

ЕЛЕКТРОННІ РОЗШИРЮВАЛЬНІ ВЕНТИЛИ



Сергей
Колинчук

Инженер по продажам отдела
«Холодильная техника
и кондиционирование»
«Данфосс ТОВ»



Останнім часом ми отримали багато запитань від споживачів стосовно використання електронних розширювальних вентилів. Виходячи з цього, наступна частина «Записок монтажників» цілком присвячена цій темі. Оптимальне заповнення випарника (навіть при значних змінах навантаження), гнучкі точки МРТ (максимального робочого тиску) та застосування при можливості максимально високої температури кипіння для підвищення ефективності використання електроенергії – це теми, що завжди привертають увагу інженерів і операторів холодильних систем. У багатьох випадках ці вимоги не можуть бути адекватно виконані при використанні стандартних термостатичних розширювальних вентилів. На противагу цьому електронні розширювальні вентилі дуже добре відповідають цим вимогам.

Низький перегрів, більш високий тиск випаровування і кращий ККД.

Переваги електронного контролера перегріву є очевидними. Випарник завжди оптимально заповнений холодильним агентом. Навіть при значних змінах навантаження, що означає надзвичайно широкий діапазон умов роботи при неповному навантаженні, можна вприснути необхідну точну кількість холодильного агента. Це робиться завдяки постійному вимірюванню фактичного значення перегріву у випарнику за допомогою датчика тиску (позначеного «Р» на рис. 1) і дуже чутливого температурного датчика («S2» на рис. 1) та передачі цієї інформації на контролер (ЕКС 315А) у форматі, близькому до реального масштабу часу.

Отримавши дану інформацію, контролер діє таким чином, щоб отримати оптимально низький рівень перегріву. Таке адаптивне регулювання вприскування холодильного агента призводить до оптимального використання випарника і, таким чином, до максимально можливого високого

тиску кипіння, якого можна досягнути у цій системі. Це призводить не тільки до більш високих значень ККД, а також і до економії електроенергії, тому що значення ККД прирівнюється до холодильної продуктивності, поділеної на споживану потужність.

Постійна оптимізація перегріву

Перегрів завжди регулюється по мінімально стабільному сигналу (лінія MSS) випарника, що надійно запобігає будь-якому відхиленню цього сигналу в зону нестабільності (зліва від лінії MSS на рис. 2). Контролер ЕКС 315А спочатку вибирає довільне значення уставки перегріву, наприклад, таку як 8К. Після цього він намагається досягнути цього значення (8К), як уставки системи.

Оскільки вся інформація – температура перегріву «S2» і тиск кипіння на цей момент «Р» – поступає сюди одночасно, і додатково попередні показники цих двох параметрів зберігаються для оптимізації функції управління, контролер може легко визначити, чи є значення, якого він намагається досягнути на

цей момент, фактично реальним в умовах домінуючого на цей час навантаження. Наприклад, якщо тиск кипіння значно змінюється, і також швидко змінюється значення перегріву, то це ознака того, що контролер має спробувати досягнути більшого значення уставки перегріву. З іншого боку, якщо перегрів і тиск кипіння лишаються в значній мірі постійними, то контролер може продовжувати працювати при послідовно нижчих значеннях уставки перегріву, таких як 7 К, 6 К, 5 К і т.д. Постійна перевірка оптимального рівня перегріву є переконаливою перевагою електронних розширювальних регулюючих вентилів по відношенню до чисто термостатичних вентилів. Термостатичні вентилі мають бути попередньо настроєні на максимальне значення уставки перегріву відповідно до специфічних MSS характеристик системи. Однак, це значення не так вже й легко визначити, і таким чином, вже й без того недосконала початкова ситуація звичайно стає ще гіршою через те, що монтажник додає фактор безпеки до мінімального значення перегріву, що потрібен при запуску. Відносно надійності функціонування системи, це непогана ідея, тому що трохи вищий перегрів безумовно має переваги перед випадковим «прострілом» у вигляді рідкого холодоагента. Однак цей захід має і негативний вплив на енергоефек-

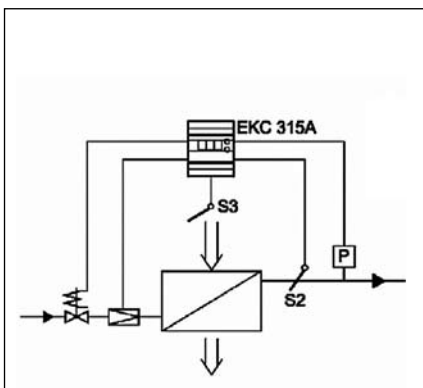


Рис. 1.

