Контроль температури газу перед ТВТ газоперекачувального агрегату ГТК-10

А. В. Слободян
E-mail: arny4work@ukr.net

Удосконалена система контролю температури газу перед турбіною високого тиску газоперекачувального агрегату типу ГТК-10 надає оперативному персоналу додаткову інформацію про динаміку роботи ГПА та допомагає уникнути аварійних зупинок.



Виконання Україною зобов'язань із транспортування природного газу безпосередньо залежить від забезпечення надійної роботи газотранспортної системи, тому важливим завданням є досягнення високої надійності роботи газоперекачувальних агрегатів (ГПА). ГПА здійснює перекачування газу шляхом його компримування. ГПА — складний об'єкт підвищеної небезпеки з великою кількістю технологічних параметрів, тому керування ГПА здійснюється системою автоматизованого керування (САК).

Важливою складовою САК ГПА є система протиаварійного захисту, від надійності роботи якої в аварійній ситуації залежить захист дорогого обладнання. Також система має запобігати аварійним зупинкам ГПА через несправність вимірювальних каналів або інші хибні інтерпретації технологічних параметрів.

Розроблення методів прогнозування передаварійних і аварійних режимів роботи ГПА є актуальним завданням, оскільки вони дозволяють заощаджувати значні кошти на ремонті обладнання та підвищують стабільність роботи газотранспортної системи загалом. Автоматичний аналіз динаміки технологічних параметрів у часі дозволяє визначати тенденцію окремого вузла ГПА до виходу з ладу й запобігати

цьому шляхом проведення профілактичних робіт. Сфера застосування методів прогнозування наближення позаштатних ситуацій досить широка, особливо для САК, які керують технологічними об'єктами підвищеної небезпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що ця проблема не повністю розв'язана через те, що під час створення нових САК основна увага приділяється їхній апаратній частині. Тобто акцент робиться на тому, як найточніше й з найбільшою частотою вимірювати сигнал, зберегти його в архіві, передати на інший рівень автоматизації. При цьому не менш важливе питання застосування сучасних алгоритмів аналізу сигналу вивчене недостатньо. Зазвичай у САК реалізуються класичні контури регулювання та протиаварійного захисту, тоді як можливості контролерів дозволяють, крім того, аналізувати взаємозв'язки між параметрами технологічного процесу, їхній вплив один на одного та на процес загалом. Таким чином, є можливість створення САК з якісно новим рівнем функціональності.

Аналіз температури газу перед турбіною високого тиску

Конкретним прикладом описаної вище проблеми є аналіз температури газу перед турбіною високого тиску ГПА типу ГТК (ГТНР)-10. Слабким місцем системи автоматичного керування ГПА типу СЦКУ є підсистеми контролю температурних параметрів. До їхнього складу входять прилади КСМ2 для контролю температури підшипників турбіни та нагнітача і КСП2 для контролю температури газу перед турбіною високого тиску (ТВТ).

Підсистема контролю температури газу перед турбіною високого тиску надзвичайно важлива, оскільки в разі її відмови та виходу параметра за дозволені межі виникає ризик «спалити» лопатки ТВТ. Це призводить до потреби тривалого ремонту ГПА, значних матеріальних витрат і зменшує кількість резервних ГПА на компресорній станції.

Наявна система контролю має недоліки, характерні для аналогічних систем, побудованих на самописних потенціометрах і мостах з механічною комутацією сигналу, а саме: низька надійність обладнання (часті відмови); у разі відмови вимірювального каналу можливе хибне спрацювання аварійних захистів; архів даних (картограма) не дозволяє точно встановити час події; немає можливості включення приладу до системи централізованого збору та обробки інформації; потрібне періодичне обслуговування та витратні матеріали.

На ГПА, що вводяться в експлуатацію в останні роки, ця проблема не настільки гостра, оскільки вони обладнані сучасними САК на базі програмованих логічних контролерів (ПЛК). Проте навіть на них лише повторюються алгоритми, запроєктовані технологами під час виготовлення обладнання. Ці алгоритми передбачають захист обладнання у разі виходу його технологічних параметрів за допустимі межі, при цьому відбувається аварійна зупинка ГПА (або переведення його в «режим обмеження»). На сьогодні є всі технічні можливості розширювати алгоритми керування з метою зменшення випадків виходу ГПА на аварійні режими роботи та близькі до них.

Мета запропонованої системи — створення удосконаленої системи контролю температури газу перед ТВТ шляхом додавання нових можливостей, заміни елементної бази на ПЛК і створення для нього програми відповідно до розробленої структурної схеми керування. Контролер має відпрацьовувати абсолютні попереджувальну та аварійну уставки, а також аналізувати динаміку параметрів. Пропонується реалізувати систему контролю температури газу перед ТВТ за схемою, наведеною на рис. 1.

