

НОВАЯ СИСТЕМА ОТТАЙКИ ГОРЯЧИМ ЭТИЛЕНГЛИКОЛЕМ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ LHS

Умберто МЕРЛО

Научно-исследовательская лаборатория
LU-VE S.p.A.

С 2005 г. компания LU-VE Contardo, являющаяся европейским лидером в области производства теплообменного оборудования для промышленных холодильных систем и систем кондиционирования воздуха, поставляет на рынок промышленные воздухоохладители серий CHS и LHS. Новая серия промышленных воздухоохладителей, характеризующаяся очень большим разнообразием моделей и вариантов исполнения, в состоянии удовлетворить требования самых разных проектов.

В прошлом году компанией LU-VE Contardo для данной серии оборудования была предложена система оттайки горячим раствором этиленгликоля, позволяющая существенно снизить затраты электроэнергии.

Некоторые аспекты систем оттайки горячим этиленгликолем

Этиленгликоль нагревается в накопительной емкости (ресивере) теплотой конденсации (в некоторых случаях достаточно теплоты перегретого пара на выходе из компрессора). При оттайке воздухоохладителя горячим этиленгликолем необходимо обеспечить подвод электрического тока только к вентиляторам. Как будет показано далее на конкретном примере, такой способ оттайки более сложный, следовательно, более дорогостоящий, чем электрооттайка, но срок окупаемости вложенных в него инвестиций достаточно мал.

Рассмотрим некоторые аспекты этой системы оттайки с точки зрения термодинамических параметров.

Температура этиленгликоля при оттайке в зависимости от времени

года может изменяться в пределах 30...50 °С, причем в любом случае может быть использовано примерно 20 % теплоты конденсации. Механизм оттайки заключается, когда толщина слоя льда достигает порядка 25 % от шага оребрения. Учитывая время оттайки и зная требуемое для этого количество горячего этиленгликоля, можно определить его минимально необходимое количество в ресивере.

Очень важным параметром для определения температуры этиленгликоля в ресивере является время между двумя последовательными циклами оттайки.

Данный параметр учитывается при расчете оборудования в программе Refriger.

Экспериментальные результаты

Система оттайки горячим этиленгликолем была испытана в лаборатории при различных рабочих условиях с целью оптимизации ее технико-экономических показателей и создания широкого модельного ряда.

Основным параметром, определяющим сравнительную эффективность систем оттайки, является отношение требуемого количества теплоты к реально затраченному (как для электрооттайки, так и для оттайки горячим этиленгликолем).

График на рис. 1 показывает ход процесса оттайки электрическими ТЭНами и горячим этиленгликолем при наличии слоя льда на поверхности и при одинаковых рабочих условиях (температура в камере $t_{\text{кам}} = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура кипения $t_0 = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$, относительная влажность $\phi = 85\text{ \%}$). Степень



намерзания льда определяется как среднее отношение толщины его слоя на внешней поверхности ребер к расстоянию между ними. Например, стандартное 25%-ное намерзание означает наличие слоя льда толщиной 1,25 мм при шаге оребрения 10 мм. В этом случае эффективность оттайки горячим этиленгликолем составляет 65 %, в то время как эффективность электрооттайки — только 38 %.

Система оттайки горячим этиленгликолем помимо возможности использования теплоты конденсации имеет высокую термодинамическую эффективность по сравнению со стандартной электрооттайкой, что способствует также уменьшению времени процесса оттайки.

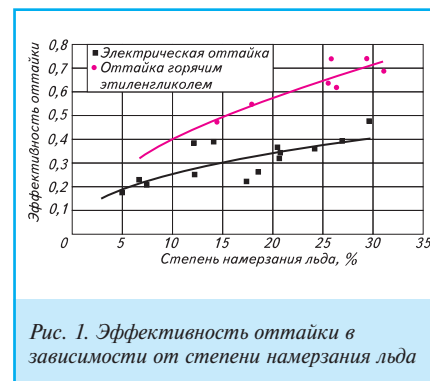


Рис. 1. Эффективность оттайки в зависимости от степени намерзания льда



Учитывая соотношение эффективностей рассматриваемых способов оттайки ($65/38 = 1,7$) и зная необходимое для электрооттайки время, равное 30 мин, получаем для случая оттайки горячим этиленгликолем время, равное 18 мин. Как следствие, компрессор будет работать в течение более продолжительного временного интервала в сочетании с более эффективной работой воздухоохладителя. В результате эффективность процесса оттайки повышается на 15–25 %.

Технико-экономический анализ

Рассмотрим экономическую эффективность экспериментальной холодильной системы, работающей уже более двух лет.

