

Сучасні системи охолодження і кліматизації об'єктів

У рамках щорічної виставки «Промисловий холод» уже вдесяте журнали «Холод» та «М+Т» спільно з ВГО «АВОК-Україна» за підтримки компанії «Євроіндекс» провели науково-практичну конференцію «Сучасні системи охолодження і кліматизації промислових та громадських об'єктів»



За традицією конференцію відкрили завідувач кафедри кондиціонування повітря, проректор Одеської державної академії холоду, перший віце-президент «АВОК-Україна» Олександр Липа та головний редактор журналу «Холод» Олександр Полив'яний.

У своїй доповіді «Сучасні схемні енергоощадні рішення холодильних систем» **Юрій Желіба**, к. т. н., доцент Одеської державної академії холоду, зазначив, що сучасні схемні рішення — принципово невизначене поняття. Важко сказати, що це таке: чи найвищий рівень технічної і технологічної досконалості, чи це технічно і економічно обгрунтоване рішення для виконання конкретного завдання на тому рівні досконалості, якого можна досягти за інвестиційних намірів інвестора. Доповідач зупинився, зокрема, на концептуальних підходах до рішень у галузі проектування і обладнання холодильних систем виробничого призначення. У вимогах до них змінилися пріоритети. Єдине залишається

незмінним — розуміння того, що технологія є первинною. Вимоги в технологічних регламентах постійно підвищуються, перш за все це стосується технологій зберігання охолоджених харчових продуктів і дуже цінних вантажів. Ці вимоги тільки посилюватимуться, тому що на порядку денному — вирішення проблеми продовольчої безпеки, яку не можна розв'язати без штучного холоду.

Холодильні системи мають бути перш за все надійними та досконалими з точки зору енергетичної ефективності у процесі виробництва і споживання штучного холоду, а якість обслуговування холодильних технологій і систем має бути високою. Сьогодні відбувається перехід до повної автоматизації холодильних систем та моніторингу їх роботи, незалежно від типу холодильного агента. Навіть аміачні системи вже обслуговуються дистанційно у режимі повної комплексної автоматизації. Замовник проекту вимагає цілковитої відповідності системи вимогам дійсних НТД, законодавству країни і віднедавна — міжнародним нормам.

Ю. Желіба також відмітив, що сама по собі холодильна система — це вже архаїзм, вона має виконувати функції утилізації теплоти конденсації та виробництва теплоти для систем теплопостачання і гарячої води різного технологічного призначення. Це своєрідна надбудова над холодильною системою, яка означає включення до схемного рішення холодильної установки, наприклад, теплового насоса, навіть якщо вона працює на аміаку.

Досягнення певних економічних та технологічних показників є пріоритетом перед завданнями енергозбереження. Економічна вигідність зазвичай залежить від сировини і продуктів, що зберігаються і зазнають природних втрат якості та маси. Водночас розв'язання технологічних завдань пов'язано з багатьма проблемами. Це і фактична відсутність належної професійної підготовки спеціалістів за напрямком «холодильна технологія», і відсутність бази даних із законодавчих джерел щодо відведення теплоти у процесах холодильної технології, а також ве-

лика їх різноманітність, внаслідок чого досягнути всі майже неможливо.

Використовуючи багатий ілюстративний матеріал, Ю. Желіба розповів про сучасні схемні рішення акумулювання штучного холоду, про комплексну автоматизацію і системи управління енергоспоживанням з диференційованими тарифами на енергетичні ресурси.

Докладно Ю. Желіба зупинився на застосуванні аміаку як найстарішого, найдосконалішого та одного з найперспективніших холодоагентів. На прикладі реконструкції холодильної установки молокозаводу, в якій було використано аміачний тепловий насос паралельно з конденсаторними апаратами, доповідач проілюстрував напрямок розвитку таких систем.

Далі Ю. Желіба відмітив, що завдяки 3D-моделюванню можна ефективно обладнати холодильну систему за мінімальної кількості помилок і втрат часу, інвестицій та перероблень. На жаль, сьогодні продуктивність роботи українського інженера значно нижча, ніж у європейця з причини відставання інформаційних комп'ютерних технологій у проектуванні. Проте сучасний інжиніринг уже перейшов на рівень 3D-моделювання, а інакше й бути не може.

