится в непосредственной близости от теплообменной поверхности (обычно ввиду ограниченного пространства в камере), так как исчезает опасность сбрасывания продуктов с тележки и т. п.

Подача воздуха от вентилятора

Сечение вентилятора относительно невелико. Высокая скорость воздуха, выходящего из испарителя (10...13 м/с), не позволяет поместить мелкие продукты поблизости от вентиляторов. Наоборот, при замораживании полутуш высокая скорость воздуха оказывается преимуществом, так как сокращает время их охлаждения/замораживания.

* Продолжение. Начало см. "Холодильная техника" № 9/2004.

Опасность разбрызгивания капель воды

Подача воздуха от теплообменника

Из-за относительно высокой локальной скорости воздуха возникает опасность разбрызгивания капель воды при оттаивании испарителя (особенно теплым воздухом камеры с температурой несколько выше 0 °C).

Примечание. У испарителей VNS эту опасность предотвращает использование каплеуловителя.

Подача воздуха от вентилятора

Более низкая скорость воздуха в поперечном сечении воздухоохладителя исключает опасность захвата капель оттаявшей воды потоком воздуха.

Обмерзание испарителя

Подача воздуха от теплообменника

Благодаря турбулентному движению воздуха обмерзание по всей поверхности испарителя более равномерно. Это позволяет уменьшить число циклов оттаивания в сутки.

Подача воздуха от вентилятора

На кромках пластин на входе воздуха в испаритель обмерзание более значительно, чем в его глубине. Это требует большего числа циклов оттаивания из-за опасности блокировки подачи воздуха.

Оттайка испарителя воздухом в холодильных камерах с температурой выше нуля

Подача воздуха от теплообменника

Тепло, выделяющееся при работе вентилятора, подогревает входящий воздух, который размораживает часть намерзшего на пластинах испарителя льда. Это особенно важно при долгосрочном хранении фруктов и овощей, так как в камеру возвращается часть влаги, что обеспечивает лучшую сохранность массы продукта, чем при подаче воздуха от вентилятора.

Подача воздуха от вентилятора

Невозможно использовать тепло, образующееся при работе вентилятора, для размораживания теплообменника. Оно поступает непосредственно в камеру, повышая температуру хранящегося в ней товара.

Лишь при подаче воздуха от теплообменника можно выгодно использовать тепло, выделяющееся при работе вентилятора.

Размещение испарителя

Подача воздуха от теплообменника

Минимальное расстояние от стенки до испарителя должно равняться диаметру вентилятора.

Подача воздуха от вентилятора

Минимальное расстояние от стенки до испарителя должно равняться 3/4 высоты охладителя (или теплообменного блока).

Конденсация влаги при оттаивании

Подача воздуха от теплообменника

Возникает риск конденсации влаги на потолке или холодных предметах в камере. Это явление можно предупредить либо понижением мощности оттаивания, либо установкой в промышленных холодильниках диффузора с заслонкой для оттаивания.

Если воздух в камере не очень влажный, то конденсации влажности на воротнике вентилятора или на его лопастях не будет.

Подача воздуха от вентилятора

Существует значительная вероятность образования ледяного нароста вблизи вентилятора и на его лопастях из-за наличия влаги в воздухе, выходящем из охладителя. В случае недостаточного оттаивания не исключена блокировка лопастей, которую можно предупредить организацией автономного оттаивания диффузоров вентиляторов или применением текстильных воздуховодов для оттайки.

Длина воздушного факела (промышленное охлаждение)

Длиной воздушного факела считается такое расстояние от испарителя, где скорость воздуха достигает значения 0,25 м/с.

Подача воздуха от теплообменника

Воздух, выходящий из охладителей со стороны оребренной поверхности, имеет небольшую скорость (около 3...4 м/с) и ламинарный режим течения. Благодаря этому режиму в холодильных камерах с гладкой поверхностью потолка воздух держится вблизи него (так называемый Coanda-эффект) и распространяется дальше, чем можно предположить по его скорости. Низкая скорость желательна, если в холодильнике часто находится обслуживающий персонал, а также если поблизости от охладителя хранится неупакованная продукция (для предотвращения ее усушки).

У промышленных испарителей с четырехполюсными двигателями (около 1400 об/мин^{-1}) длину воздушного факела можно значительно увеличить с помощью диффузора. Скорость возрастет с привычных 3 до 6...8 м/с, и результирующая длина факела (благодаря ламинарному течению) станет больше.

Риск обратного засасывания воздуха в испаритель еще до его попадания в камеру (в результате отражения от поддонов и т.п.) всегда больше при подаче воздуха от вентилятора, чем от теплообменника.

Подача воздуха от вентилятора

В этих охладителях скорость воздуха на выходе достигает 10...13 м/с. Теоретически у них также небольшая длина воздушного факела. Воздушный поток, однако, является очень турбулентным и растянут в ширину.

Эта компоновка удобнее для холодильной камеры, где испаритель находится на более длинной их стороне, т. е. задачей является прежде всего распространить холодный воздух во все стороны. Понижения турбулентности и повышения направленности струи (т. е. увеличения длины воздушного факела) можно достичь с помощью специальных насадок или лучше всего с использованием специальных нагнетательных вентиляторов с высоким “воротником”.



Диффузор



Нагнетательные вентиляторы с большим напором

Резюме.

Приведенное сравнение показывает, что при выборе воздухоохладителя не существует единственно правильного решения. Правда, есть общие рекомендации (например, использование воздухоохладителей с подачей воздуха от теплообменника для овоще- и плодохранилищ), но применение той или другой компоновки обычно определяется отдельно для каждого индивидуального проекта. Мы с удовольствием поможем вам с выбором в каждом конкретном случае.

Патрик Заплетал, руководитель отдела продаж Goedhart Bohemia
Юп Маттайсен, управляющий директор Goedhart Holland