

А. В. Толбатов; В. Д. Черв'яков, канд. техн. наук, доц.

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ ГАЗОТУРБІННОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Розглянуто більшість інформаційних функцій системи керування газотурбінної електростанції (ГТЕС). Вони відносяться до категорії інформаційного забезпечення процедур моніторингу. Це приймання і переробка вимірювальної інформації, спостереження за поточним станом і режимами роботи технологічних підсистем та ГТЕС в цілому, формування поточної та інтегрованої інформації про функціонування міні-ГТЕС, формування рекомендованих керувальних дій.

Вступ

Розвиток сучасних інформаційних технологій сприяв подальшому удосконаленню і створенню нових технічних систем у різних галузях науки і техніки, в тому числі у машинобудуванні та енергетиці. Суттєву роль у цьому науково-технічному напрямку досліджень відіграють інформаційні технології взагалі та інформаційне забезпечення процесів керування складними технічними системами, до яких, зокрема, відноситься електроенергетична система електроенергетичні установок. Природно, що ці актуальні питання досліджуються у багатьох наукових працях, наприклад, [1–9].

Розглянемо основні задачі інформаційного забезпечення керування газотурбінною електростанцією (ГТЕС) в різних режимах функціонування. Розв'язання таких задач забезпечується на основі формування відповідних інформаційних сигналів, вимірювання їх параметрів та характеристик. При цьому вся множина інформаційних сигналів поділена на два класи [8].

До першого класу відносяться сигнали (верхній операторський рівень), які забезпечують виконання таких задач: оброблення технологічної інформації; оперативного подання інформації; формування бази даних вимірюваних значень і стану технологічних параметрів виконавчих механізмів, архіву; передачі інформації на центральний диспетчерський пункт електричних мереж.

До другого класу відносяться сигнали (так званій нижній рівень), які забезпечують виконання таких задач: оперативного контролю і керування основними і допоміжними системами; автоматичного регулювання основних технологічних параметрів міні-ГТЕС; автоматичний пуск установки по сигналах оператора; аварійну зупинку установки як за сигналами захистів, так і за командою оператора; автоматичну підтримку заданих режимів роботи генератора; дистанційне ручне керування допоміжними механізмами у разі працюючої установки і в режимі «Резерв».

Метою статті є аналіз і розроблення нового інформаційного забезпечення процесів керування режимами роботи міні-ГТЕС.

Газотурбінна електростанція як об'єкт керування

Технічні та програмні засоби забезпечують безупинний режим функціонування системи автоматичного керування з періодичними оглядами і регламентними роботами в період зупинок технологічного устаткування. Основною функціональною складовою системи автоматичного керування є система регулювання двигуна. Вона містить: дозатор газу ДУС-6,5М з блоком керування шаговим двигуном (БУШД); агрегат командний Е16-1570; агрегат керування Э16-1560; обмежник обертів ротора ВД ОГВ-18; обмежник обертів вільної турбіни ОГТ-18. Основним виконавчим органом системи автоматичного регулювання є дозатор газу ДУС-6,5М. Він установлює подачу паливного газу у форсунки камери згоряння по сигналу від блоку БУШД, який, у свою чергу, отримує команду на зміну режиму роботи двигуна від системи протипожежного регулювання.

Обмеження максимальної температури газів перед турбіною двигуна виконує відповідний

обмежник і регулятор температури РТ-12-9А. Їхня дія на дозатор ДУС-6,5М здійснюється подачею електричного сигналу в блок БУШД, що видає команду дозатору на зміну режиму роботи двигуна. При цьому, якщо електричний сигнал на БУШД надходить від регулятора, то він приводить тільки до зниження режиму роботи двигуна.

Обмежники обертів ОГВ-18 і ОГТ-18 дублюють обмеження по обертах валу двигуна і турбіни. Їхнє спрацювання зумовлює закриття стопорного клапана й зупинку двигуна. Агрегат керування і командний агрегат разом з АЦП забезпечують перехід РНА і КПВ із пускового положення в робоче положення і навпаки.

Для забезпечення точності регулювання на сталих режимах і швидкодії регулятора подачі газу апаратні засоби повинні задовольняти таким вимогам:

1. Період обчислень — не більше 20 мс;
2. Розрядність перетворювачів частоти обертання в код — не менше 14;
3. Розрядність перетворювача температури газів у код — не менше 11;
4. Розрядність цифро-аналогового перетворювача сигналу керування — не менше 12;
5. Розрядність перетворювачів температур і тисків у код — не менше 10;
6. Час перетворення частоти в код — не більше 20 мс;
7. Смуга зрізу частотної характеристики каналу виміру температури газів у код — не менше 3Гц;
8. Кількість кроків крокового приводу дозатора — не менше 1400;
9. Зона нечутливості в контурі керування дозатором — не більше 3 % повного ходу дозатора;
10. Час перекладки дозатора з положення повного розкриття в положення «закрите» — не більше 0,3 с.