Сучасні схемні енергоощадні рішення доповідач проаналізував на прикладах розробок АТЗТ «НІО «Холод» для ряду підприємств і дійшов висновку, що економічна доцільність економії енергетичних ресурсів не має переваг над економічною доцільністю забезпечення технологічних регламентів і якості продукції. Технологія все одно первинна, і немає ніякого сенсу економити електроенергію, якщо знижується рівень якості послуг, що надаються, необхідно обладнувати енергоощадні енергетичні системи комплексного призначення.

Михайло Кордюков, керівник навчального центру *Mitsubishi Electric* в Україні, член-кореспондент МАХ, у своєму виступі під назвою «**Системи Mitsubishi Electric — обладнання для утилізації теплоти конденсації холодильних установок для опалювання і ГВП**» зазначив, що представлені системи орієнтовані на застосування у торго-



Ю. Желіба: «Сама по собі холодильна система — це вже архаїзм, вона має виконувати функції утилізації теплоти конденсації та виробництва теплоти для систем теплопостачання і гарячої води різного технологічного призначення»

вельних закладах. Компанія *Mitsubishi Electric* принесла в Україну новітні технології: *Lossney* — технологію утилізації теплоти відвідного повітря у вентиляційних системах, яка дає можливість удвічі зменшити витрати на опалювання житлових і торговельних приміщень; *Zubadan* — технологію низькотемпературних повітряних теплових насосів, впровадження якої дало змогу створювати системи альтернативного опалювання за розумну ціну; технологію універсального компресорно-конденсаторного агрегату, що допомагає суттєво знизити витрати на системи



Про холодильні технології та обладнання Mitsubishi Electric розповідає М. Кордюков

вентиляції. Технологія утилізації теплоти конденсації, відома як «водяна петля», в Україні поки що не застосовується, власне, їй і був присвячений виступ.

Завдання технології «водяна петля» — використання скиданої теплоти промислових та напівпромислових холодильних агрегатів. На початку 80-х років минулого століття, коли значно подорожчали енергоресурси, почали з'являтися технології утилізації на основі пластинчастих теплообмінників, що встановлювалися між компресором і конденсатором. Але тоді така технологія не знайшла практичного застосування, оскільки давала змогу утилізувати близько 15% теплоти конденсації холодильної машини з температу-

рою води на виході з системи не більше 40 °С. І тільки у 2010 році японська корпорація *Mitsubishi Electric* запропонувала принципово нову технологію, що ґрунтується на подвійному перетворенні тепла. Ця технологія реалізована в серії мультизональних систем *PQRY-YHM*.

Доповідач розповів про принцип дії такої системи на прикладі торговельного центру. Ця технологія дає змогу перехопити тепло, що утворюється під час роботи холодильної машини (переважно це торговельне холодильне обладнання), і за його рахунок забезпечити повноцінну систему опалювання, теплопостачання системі вентиляції, гаряче водопостачання і теплопостачання тепловим завісам, а також кондиціонування. Система влаштована таким чином: холодильні машини з різними температурами кипіння холодоагенту скидають тепло у водяну магістраль через водяний конденсатор. У зимовий період тепло з цієї магістралі вилучається та спрямовується в блоки для опалювання приміщень та установки для підігрівання припливного повітря. Окремий блок виробляє для санітарних потреб гарячу воду з температурою 70 °С цілий рік. Зайве тепло у

літній час, коли блоки працюють у режимі кондиціонування, скидається в атмосферу через градирню. Якщо теплоти утилізації за дуже низьких температур зовнішнього повітря взимку недостатньо, додатково використовується опалювальний котел, що працює на будь-якому виді палива.

М. Кордюков зазначив, що застосування систем, виконаних за технологією «водяна петля», — найбільш економічний спосіб опалювання, адже використовується не водяна система, де втрати теплоти незворотні, а система «фреон — повітря». До того ж можливість блоків працювати в режимі охолодження (та сама опалювальна установка влітку здійснює кондиціонування) значно зменшує капітальні витрати на обслугову-

вання будівлі. Позитивним у цих установках є те, що збільшується ресурс холодильного обладнання, оскільки холодильні компресори працюють в оптимальному режимі. Отже, замовник матиме універсальну систему, яка може забезпечити і опалювання, і гаряче водопостачання, і охолодження, і вентиляцію.

