

Использование естественного холода в технологических процессах

А.А.Спасский, технико-коммерческий директор, представительство A.C.Refrigeration

Рост тарифов на электроэнергию, увеличение дефицита энергомощностей заставляет инвесторов внедрять в различных производственных сферах энергосберегающие технологии. Очень эффективным мероприятием с точки зрения сокращения расходов электроэнергии и увеличения ресурса работы холодильного оборудования является использование естественного холода. Климат России позволяет широко внедрять технологии охлаждения с применением естественного холода в различных производствах почти на всей ее территории. На сегодняшний день такие технологии получили наибольшее распространение в технологическом кондиционировании воздуха, молочной промышленности, при производстве макаронных изделий, соков, газированных напитков, вин, в химической промышленности и при производстве различных изделий из пластмасс. При этом в большей части из них охлаждение воздуха в производственных помещениях, материалов или продукта происходит при помощи жидкого хладагента – воды или водных растворов различных антифризов. Таким образом, основной задачей на таких производствах является охлаждение жидкого хладагента до заданной температуры при помощи холодильной установки или наружного воздуха. Во всех случаях (за исключением охлаждения воды в градирнях открытого типа) для целей охлаждения хладагента при помощи наружного воздуха используются оребренные воздушные теплообменники, так называемые сухие охладители. Современные

технологии изготовления таких теплообменников позволяют обеспечить эффективное охлаждение жидких хладагентов при температурном напоре между охлаждающим воздухом и жидкостью, входящей в теплообменник при $5-7^{\circ}\text{C}$. Исходя из этого, можно подсчитать время эффективного использования естественного холода для различных производств, расположенных в той или иной климатической зоне. Для этого необходимо знать температуру хладагента, используемого в технологическом процессе, и среднегодовой график изменения температур в данной местности.

Так как практически на всех производствах охлаждение требуется круглый год и при этом температура хладагента, как правило, ниже температуры окружающего воздуха в теплый период года, то возможно применение только комбинированных схем машинного и естественного охлаждения.

Наибольшее распространение имеют следующие схемы, где сухие охладители комбинируются с компрессорными холодильными установками.

1. Компрессорная водоохлаждающая установка с воздушным или водяным конденсатором + независимый сухой охладитель.

2. Компрессорная водоохлаждающая установка с водяным конденсатором + сухой охладитель, используемый в теплый период года для охлаждения жидкости, подаваемой на конденсатор, а в холодный период года – как охладитель хладагента, подаваемого на потребителя.

3. Компрессорная водоохлаждающая установка с воздушным конденсатором и с насосом жидкого хладагента для его охлаждения с использованием естественного холода в холодный период года в воздушном конденсаторе.

4. Блочная компрессорная водоохлаждающая установка с объединенной батареей воздушного конденсатора и сухого охладителя с единой системой управления.

Недостатками схемы 1 являются сложность автоматизации процесса охлаждения, особенно в переходные периоды (осенний и весенний), относительно большие габаритные и установочные размеры установки в целом, невозможность использования естественного холода при разнице температур между охлаждаемой жидкостью и окружающим воздухом менее $7-10$ градусов, а также высокая стоимость самой установки и периферийного оборудования (насосов, теплообменников, регуляторов, запорной и регулирующей арматуры).

Схеме 2, несмотря на кажущееся незначительное удешевление, также присущи все вышеперечисленные недостатки. Кроме того, в переходные периоды неизбежны трудности при запуске холодильной установки из-за низкой температуры охлаждающей жидкости, подаваемой на конденсатор. При этом в теплый период года холодильная установка реально будет работать с температурой конденсации хладагента выше $+50^{\circ}\text{C}$, что, в свою очередь, вызовет увеличение типоразмера установки и, соответственно, увеличение ее стоимости. Энергопотребление такой установки, по сравнению с ус-