Погіршення технічних характеристик апаратних засобів може погіршити технічні характеристики регулятора і за великих відхилень від зазначених величин призвести до втрати його працездатності. Для забезпечення працездатності регулятора може знадобитися корекція його параметрів. Вхідна інформація повинна контролюватися допусковим і градієнтним контролем. Інформація зі збоями може призвести до різких змін режиму установки, тому що регулятори містять корегувальні ланки, які підсилюють шуми і похибки вимірювань.

Система керування міні-ГТЕС

Керування подачею газу здійснюється в автоматичному режимі. Головною задачею при подачі газу є запуск і робота двигуна. Проблеми керування запуском двигуна пов'язані з тим, що компресори двигуна знаходяться в нерозрахованих режимах і часто мають низькі запаси газодинамічної стійкості. Найчастіше для запуску двигуна використовується тимчасова програма дозування палива. Час відраховується від моменту початку дозування палива [6]. Зміною форми програми можна домогтися бажаного характеру динаміки процесу запуску. Поводження двигуна під час запуску сильно залежить від його теплового стану, тобто залежить як від температури на вході в двигун, так і від температури самого двигуна. Як правило, запуск при позитивній температурі на вході в двигун або запуск прогрітого двигуна вимагають менших витрат палива. Тому вибір тимчасової програми дозування, що забезпечує задовільний характер процесу запуску для всіх умов, вимагає значного обсягу обробки даних експериментальних досліджень.

Таким чином, дворівнева система керування міні-ГТЕС на її нижньому рівні здійснює оперативне керування всіма технологічними підсистемами, виконуючи при цьому операції збору, передачі контролеру і переробки інформації про стан і режими роботи технологічного обладнання, отримання команд керування від верхнього рівня керування, формування і передачі команд керування локальним системам автоматичного керування допоміжних технологічних систем, а також операції безпосереднього керування турбогенераторною системою. На верхньому рівні керування система виконує функції організаційного керування технологічними підсистемами та ГТЕС в цілому, а саме: здійснює збір та переробку технологічної інформації про режими і техніко-економічні показники роботи технологічних агрегатів, облік витрат матеріальних і паливних ресурсів, видачу команд керування підсистемам ГТЕС, розрахунки техніко-економічних показників роботи ГТЕС, оперативне подання інформації в

різних формах відображення, створення баз даних і функціональних моделей процесів, архівацію документів, комп'ютерну підтримку прийняття рішень, передачу інформації на центральний диспетчерський пункт електричних мереж.

Інформаційні процеси в системі керування ГТЕС

Система керування установки ГТЕС-16 є функціонально закінченим комплексом, виконаним на базі програмно-технічних засобів, що забезпечує високу експлуатаційну надійність і можливість гнучкої зміни структури системи. Як інструмент програмування застосовуються пакети LOGIC MASTER і TKACE MODE, що дозволяє вести програмування алгоритмів керування технологічними процесами. Програмне забезпечення систем керування установки ГТЕС-16 складається з програмного забезпечення операторської станції.

Функції операторського інтерфейсу

Операторський інтерфейс (верхній рівень керування) забезпечує виконання таких функцій: запит даних про стан технологічного процесу з контролера нижнього рівня за відповідним протоколом; передача на нижній рівень команд керування за протоколом; обробка подій, аварій та інших даних процесу в реальному часі; подання інформації про поточні значення контрольованих технологічних параметрів на екран в числовій і графічній формі; формування і збереження архіву інформації.

Технологічні екрани, мнемосхеми технологічного процесу, вікна аварійної і попереджувальної сигналізації, архів, тренди забезпечують оператора інформацією на пульті керування міні-ГТЕС.

Технологічні екрани дозволяють оператору сформувати необхідну команду для системи, отримувати динамічно поновлювану інформацію про стан основного і допоміжного технологічного устаткування установки у вигляді елементів мнемосхем і значень параметрів у вигляді таблиць.

На центральному пульті керування установкою міні-ГТЕС-16 встановлена операційна система Windows, яка задовольняє вимогам поставленого програмного забезпечення й устаткування: процесор Intel; мінімальний обсяг оперативної пам'яті — 1 Гб; жорсткий диск об'ємом 200 Гб.