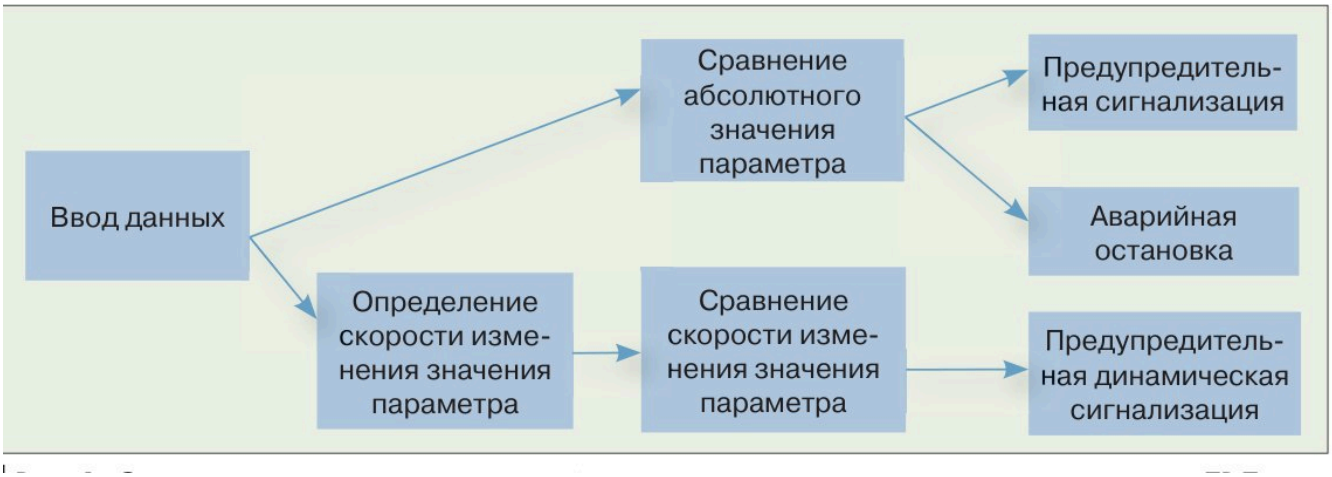


Рис. 1. Структура удосконаленої системи контролю температури газу перед ТВТ

Апаратна реалізація

Для реалізації системи контролю температури газу перед ТВТ використовується ПЛК МІК-51 (рис. 3) виробництва ТОВ «Мікрол» (Івано-Франківськ). МІК-51 — це компактний багатофункціональний промисловий мікропроцесорний контролер, призначений для автоматичного регулювання та логічного керування технологічними процесами.

Програмування контролера виконується за допомогою спеціального програмного забезпечення — візуального редактора FBD-програм АЛЬФА — або клавішами передньої панелі. Як мову програмування в системі реалізовано мову функціональних блокових діаграм (Function Block Diagram). Систему програмування реалізовано відповідно до вимог стандарту Міжнародної електротехнічної комісії IEC 1131-3; вона призначена для розроблення прикладного програмного забезпечення збору даних і керування технологічними процесами, що виконуються на програмованих контролерах.

МІК-51 обробляє дані та передає їх за протоколом Modbus RTU на блок перетворення інтерфейсів БПІ-52. Далі за інтерфейсом USB 2.0 інформація надходить на робочу станцію з OPC-сервером. Це, своєю чергою, дозволяє аналізувати дані різними методами та порівнювати отримані результати без додаткових витрат часу на синхронізацію, обробку та передавання даних.

Програмна реалізація

Розглянемо програму у вигляді функціональних блоків (рис. 2), розроблену для виконання поставленого завдання. З бібліотеки контролера використано такі функціональні блоки: AIN — аналогове введення, CMP — компаратор, DOT — дискретне виведення, DERIV — диференціювання із затримкою, ABS — модуль числа, USER — панель користувача.