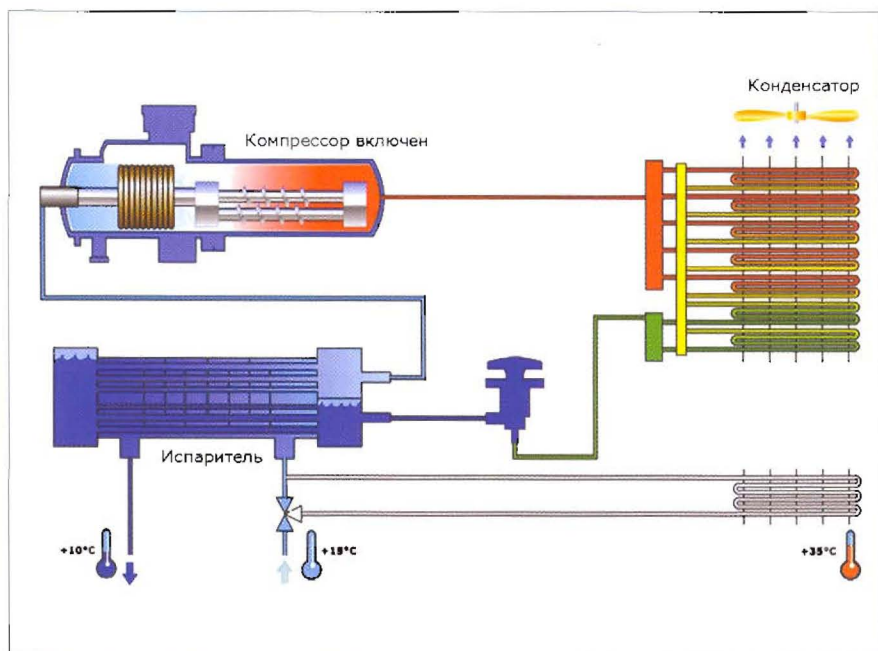


Рис. 1. Чиллер с естественным охлаждением. Летний период

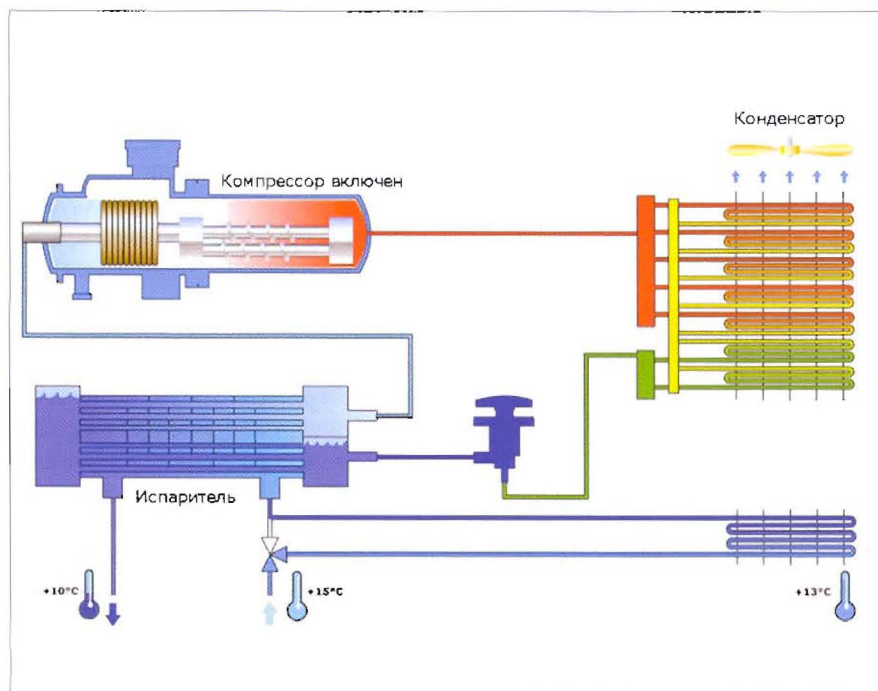


Рис. 2. Чиллер с естественным охлаждением. Весна/осень

тановкой, оснащенной воздушным конденсатором, возрастает, как минимум, на 15%. При аномальных повышениях температуры окружающего воздуха такая установка будет останавливаться по причине высокого давления конденсации.

Схема 3 реально может эффективно работать и выдавать холодопроизводительность в режиме естественного охлаждения, равную холодопроизводительности уста-

новки в режиме машинного охлаждения при разнице между температурами жидкости и окружающего воздуха не менее 25-30 градусов. Это связано с низкими теплофизическими свойствами хладагентов и небольшим количеством хладагента непосредственно в конденсаторе установки, где происходит его охлаждение потоком воздуха. При работе в режиме естественного охлаждения и температурном напоре

между охлаждаемой жидкостью и окружающим воздухом 7-10 градусов такие установки могут выдавать не более 20% от холодопроизводительности той же установки в режиме машинного охлаждения.

Таким образом, такая схема может использоваться только в тех процессах, где потребность в охлаждении в холодный период года не превышает 20-30 % потребности в охлаждении в теплый период года. Рассматривать такую схему охлаждения жидкостей для технологических процессов не имеет смысла, так как потребность в холоде для большинства таких процессов постоянна в течение всего года.