За такою схемою сьогодні працюють два супермаркети у містах Хал і Ліц (Великобританія). Експерти відзначають не просто скорочення витрат на опалювання будівель, у яких застосовується ця технологія, а й значне зменшення викидів парникових газів від таких об'єктів.

Дійсний член Міжнародної академії холоду, член президії ВГО «АВОК-Україна» **Євген Дем'яненко** розповів присутнім про **досвід проектування системи підтримання штучного мікроклімату в сховищі яблук місткістю 800 т.**

У селі Шура-Копієвська Вінницької області треба було збудувати сховище для збереження яблук місткістю 800 т. Для довшого зберігання врожаю яблук з найменшими втратами і високою якістю необхідно було забезпечити постійну температуру і вологість. Залежно від сорту яблук оптимальна температура коливається в діапазоні від 0 °С до 5 °С, проте на практиці це значення становить 2 °С. Значення відносної вологості не має опускатися нижче за 75%. Крім того, яблука мають бути укладені в спеціальну тару, що забезпечує вільний доступ охолодженого



Досвідом проектування системи підтримання штучного мікроклімату в сховищі яблук ділиться Є. Дем'яненко

повітря або вільне відведення тепла, що його виділяє продукт. І обов'язково необхідно припинити (обмежити) доступ кисню, тобто зберігати продукт у газовому середовищі. Але в Україні, на жаль, дотепер немає відпрацьованої технології реалізації таких об'єктів під ключ.

Доповідач детально розповів про розв'язання першої проблеми — підтримання температури усередині камер на рівні 2 °С. Першою складністю була сама будівля сховища. Збудована за радянських часів, вона не розраховувалась на довгострокове зберігання фруктів. Тому перш за все здійснили утеплення внутрішніх поверхонь камер і для забезпечення достатньої теплоізоляції приміщень було встановлено спеціальні двері. Для розділення приміщення на окремі камери та створення стелі було використано сандвіч-панелі. Крім того, у вже побудованій будівлі довелося створити спеціальний охолоджувальний тунель (коридор). Щоб забезпечити максимальну ефективність роботи компресорно-конденсаторного агрегату і охолоджувачів, було оптимізовано розведення фреонопроводів. Для кожної з камер застосували по два охолоджувачі з фронтальною роздачею повітря потужністю по 24 кВт кожен. Встановили їх по-різному: в одному приміщенні обидва охолоджувачі розміщені в центрі камери і працюють у протилежних напрямках, в іншому — обидва працюють в одному напрямку, але розміщені на різній ви-

соті. Це було обумовлено конструкцією будівлі. Вимірювання показали, що різниця температур залежно від місця вимірювання не перевищує 0,5 °С.

За словами доповідача, вибираючи охолоджувачі, виконавці керувалися принципом найкращого співвідношення ціни і якості для виконання конкретного завдання, і вийшло непогано. Оскільки продукт закладається на тривале зберігання, замовник звернув увагу й на тему енергоефективності системи в цілому і компресорно-конденсаторних блоків зокрема. Зваживши всі «за» і «проти», виконавець обрав ККБ з одногвинтовим компресором із плавним змінюванням продуктивності. Одинична потужність такого ККБ за зовнішньої температури +35 °С і температури кипіння -5 °С становить 115 кВт.

Таким чином, було розв'язано відразу кілька проблем. По-перше, створено високоефективний агрегат, здатний працювати за часткового навантаження без додаткових опцій. По-друге, готовий пристрій усунув необхідність купівлі конденсаторів і проведено додаткових робіт з прокладення фреонопроводів від компресорної станції до цих конденсаторів. По-третє, одногвинтові компресори мають невеликі значення пускових струмів і COP від 2,2 до 5, залежно від температури зовнішнього повітря. А якщо взяти до уваги, що тривалий час у процесі зберігання продукту температура перебуває в діапазоні від +15 °С до -22 °С, то середній показник COP становитиме 3,5, а це пряма економія коштів замовника.