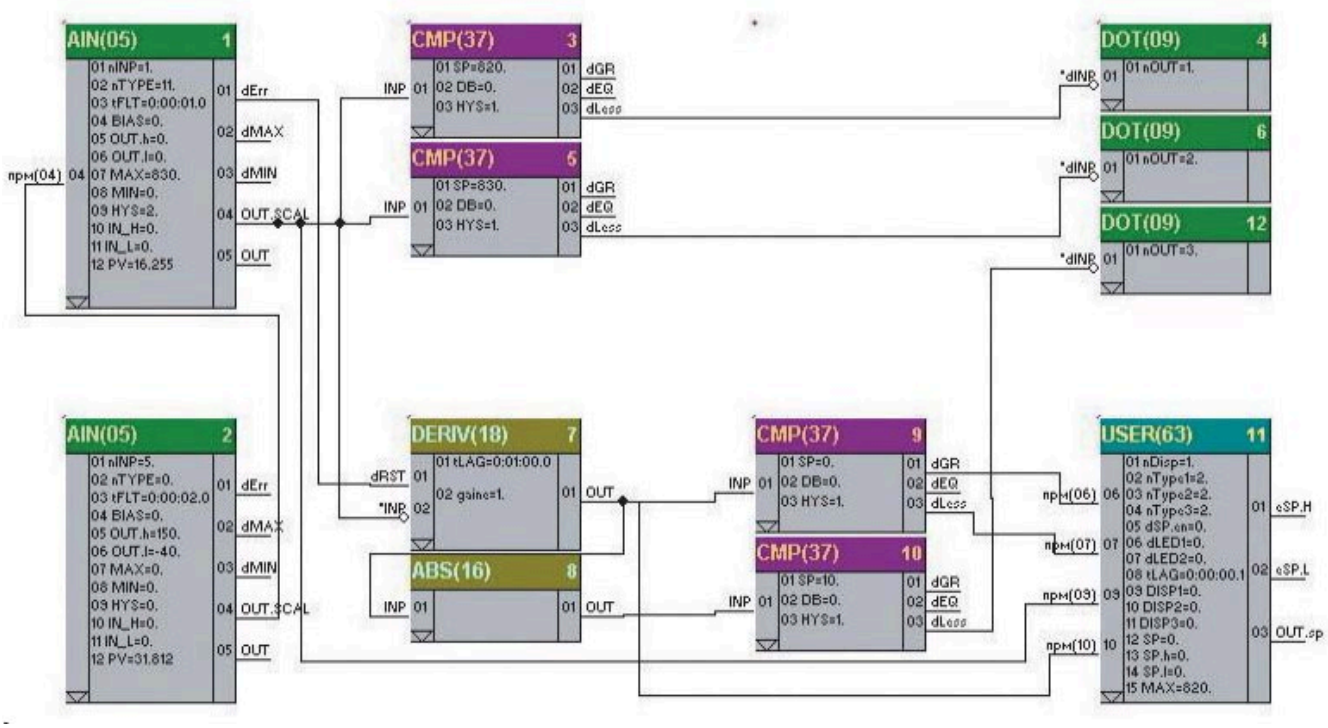


Рис. 2. Програма керування контролером МІК-51 у вигляді функціональних блоків

Блоки AIN (1, 2) обробляють дані апаратних аналогових входів контролера та подають їх у програму користувача. Блок AIN (1) видає числове значення, що відповідає температурі газу перед турбіною високого тиску, блок AIN (2) видає числове значення, що відповідає температурі навколишнього середовища (використовується для компенсації ЕРС холодного спаю термопари). Блок AIN має експоненційний фільтр для відсікання високочастотних шумів, що забезпечує захист від імпульсних завад і хибного спрацювання аварійної зупинки; параметр tFLT — стала часу експоненційного фільтра. Також блок AIN виконує функцію перевірки достовірності сигналу: у разі виходу сигналу за межі шкали значення на виході блока залишається останнім достовірним. При цьому вихід dErr блока AIN (1) та індикація на передній панелі МІК-51 повідомлять про помилку.



Рис. 3. Промисловий мікропроцесорний контролер МІК-51

Вихід OUT.SCAL блока AIN (1) надходить на входи блоків CMP (3, 5) і DERIV (7). Компаратори CMP (3, 5) відпрацьовують статичні абсолютні попереджувальну та аварійну уставки — 820 і 830 °С відповідно. Сигнали попередження та аварії подаються блоками дискретного виведення DOT (4, 6) у СЦКУ ГПА, де спрацьовують відповідні реле ПТГ (попередження за температурою газу) та АТГ (аварія за температурою газу). Блок DERIV (7) визначає швидкість зміни параметра.

Швидкість зміни температури перед ТВТ аналізується компараторами CMP (9, 10). Компаратор CMP (10) видає команду на дискретний вихід DOT (12), який сигналізує, що температура перед ТВТ змінюється зі швидкістю, більшою за задану. Компаратор CMP (9) показує напрямок зміни параметра. Такий вид попереджувальної сигналізації є новим і дозволяє оперативному персоналу своєчасно реагувати на зміну режиму газопроводу. Під час зміни режиму газопроводу змінюється навантаження на нагнітач, що може призвести до швидкої зміни температури газу перед ТВТ. Штатна система СЦКУ видає сигнал попередження після досягнення температурою газу (ТГ) перед ТВТ 820 °С, і оперативному персоналу не вистачає часу знизити оберти газотурбінного двигуна до моменту досягнення аварійної уставки. Використання запропонованої системи завдяки додатковій сигналізації дозволить уникнути аварійної зупинки ГПА в описаній ситуації. Блок USER (11) відображає на передній панелі контролера поточну температуру газу перед ТВТ і швидкість її зміни за останню хвилину, а також світлодіодами показує стан каналів захисту та напрямок зміни параметра.

