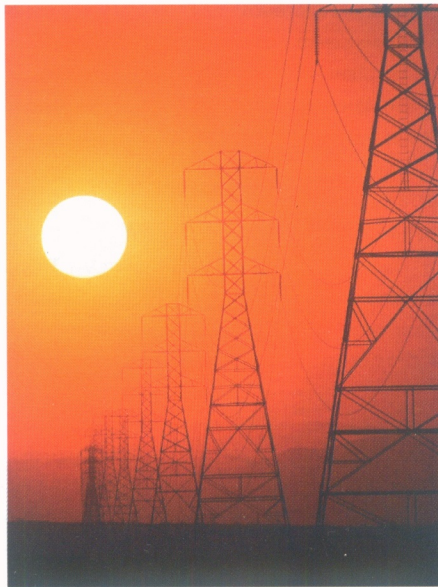


Енергозбереження при виробництві та споживанні холоду

Пропонуємо вам другу частину статті (початок див. «Холод 2' 2004»). Надалі редакція планує опублікувати серію матеріалів за цією темою



5÷0 °C і на 3,5% – у діапазоні температур кипіння 0÷ -20 °C. Для АХУ з гвинтовими компресорами зниження температури кипіння на 1 °C призводить до збільшення питомої витрати електроенергії на 3%, а для двоступеневого агрегату з гвинтовим компресором на першому та поршневим на другому ступені – приблизно на 2%.

Аналіз роботи аміачних холодильних установок різних підприємств дозволив фахівцям ВНДХІ також оцінити кількісний вплив окремих експлуатаційних факторів на обсяг нерационально використаної електроенергії та виділити найбільш важливі з них. Звичайно, ці дослідження проводилися для традиційних схемних рішень АХУ і традиційного, властивого нашій країні рівня їх експлуатації. На рис. 1 наведені розрахункові частки перевитрат електроенергії через окремі експлуатаційні недоліки, від можливого наднормативного споживання за умови, що всі шкідливі експлуатаційні фактори діють одночасно, звісно, в межах розумного. Неважко помітити, що найбільш істотно на перевитрату електроенергії впливають такі фактори: повітря, що знаходиться в холодильній системі, наростання великого шару снігової шуби (інею) на теплообмінних поверхнях охолоджувальних пристроїв,

ВСРСП лідером у дослідженні впливу експлуатаційних факторів на енергоємність штучного холоду був ВНДХІ (м. Москва). Багато фахівців добре знайомі з публікаціями співробітників лабораторії систем охолодження ВНДХІ в журналі «Холодильна техніка» та відомчими рекомендаціями, де зустрічаються наступні дані, які характеризують вплив температур кипіння та конденсації на енергоспоживання промислових АХУ:

- зниження перепаду температур у конденсаторі на 1 °C забезпечує 3÷4% економії електроенергії;
- переохолодження холодильного агенту на 3÷4 °C дозволяє одержати економію до 10÷15% енергоресурсів;
- у діапазоні температур від 20 до 40 °C підвищення температури конденсації на 1 °C призводить до збільшення питомої витрати електроенергії в межах від 2 до 4% для поршневих і від 2 до 2,5% – для гвинтових одноступеневих компресорів із внутрішнім ступенем стиснення, що дорівнює 4, і при режимі роботи, близькому до стандартного;

- для двоступеневих агрегатів (гвинтовий компресор на першому та поршневий на другому ступені) підвищення температури конденсації на 1 °C призводить до збільшення питомої витрати електроенергії від 1,5% (при $t_0 = -40$ °C) до 1,8% (при $t_0 = -30$ °C);

- зниження температури кипіння аміаку на 1 °C визначає збільшення витрати електроенергії для АХУ з поршневими компресорами на 5% у діапазоні температур кипіння