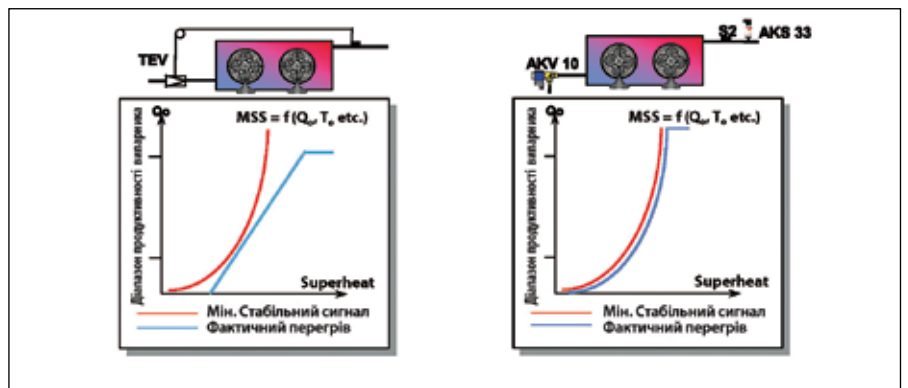


Рис. 2.

тивність системи. При застосуванні електронної системи впорскування ЕКС 315А цей запас надійності не потрібен, тому що рівень перегріву системи регулюється автоматично, як описано вище.

Точка МРТ, що вибирається довільно

Важливим аспектом електронного регулювання впорскування, на який часто не звертають уваги, є те, що точка МРТ вибирається довільно.

Як описано у двох розділах, що стосуються термостатичних розширювальних вентилів, точка МРТ пов'язана з максимальним тиском випаровування (МРТ – означає максимальний робочий тиск) розширювального вентиля. Термостатичні розширювальні вентиля завжди мають дуже специфічні точки МРТ (якщо вони взагалі мають точку МРТ), тому ви маєте вибрати різні діапазони для кожного застосування (наприклад, -20 °С для морозильної камери або +15 °С для «МРТ кондиціонера»).

МРТ довільно обирається при застосуванні електронного розширювального вентиля, і при необхідності вона може бути настроєна або змінена на зовсім інше значення.

Це означає, що у більшості випадків ви можете управляти процесом без застосування регулятора тиску картера, що дає значну економію коштів при експлуатації відносно великих систем.

Функціонування

Контролером керують за допомогою двох кнопок. Ви можете використовувати ці дві кнопки і трирозрядний дисплей для програмування всіх уставок контролера і відображення всієї важливої інформації. Це дозволяє кожному монтажнику або спеціалісту з обслуговування змінювати уставки контура управління або виводити на дисплей відповідну інформацію.

Крім цього, використовуючи меню контролера для представлення всіх параметрів регулювання, таких як тип холодильного агента, ви можете змінювати стабільність і коефіцієнти підсилювання для точного настроювання процесів управління. Наприклад, ви можете настроїти

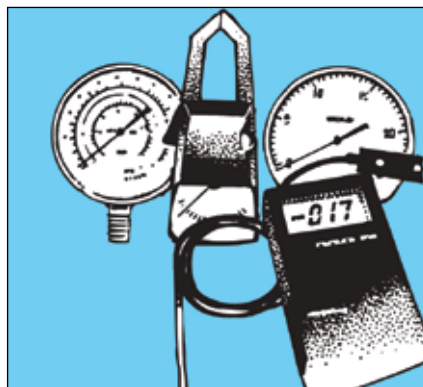
контролер перегріву на запобігання циклічності значення перегріву.

Ви також можете вибрати або варіант адаптивного регулювання перегріву, або регулювання, залежне від навантаження. Адаптивне регулювання перегріву вже було детально описано. В деяких випадках при неповному навантаженні в режимі регулювання залежного від навантаження, система навмисно працює при більш високому значенні перегріву, наприклад, для забезпечення більш довгих мінімальних періодів роботи компресора, або для покращення режиму заморожування випарника. Це дає можливість пропускати деякі з відтавань.

Обслуговування

Сервісне меню електронного контролера перегріву особливо корисне для монтажників при проведенні пуску системи в експлуатацію, а також і для обслуговуючого персоналу при технічному обслуговуванні системи. Всі параметри, які починаються з «U», показують ті значення системи, які є важливими для пошуку і усунення несправностей та оцінки стану системи. В цьому відношенні особливо важливими є три параметри: «Показання перегріву», «Показання температури на датчику S2» (що означає на виході випарника) і «Показання температури кипіння».