Современные машиностроительные технологии позволяют изготавливать блочные компрессорные водоохлаждающие установки со встроенной системой естественного охлаждения. В таких установках, как правило, батареи воздушных конденсаторов и батареи сухих охладителей имеют общее алюминиевое оребрение, что обеспечивает компактность этих установок, а соответственно, удобство транспортировки и размещения на объекте.

Принцип работы приведен на рисунках.

1. При температуре окружающего воздуха выше температуры охлаждаемой жидкости поток этой жидкости через трехходовой клапан поступает в испаритель холодильной установки, где охлаждается до заданной температуры.

2. Если температура окружающего воздуха опускается ниже температуры охлаждаемой жидкости, поток этой жидкости через трехходовой клапан поступает в батарею сухого охладителя, где охлаждается потоком воздуха. При этом температура охлаждаемой жидкости не достигает заданных значений. Далее поток этой жидкости направляется в испаритель холодильной установки, где охлаждается до заданного значения температуры. Холодильная установка в этом случае работает не на полную мощность, которая будет снижаться по мере понижения температуры окружающего воздуха.



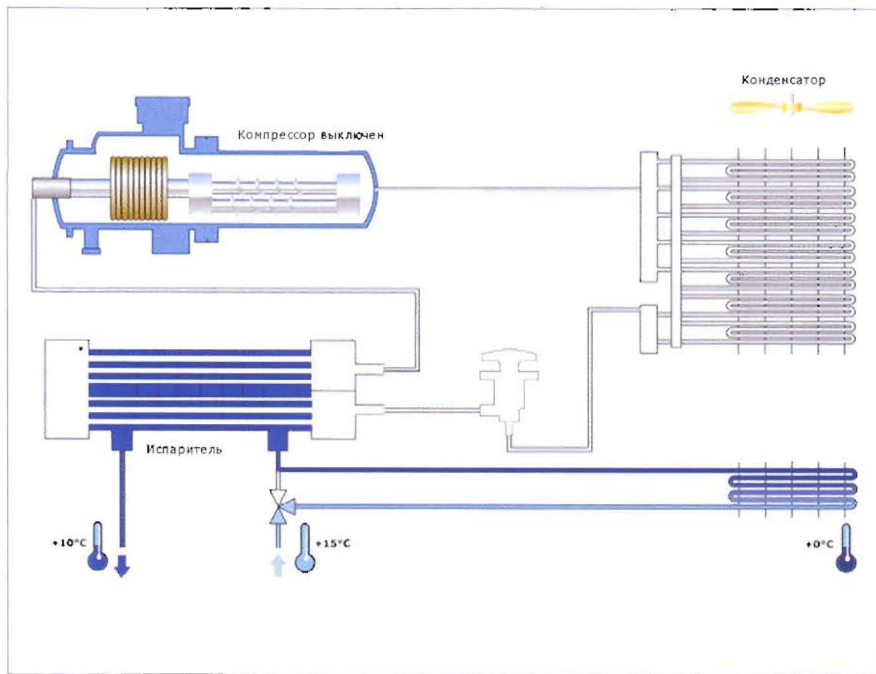


Рис.3. Чиллер с естественным охлаждением. Зимний период

3. При определенных значениях температуры окружающего воздуха температура охлаждаемой жидкости на выходе из батареи сухого охладителя достигнет заданного значения и холодильная установка отключится, т.е. охлаждение будет производиться только с использованием естественного холода. По мере дальнейшего понижения

температуры окружающего воздуха для поддержания заданной температуры охлаждаемой жидкости будет уменьшаться поток воздуха через батарею сухого охладителя.

При низких значениях температуры окружающего воздуха и нулевом потоке воздуха через батарею сухого охладителя (выключенных вентиляторах) температура охлаждаемой

жидкости на выходе из батареи может быть ниже заданной. Модулирующий трехходовой вентиль разделяет поток охлаждаемой жидкости и часть его направляет непосредственно в испаритель, а часть – в батарею сухого охладителя. Далее эти потоки смешиваются, и на выходе из машины температура жидкости достигнет заданного значения. Таким образом, обеспечивается надежная работоспособность установки при низких – вплоть до -40°C – температурах окружающего воздуха.

В режиме естественного охлаждения работают только вентиляторы, которые в блочных машинах используются и для охлаждения воздушного конденсатора. Потребляемая мощность этих вентиляторов не превышает 10 % от потребляемой мощности водоохлаждающей установки, работающей в режиме машинного охлаждения. При низких температурах для поддержания заданной температуры охлаждаемой жидкости уменьшается поток воздуха через батарею охладителя либо за счет изменения частоты вращения вентиляторов, либо за счет отключения части вентиляторов.