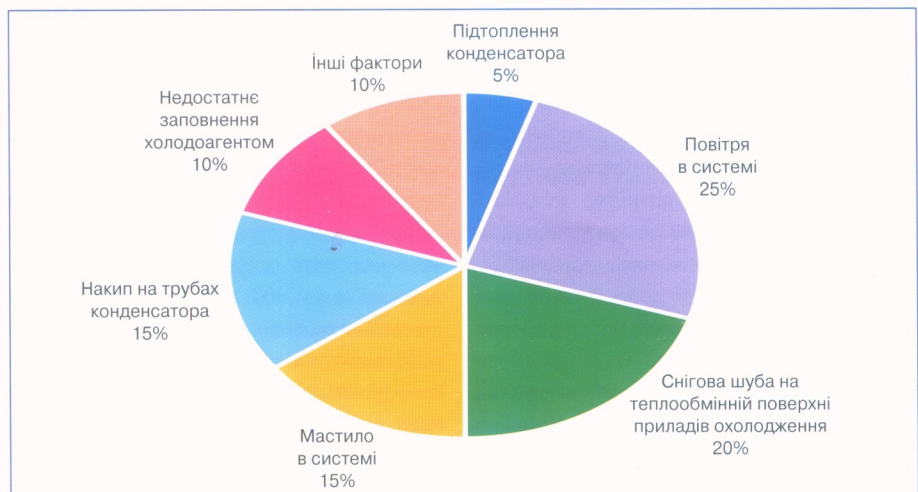


Рис. 1. Вплив експлуатаційних факторів на перевитрату електроенергії при виробництві холоду АХУ

надмірне накопичення мастила у теплообмінних апаратах і охолоджувальних пристроях, недостатнє заповнення системи холодильним агентом, забруднення та накип на теплообмінній поверхні конденсаторів. Усі інші недоліки експлуатації АХУ визначають можливі перевитрати електроенергії не більше, ніж на 10%.

На рис. 1 не показаний ще один дуже важливий фактор, що має істотний вплив на нерациональне споживання електроенергії при виробництві холоду. Мова йде про поєднання холодильних систем з різними температурами кипіння з метою спрощення експлуатації, у випадках невідповідностей установленої потужності обладнання тепловим навантаженням і технічних несправностей або з інших причин.

Тобто для одержання необхідної температури повітря в камерах чи проміжного холодоносія використовують більш низьку температуру кипіння аміаку, ніж для цього потрібно. Таке рішення, безперечно, призводить до перевитрат електроенергії, не кажу-

Температура кипіння, °С				
Використовувана	Необхідна			
	-40	-30	-20	-10
-40	0	30	40	60
-30	-	0	15	45
-20	-	-	0	35
-10	-	-	-	0

Таблиця. Можливі перевитрати електроенергії при поєднанні охолоджувальних систем АХУ з різними температурами кипіння, %

чи вже про порушення проектних технологічних режимів.

У таблиці наведені розрахункові значення можливих перевитрат електроенергії при поєднанні систем охолодження з різними температурами кипіння. При цьому автори цього дослідження припускали, що в системах з температурами кипіння -40 і -30 °С працює двоступенева аміачна холодильна установка, а в системах з температурами кипіння -20 і -10 °С – одноступенева. Аналіз наведених даних свідчить, що поєднання систем охолодження з різними температурами кипіння холодильного агенту неприпустиме, якщо різниця між ними перевищує 5 °С.

Наведені вище кількісні показники впливу експлуатаційних факторів на енергоємність штучного холоду не претендують на високу точність визначення. Їхня головна мета – демонстрація важливості зазначених проблем. Якщо припустити, що всі перераховані порушення експлуатації діють одночасно на промисловій АХУ (а це підтверджується результатами численних обстежень підприємств), то сумарна перевитрата електроенергії може навіть перевищити розрахунковий проектний обсяг енергоспоживання. Результати техніко-технологічних експертиз промислових холодильних систем підтверджують, що за фактичними показниками нерациональне споживання електроенергії звичайно досягає 100%, зафіксовані навіть випадки перевитрат більше ніж у 3,5 рази. Це дійсно так, і є результатом того, що для забезпечення проектних технологічних режимів процесів холодильної обробки та зберігання при неефективній експлуатації АХУ і нерегламентованих втратах холоду необхідно включати



Рис. 2. Можливі перевитрати електроенергії (5,0÷8,0 млн кВт·год/рік) для типового м'ясокомбінату продуктивністю 100 т/зміну від таких факторів: 1 – снігова шуба; 2 – мастило в системі; 3 – повітря в системі; 4 – недостатнє заповнення системи холодоагентом; 5 – підтоплення чи недостатнє зрошення конденсаторів; 6 – накип на теплообмінній поверхні конденсаторів; 7 – порушення теплоізоляції трубопроводів; 8 – порушення теплоізоляції огорожувальних конструкцій; 9 – інфільтрація теплового повітря через дверні прорізи