Ці три значення забезпечують інформацію про стан системи. По-перше, їх можна швидко зчитувати, що дозволяє уникнути застосування сервісного манометра і сервісного термометра для визначення цих значень. Крім того, ви можете відразу побачити, які значення контролер сприймає як свої уставки. Наприклад, при за-



стосуванні електронної системи до-свідчений монтажник перед пуском системи в експлуатацію у плановому порядку перевірить всі датчики (при використанні звичайних резистивних датчиків, це дуже легко зробити з допомогою омметра. Наприклад, датчик Pt1000 має опір 1000 Ом при температурі 0 °С), щоб уникнути зайвих витрат часу на пошук і усунення несправностей, якщо датчик не показує правильного значення.

Якщо просто продивитись інформацію у сервісному меню, то цю процедуру можна виключити, тому що є можливість безпосередньо з'ясувати чи реальне це значення (і якщо є сумніви, то перевірити його з допомогою термометра або манометра).

Ручна перевірка роботи вихідного реле

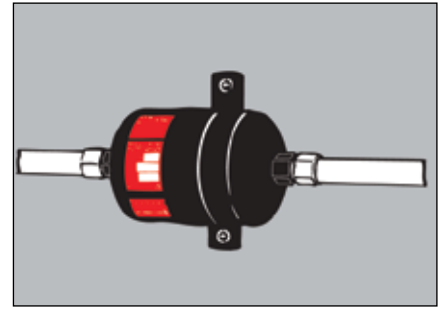
Вихідні сигнали контролера, без сумніву, не менш важливі ніж вхідні. Зокрема, для спрощення цього аспекту під час вводу установки в експлуатацію меню контролера дозволяє вручну відкоригувати вихідні сигнали для вентиля АКВ, соленоїдного клапана і аварійної сигналізації.

У випадку проблем з управлінням виникає типове питання, а може контролер не включає вихідний сигнал тому, що він не вважає це потрібним (з деяких причин) або вихідний сигнал не включається через якусь несправність. Навіть у досвідчених монтажників це питання може відібрати години, а то і дні на відшукування і усунення несправностей.

Через це під час введення системи в експлуатацію бажано ретельно перевірити кожне з відповідних вихідних реле на правильність функціонування. Це також найкоротший шлях знаходження монтажних помилок і неправильних з'єднань.

Електронні клапани безперервної дії

У вас є можливість вибрати тип вентилів ETS, ICM або АКВ. Ці приводи відрізняються таким чином: ETS і ICM є клапанами безперервної дії, і тому вони часто застосовуються в холодильних камерах з холодоагентом R407C, де враховується кожен градус перегріву, і необхідно уникати навіть щонайменших відхилень тиску ви-



паровування. Контролер може бути використаний як P, PI або PID контролер. При застосуванні управління P контролер забезпечує звичайне управління, пропорційне похибці управління (наприклад, якщо перегрів стає занадто великим, то відкриття вентилію завжди збільшується з такою ж швидкістю).

При застосуванні PI управління

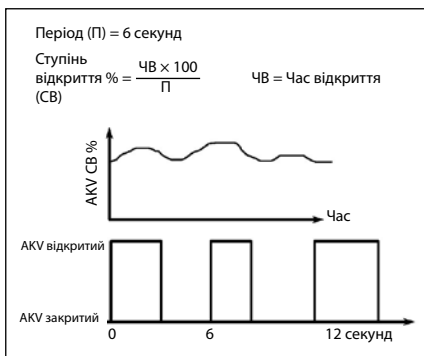


Рис. 3.

«час повернення у вихідне положення» (компонент I) може бути настроєний незалежно. Це означає, що час реагування контролера може бути настроєний або, іншими словами, можна зробити так, що контролер буде спрацьовувати набагато швидше або повільніше, в залежності від того, який режим нам потрібен.

Компонент «D» при застосуванні PID контролера ще більше покращує реакцію управління на несподівані зміни у значенні уставки. Цей режим управління особливо рекомендований, якщо система вприскування працює при зовнішньому зміщенні уставки перегріву, наприклад, від контролера вищого рівня.

При використанні вентилію ETS або ICM на рідинному трубопроводі слід встановити соленоїдний клапан, який управляється цим же ЕКС.

В тих випадках, коли це потрібно здійснювати без соленоїдного клапана, до приводу (ICM) і/або конт-

ролера необхідно підключити (UPS) джерело безперервного живлення. Це абсолютно необхідно, тому що при несподіваному вимкненні електроенергії ICM або ETS будуть знаходитись у тому положенні, у якому вони були в цей час, і таким чином, продовжуватимуть вприскувати холодоагент у випарник, що може призвести до серйозного пошкодження або навіть виходу з ладу компресора. При застосуванні UPS вентилію завжди може закритись, навіть і при таких умовах.