І що найголовніше у здійсненні проекту — вдалося реалізувати систему зі змінною витратою холодоагенту, що забезпечує високу точність підтримання температури в приміщеннях, які обслуговуються, за мінімальних витрат. Цього досягнуто завдяки застосуванню системи VRF у технологічному охолодженні. Вона забезпечує змінну витрату холодоагенту залежно від потреб кожного окремого внутрішнього блока, тим самим знижуючи експлуатаційні витрати і підвищуючи комфорт у приміщеннях.

На завершення Є. Дем'яненко зазначив, що оскільки проект був пілотним, то бюджет був досить скромним, а тому не вдалося в повному обсязі реалізувати всі можливості, що їх надає інтегрована автоматика ККБ. Ма-

са продукту, що зберігається, становить на сьогодні 1000 т. А в одній з камер продукт був оброблений спеціальним складом, що дає змогу відтворити ефект зберігання в газовому середовищі. Реальний результат можна буде оцінити у травні-червні.

На завершення конференції з доповіддю «**Планетарні зміни клімату та екосистеми — визначальні фактори розвитку кліматичної техніки**» виступив кандидат технічних наук, завідувач кафедри кондиціонування повітря, проректор Одеської державної академії холоду, перший віце-президент «АВОК-Україна» **Олександр Липа**. Доповідач охарактеризував ситуацію зі зміною клімату планети, ґрунтуючись на останніх міжна-

родних дослідженнях товщі арктичної криги, вивчення якої надає інформацію про тисячі років існування Землі. Ці дані свідчать про циклічність процесів зміни клімату і чітко корелюються із сонячною активністю, яка також є першопричиною інших відомих процесів, зокрема парникового ефекту і глобального потепління (а в недалекому майбутньому — похолодання).

Щодо поточної ситуації з кліматом доповідач навів дані, які вказують на те, що літні значення розрахункової температури зовнішнього повітря значно перевищили нормовані значення у чинних будівельних нормах і правилах. Також було представлено дані про суттєве зростання вологості (більше



О. Липа висвітлює питання зміни клімату та екосистеми

2% за останні п'ять років). Ця обставина аналізувалася у спеціальній частині доповіді, присвяченій сучасному підходу до побудови технологічних схем СКП. Переконливо, на численних прикладах доповідач продемонстрував, що сучасним підходом є розділення термовологісного оброблення припливного повітря згідно з явним і прихованим тепловим навантаженням приміщення як об'єкта кондиціонування, оскільки цей підхід відповідає і новим реаліям зміни клімату.

Проблема кондиціонування повітря також успішно розв'язується за допомогою технологій роздільного оброблення повітря (наприклад, роторно-сорбентними установками осушування і теплоутилізації) за рахунок

зміни величини термовологісного співвідношення ϵ , що характеризує прямий процес асиміляції надлишків теплоти і вологи у приміщеннях. Ідеться про житлові та офісні приміщення нових будівель, у яких з огляду на поліпшену ізоляцію будівельних конструкцій, застосування високоефективних вікон з малим проникненням сонячної радіації через склопакети, зменшення інфільтрації повітря тощо величина ϵ зменшилася з 12 500 до 5 000 кДж/кг, тому традиційні схеми з поверхневими апаратами (повітроохолоджувачами) за таких умов працюють неефективно.

О. Липа розповів також про комбіновані установки, коли холодильна машина використовується спочатку для осушування повітря, а потім теплота конденсації — для регенерації ротора-осушувача, який безперервно обертається. До-

повідач також пояснив, як можна для охолодження використовувати не холодильну машину, а три ротори (повної теплоти, явної теплоти і осушувального) на основі нових технологій і нової техніки.

Наприкінці доповіді Олександр Липа закликав усіх уважно стежити за тим величезним проривом, що відбувається зараз у світі на рівні нанотехнологій у всіх галузях. Адже лише за півроку показник теплоти регенерації адсорбентів, знизився з 60, 50 до 40°.

Оксана Левчун