в роботу збільшену кількість установленого холодильного і технологічного обладнання або порушувати прийняті оптимальні режими експлуатації. Приміром, на рис. 2 наведені дані про нераціональне споживання електроенергії типовим м'ясопереробним підприємством, оскільки посилатися на конкретні підприємства не коректно. Якщо ж на підприємстві контроль енергоспоживання якимось усе-таки здійснюється, то уникнути таких неприємних показників можна дуже легко, звичайно установка зупиняється, незважаючи на порушення режимів холодильної технології або здійснюється підтасовування даних журналу роботи компресорного цеху.

Як відзначалося вище, непрофесіоналізм і бездіяльність обслуговуючого персоналу тільки збільшують недоліки

них трубопроводів і без усунення негативного впливу експлуатаційних факторів. Подібні організаційні рішення лише призводять до підвищення температури конденсації та зниження температури кипіння холодильного агента, вплив яких на раціональне споживання електроенергії було вже відзначено. При цьому збільшення швидкості пари холодоагенту в нагнітальних трубопроводах обумовлює підвищення тиску нагнітання, внаслідок чого також знижується холодопродуктивність компресора і значно збільшується питома витрата електроенергії. Аналогічний ефект виникає і при збільшенні швидкості пари аміаку в усмоктувальних трубопроводах, втрата тиску в них також приводить до зниження продуктивності компресора, а отже, і питома витрата

конструкцій холодильних систем. Дуже часто й експлуатаційні, й конструктивні недоліки, що призводять до дефіциту продуктивності холодильної установки, компенсуються додатковим пуском в експлуатацію резервного компресорного та допоміжного обладнання. Природно, без відповідного збільшення теплообмінної поверхні приладів охолодження і конденсаторів, без збільшення діаметрів усмоктувальних та нагніталь-

енергоспоживання на виробництво холоду збільшується.

Значне споживання електроенергії в аміачних холодильних установках (рис. 3) припадає не тільки на основне (компресори), але і на допоміжне обладнання (вентилятори, насоси та ін.) Тому при експлуатації АХУ необхідно приділяти рівну увагу всім її елементам. Тим більше, що велика частина допоміжного обладнання працює безперервно, незалежно від кількості вироблюваного холоду, часу роботи компресорів, і тому його неефективна експлуатація призводить до значних перевитрат електроенергії.

Для холодильних установок характерний складний взаємозв'язок відносних енерговитрат на роботу компресорів з кількістю працюючого допоміжного обладнання. Так, при збільшенні числа працюючих водяних насосів зменшується тиск конденсації, а значить, і енергоспоживання компресорів, але водночас збільшується споживання електроенергії допоміжним обладнанням. Оптимізація кількості працюючого обладнання стосовно теплових навантажень на інтуїтивному рівні доступна далеко не кожному фахівцю, а за допомогою технічних засобів вимагає складних розрахунків і може бути реалізована тільки використанням керуючих обчислювальних комплексів і повної автоматизації холодильних установок. Виконання таких робіт сьогодні економічно ефективно тільки для АХУ великої холодопродуктивності, а отже, й енергоспоживання. Але немає ніяких сумнівів у доцільності оснащення холодильних установок необхідними приладами та засобами контролю режимів експлуатації. Багато проблем, пов'язаних із впливом експлуатаційних факторів на енергоемність холоду, можуть бути вирішені до моменту їх критичного накопичення за рахунок експлуатаційного контролю і досить високої відповідальності персоналу.

Таким чином, вплив експлуатаційних факторів на енергоемність штучного холоду очевидний, а от для мінімізації цього впливу необхідні більш глибоке розуміння процесів, що відбуваються, знання способів запобігання втратам і, звичайно, бажання.

Ю. О. Желіба, к. т. н., доцент ОДАХ



Рис. 3. Нераціональне споживання електроенергії елементами АХУ типового м'ясокомбінату продуктивністю 100 тонн за зміну