Холодильная система общей холодопроизводительностью более 600 кВт включает 23 воздухоохладителя новой промышленной серии LHS с оттайкой горячим этиленгликолем (6 низкотемпературных воздухоохладителей, $t_{\text{кам}} = -25^\circ\text{C}$ и 17 среднетемпературных воздухоохладителей, $t_{\text{кам}} = +2^\circ\text{C}$).

Для низкотемпературных воздухоохладителей $\Delta T = 6\text{ K}$ (температура на всасывании в компрессор равна -31°C), для среднетемпературных $\Delta T = 5\text{ K}$ (температура гликоля на выходе из чиллера составляет -8°C).

Контур для нагрева этиленгликоля в системе оттайки (рис. 2) состоит из теплообменника $S1$ (фреон–этиленгликоль) (на нагнетании компрессора) и ресивера, в который с помощью насоса $P1$ поступает этиленгликоль.

Предусмотрены два контура оттайки:

✓ для среднетемпературных воздухоохладителей: подача горячего этиленгликоля из ресивера осуществляется с помощью насоса $P2$.

✓ для низкотемпературных воздухоохладителей: имеется теплообменник $S2$, обеспечивающий теплообмен между горячим этиленгликолем, содержащимся в

ресивере, и этиленгликолем, который циркулирует во втором контуре. Циркуляция обеспечивается с помощью насосов $P2$ и $P3$.

Оттайка производится каждые 12 ч для трех низкотемпературных воздухоохладителей и с интервалом в 6 ч для четырех среднетемпературных воздухоохладителей.

При сопоставлении энергетической эффективности воздухоохладителей, оттайка которых осуществляется горячим этиленгликолем, и оттаиваемых с помощью электрических ТЭНов учитывали электроэнергию, расходуемую холодильной установкой, вентиляторами и затраченную насосами при оттайке.

Для сопоставления экономической эффективности принимали во внимание время работы в течение каждого года и стоимость электроэнергии [0,1 евро/(кВт·ч)].

Результаты сравнения позволяют сделать вывод о том, что экономия эксплуатационных затрат при оттайке горячим этиленгликолем в рассматриваемой системе может достигать более 37 500 евро/год.

При оттайке с использованием горячего гликоля следует учесть расходы на работу насосов ($P1, P2, P3$), порядка 2080 евро/год.

Дополнительные инвестиции для системы оттайки горячим гликолем (ресивер, циркуляционные насосы, линии, вентили и т. д.) составят порядка 49 000 евро.

Как показал анализ, эти расходы могут полностью окупиться в течение 1,4 года. При этом срок окупаемости холодильной системы составит 7,2 года.

Заключение

На основании анализа данной холодильной системы, мы можем утверждать, что, несмотря на относительную сложность технологии оттайки горячим этиленгликолем, капитальные затраты не являются слишком высокими.

Это более сложное техническое решение требует дополнительно-

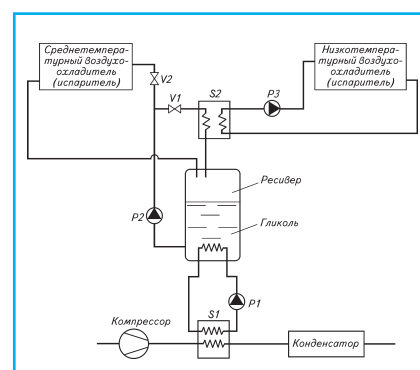


Рис. 2. Схема системы оттайки горячим этиленгликолем

го технического обслуживания, но полученная экономия способна компенсировать затраты на обслуживание.

Можно также говорить о том, что данное решение является более экологичным с точки зрения выбросов CO_2 . Экономия 37 500 евро/год соответствует сбережению энергии приблизительно 375 000 кВт·ч/год. Так как на выработку 1 кВт электроэнергии уходит 630 г CO_2 , его выбросы уменьшаются на $375\,000 \cdot 630 = 236\text{ т CO}_2$ в год.

В заключение можно отметить следующее:

- окупаемость дополнительных инвестиций в течение 1,4 года;
- окупаемость стоимости всей системы (с учетом оттайки этиленгликолем) в течение 8,6 лет.

Пользователь, стремящийся сэкономить при покупке системы, оперируя лишь понятием «минимальной стоимости», оплачивает эту псевдоэкономия в течение всего срока службы данной системы и, кроме того, наносит большой вред экологии.

Разумный подход при проектировании холодильной системы позволяет достичь оптимальной экономической эффективности в течение всего срока использования холодильной системы.

Российское представительство компании LU-VE S.p.A.

Тел.: +7 495 232 6836,
факс: +7 495 232 9993
e-mail: office@luve-russia.com