Наразі система перебуває в дослідній експлуатації на ГПА ст. № 3 КЦ-2 КС «Долина» в Долинському ЛВУМГ УМГ «Прикарпаттрансгаз». За час роботи вона зарекомендувала себе як надійна та функціональна. На рис. 4 наведено фото трендів екрана SCADA-системи. Під час планової зупинки ГПА о 15 год 29 хв стався легкий помпаж нагнітача, при цьому температура газу перед ТВТ різко зросла зі швидкістю 40 °С/хв. Система видала попередження «Перевищення швидкості зростання ТГ перед ТВТ», інженер зміни знизив оберти й тим самим припинив подальше зростання ТГ.

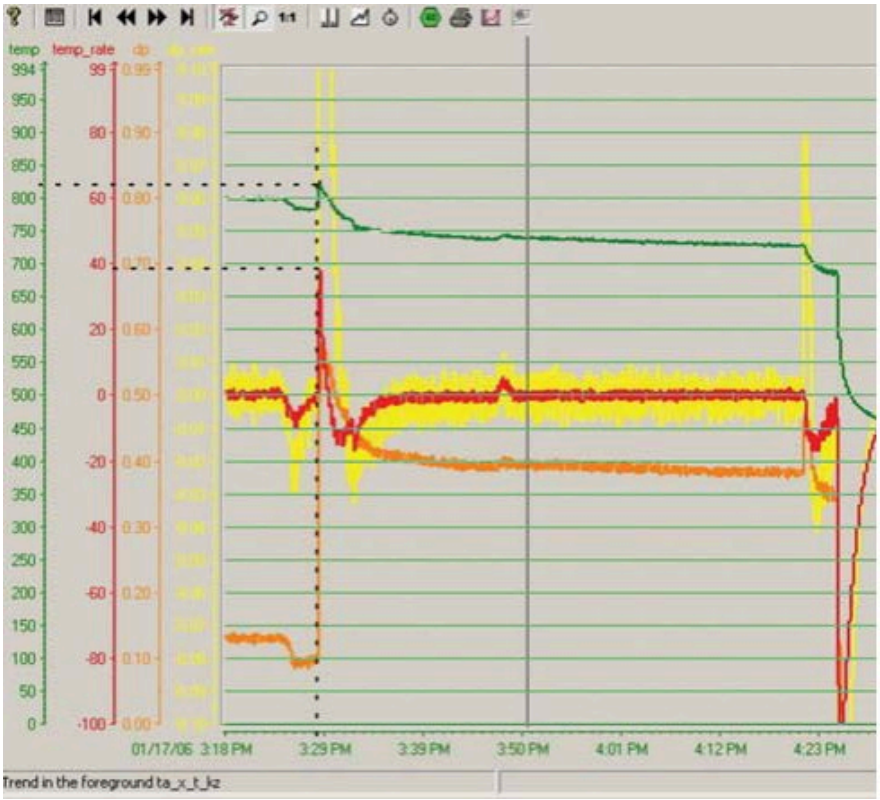


Рис. 4. Тренди SCADA-системи під час зупинки ГПА

У перспективі результати дослідження можуть використовуватися в технологічних процесах з подібним характером технологічних параметрів.

У результаті проведеної роботи отримано систему контролю температури газу перед турбіною високого тиску ГПА ГТК (ГТНР)-10 з новою апаратно реалізованою функцією контролю динаміки температури. Розроблена система краща за наявну за такими параметрами: основна зведена похибка становить 0,2 замість 0,5; швидкодія зросла — час реакції скоротився з 1 до 0,1 с. Інформативність системи зросла завдяки додаванню аналітичного параметра «швидкість зміни температури» та підключенню її до САК технологічними процесами компресорної станції.

Контакти

Більш детальну інформацію щодо продукції, про яку йшла мова у статті, ви можете дізнатися у **ТОВ «Мікрол»**:
+38 (0342) 502-701
+38 (067) 359-70-90
+38 (095) 092-07-28
sale@microl.ua, microl_zbut@microl.ua, zbutmicrol@gmail.com
www.microl.ua

Відділ технічної підтримки:
+38 (0342) 502-702
+38 (067) 704-00-29
+38 (095) 302-37-57
support@microl.ua, supmicrol@gmail.com

Статтю опубліковано в журналі «Мир автоматизации», квітень 2008.