Широтно-імпульсна модуляція

В системах, де застосовується широтно-імпульсна модуляція з вентилем AKV, встановлювати додатковий соленоїдний вентилію на лінії рідини немає потреби, тому що він може самостійно блокувати потік холодоагента і у випадку припинення подачі електроенергії він автоматично повертається в закрите положення. Комбінація ЕКС/AKV працює в режимі широтно-імпульсної модуляції. Це означає, що в залежності від необхідного відкриття вентилію клапан AKV повністю відкритий протягом певної частки кожного періоду і повністю закритий протягом решти часу цього періоду. Наприклад, при 50 % відкритті і стандартному періоді імпульсів 6 секунд (це значення може бути відрегульовано) клапан відкритий протягом 3 секунд і закритий протягом 3 секунд.

При 20 % відкритті відповідні значення дорівнюють 1,2 секунди відкритий і 4,8 секунди закритий.

Визначення розмірів рідинного трубопроводу

Особливо, коли застосовується клапан з широтно-імпульсною модуляцією, необхідно приділяти додаткову увагу визначенню розмірів

рідинного трубопроводу. У технічній літературі, яка присвячена цьому питанню, як нормативна для визначення діаметра рідинного трубопроводу вказується швидкість 0,5 м/с. Однак, якщо розглянути фактично існуючі холодильні системи, то можна побачити, що це значення ближче до 1 м/с.

Виходячи з того, що це зазвичай не створює проблем для нормальних (безперервних) термостатичних розширювальних вентилію, це значення широко застосовується як практичне правило. Однак, стосовно клапанів, що працюють у режимі широтно-імпульсної модуляції ситуація дещо інша. У цьому випадку ви маєте користуватися скоріше показником 0,5 м/с як розрахунковим значенням для максимальної продуктивності клапану, ніж продуктивністю випарника. Згідно з цим правилом більшість інженерів-проектувальників найбільш вірогідно для випарника 7 кВт з холодоагентом R404A при температурі кипіння -10 °C (без додаткового переохолодження) підберуть для рідинного трубопроводу мідну трубу 12 мм.

У даному випадку швидкість потоку буде 0,92 м/с, що безумовно лежить у межах нормального діапазону. При точному дотриманні правила щодо швидкості 0,5 м/с для досягнення приблизно цього значення у 0,5 м/с необхідно брати трубопровід 15 мм або 16 мм.

Нарешті, якщо у розрахунках ви застосовуєте замість продуктивності випарника продуктивність вентилію, то може навіть буде потрібно встановити 18-мм трубопровід (наприклад: продуктивність вентилію 10 кВт; вентилію AKV ніколи не підбираються за продуктивністю при 100 % відкритті, таким чином підбір має базуватися на відкритті клапанів у діапазоні від 30 % до 70 %).

Якщо ви дотримуетесь цього принципу, то в системі завжди буде відсутнє прискорення рідини, яка в іншому випадку часто є джерелом шуму у трубопроводі і може викликати вібрації трубопроводу. В такій системі електронне впорскування таке ж, як і у звичайній термостатичній системі щодо строку служби і надійності.

Вологість

Спеціалісти в холодильній сфері знають, що проблема вологи у повітрі відіграє особливо значну роль у холодильній техніці, особливо в тій, що застосовується для розпакованих товарів, м'яса, овочів і фруктів.

Однак, дана тема не розглядається тут як агресивний фактор, тому що волога присутня в системах кондиціонування повітря, в яких при занадто низькому рівні вологи широко застосовуються відповідні гідростати і зволожувачі, в залежності від ситуації. Звичайно це досягається завдяки застосуванню непрямих заходів, таких як регулювання швидкостей



вентилятора випарника або швидкості випарника.

(Наприклад, менша швидкість вентилятора понижує температуру випаровування, що призводить до висушування, і навпаки).

Цим аспектом можна управляти безпосередньо за допомогою електронної системи впорскування: просто використайте зовнішній сигнал 4 – 20 мА для зміщення значення уставки перегріву і це дасть можливість отримати незначне або зовсім відсутнє осушування при найменш можливому перегріві або значне осушування з високим перегрівом.

Безумовно, правило, що для осушування температура завжди має бути нижче точки роси, залишається в силі. Така система завжди доволі легко може бути точно настроєна, базуючись на кількості конденсату, який збирається у випарнику. Крім зберігання овочів та фруктів, системи такого типу можуть також бути використані для HVAC систем кондиціонування повітря і охолоджувачів повітря.

Дистанційне обслуговування

Системи управління такого типу завжди дозволяють здійснювати дистанційне обслуговування.

В контролер може бути встановлений модуль LON і відповідні дані будуть передаватися у системний модуль, до якого можна під'єднатися через модем або Інтернет. Це можна зробити за допомогою спеціального програмного забезпечення (Danfoss АКМ). При необхідності це дозволяє інтегрувати електронну систему впорскування до мережі комплексної системи управління Данфосс.