Потребляемая мощность при этом также будет снижаться.

Несмотря на то, что, по сравнению с обычными компрессорными водоохлаждающими установками, стоимость блочных установок с функцией естественного охлаждения увеличивается на 20-25 %, их внедрение крайне выгодно, как с точки зрения экономии электроэнергии и окупаемости стоимости установки, так и с точки зрения увеличения рабочего ресурса установки, сокращения расходов на ремонт и замену изнашиваемых деталей.

Срок окупаемости увеличения капитальных затрат в случае приобретения водоохлаждающей установки с функцией естественного охлаждения (фрикулинга) можно рассчитать по формуле:

$$T_{\text{ок}} = (K_3 - K_1) / \{(N_{\text{эл.1}} - N_{\text{эл.2}}) \cdot T\},$$

где $T_{\text{ок}}$ – срок окупаемости увеличения капитальных затрат, лет;



Рис.4. Водоохлаждающая установка с фрикулингом focs-fs 4222 B



KZ_1 – капитальные затраты на оборудование без фрикулинга, руб;

KZ_2 – капитальные затраты на оборудование с фрикулингом, руб;

$N_{эл.1}$ – потребляемая мощность оборудования в режиме машинного охлаждения, кВт;

$N_{эл.2}$ – потребляемая мощность оборудования в режиме фрикулинга, кВт;

n – годовая наработка оборудования в режиме фрикулинга, ч;

T – тариф на электроэнергию, руб./кВт·ч.

Приведем пример подбора водоохлаждающей установки с фрикулингом итальянской компании «Климавенета» FOC5 FC 4222 В:

– охлаждаемая жидкость – 30%-ный раствор этиленгликоля;

– температура входящей жидкости, C^0 – +12;

– температура выходящей жидкости, C^0 – +7;

– холодопроизводительность, кВт – 1015;

– потребляемая мощность в режиме машинного охлаждения, кВт – 304;

– потребляемая мощность в режиме фрикулинга, кВт – 43.

Разница между ценой установки с фрикулингом и без него составит порядка 42 тыс. евро.

Предполагается круглогодичная работа установки, 10 часов в сутки. Климатическая зона использования – Москва, количество дней со средней температурой 0^0C и ниже – 150. Таким образом, годовая наработка установки с использованием фрикулинга составит порядка 1500 часов, общая годовая наработка – 3000 часов.

При стоимости 1 кВт·ч электроэнергии 5 центов срок окупаемости увеличения капитальных затрат составит:

$$T_{ок} = 42\,000 / (304 - 43) \times 1500 \times 0,05 = 2,15 \text{ года.}$$

Таким образом, в данном случае использование моноблочной водоохлаждающей установки эко-

номически оправдано и целесообразно.

Итальянская компания «Климавенета», являющаяся структурным подразделением промышленной группы «Делонги», производит различные водоохлаждающие установки с функцией естественного охлаждения, работающие в диапазоне температур охлаждаемой жидкости от +20 до -5^0C , холодопроизводительностью от 30 до 1300 кВт. Они находят широкое применение в системах комфортного и технологического кондиционирования воздуха, а также в различных технологических процессах. Эти установки – нового поколения, работают на энергоэкономных озонобезопасных фреонах и комплектуются эффективными спиральными и винтовыми компрессорами.

Московское представительство фирмы AC Refrigeration, являю-

щейся эксклюзивным дистрибьютором компании «Климавенета» на рынке стран Восточной Европы и СНГ, оказывает техническую и коммерческую поддержку фирмам, заинтересованным в покупке оборудования, выпускаемого компанией «Климавенета», предоставляет полный пакет технической и коммерческой документации, проводит обучение менеджеров и технического персонала.

Список литературы

1. Е.А.Штокман и др. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности. – АСВ, Москва, 1997.

2. В. Маак, Г.-Ю. Эккерт, Ж.-А. Кошпен Польманн. – Учебник по холодильной технике. – Изд-во МГУ, 1998.

A.C. REFRIGERATION
 Представительство в Москве
 109 147, Москва, ул. Марксистская 34, оф. 713-2,
 тел/факс: (095) 363 1492, 363 1493,
 e-mail: info@acr.ru http://www.acr.ru

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
 компании CLIMAVENETA S.p.A.
 в России, странах СНГ И Балтии



ОХЛАДИТЕЛИ ЖИДКОСТИ



КОНДЕНСАТОРНЫЕ АГРЕГАТЫ



КРЫШНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ



ФАНКОЙЛЫ



CLIMAVENETA



GROUP