Інформаційні функції нижнього рівня керування

Нижній рівень (рівень контролера) функціонує під керуванням програми «Logic Master», призначеної для роботи в контролерах з операційною системою М8-В8. «Logic Master» використовується для адаптації до структури системи, розробки прикладного програмного забезпечення логічного керування, вимірювань, формування захистів, сигналізації і т.п. відповідно до технологічних вимог для даного типу устаткування. Програма керування і регулювання виконує функції автоматичного керування і регулювання по циклах. У кожному циклі за допомогою цієї програми виконуються такі дії: збирання і оброблення даних із блоків; виконання програм автоматичного регулювання режимів роботи технологічного обладнання; передача команд керування локальним системам, що відносяться до цього циклу; обмін даними мережею; безупинний чи за викликом оператора процес вимірювань значень технологічних параметрів і подання їх на відеоконтрольний пристрій ПК; індикація стану виконавчих механізмів і пристроїв на мнемосхемі; відображення стану об'єкта на мнемосхемі; сигналізація відхилень значень технологічних параметрів для заданих граничних значень; сигналізація про спрацьовування блокувань і захистів оператору; обчислення розрахункових технологічних параметрів; запам'ятовування сигналів, що викликали аварійну зупинку; фільтрація вимірювальної інформації з метою формування достовірних інформаційних масивів технологічних параметрів; формування масивів ретроспективної інформації у вигляді безупинно поновлюваних баз даних, а також файлів даних у разі аварійних зупинок; контроль технічних засобів до рівня змінного блоку з поданням інформації оператору про виникнення неполадок; перевірка виконання режимів передпускової готовності, автоматичний пуск, нормальна і аварійна зупинки ГТЕС-16; дистанційне керування виконавчими механізмами і пристроями ГТЕС-16;

Технічні характеристики інформаційно-виміральної підсистеми системи керування

Характеристики швидкодії по каналах вимірювань параметрів такі:

температури — не більше 1 с; тиску — не більше 1 с; частоти обертання — не більше 1 с; вібрації — не більше 1 с; осьового зрушення ротора електрогенератора — не більше 0,1 с; положення виконавчих механізмів — не більше 1 с; видача керувальних дій по каналах керування і сигналізації — не більше 1 с.

Система керування має такі метрологічні характеристики (без обліку первинних перетворювачів): межі основної приведенної похибки, що допускається, каналів вимірювань температури з ймовірністю 0,95 — не більше $\pm 0,15\%$; межі основної зведеної допустимої похибки каналів вимірювання тиску, перепаду тиску, рівня з ймовірністю 0,95 — не більше $\pm 0,1\%$; межі основної зведеної допустимої похибки каналів вимірювань вібрації, віброзміщення й осьового зрушення з ймовірністю 0,95 — не більше $\pm 0,1\%$.

Вхідні і вихідні ланцюги каналів перетворення гальванічно розв'язані від заземлення технічних засобів системи, напруга гальванічної розв'язки має бути не менше 1500 В.

Електрична міцність ізоляції між роз'єднаними струмовідними ланцюгами до 242 В і корпусом забезпечує відсутність пробіїв і поверхневих перекриттів ізоляції з виконавчими напругами не меншими, ніж у нормальних умовах експлуатації — до 1500 В.

Забезпечення надійності

По функціональному призначенню технічні засоби АСУ відносяться до устаткування нормальної експлуатації. Режим роботи — безупинний, цілодобовий. Види реєстрації відмовлень: виявлення виходу контрольованого параметра за межі заданих значень; циклічний контроль технологічних параметрів, вимір і фіксація подій по попереджувальних і аварійних вставках з інтервалом не більше 1 с.; обчислення за алгоритмом непрямих параметрів; подання на екрані ПК мнемосхем технологічного об'єкта з указівкою значень вимірюваних параметрів і положення виконавчих механізмів; автоматичне виявлення, відображення і звукова сигналізація; запам'ятовування сигналів і їхніх миттєвих значень, що викликали аварійну зупинку, а також значення основних технологічних параметрів установки, блоку положення виконавчих механізмів у разі спрацьовування захисту з можливістю ретроспективного аналізу стану установки до початку аварії. Дискретність передачі і фіксації у відповідному блоці пам'яті встановлюється в залежності від важливості параметра і динаміки його зміни до 1 с; безупинний контроль виконання команд керування; контроль дії ланцюгів дискретних датчиків аварійної сигналізації; контроль дії аналогових датчиків; періодичний контроль працездатності блоків системи аварійних повідомлень з видачею повідомлень на пульт оператора.

Наведений перелік інформаційних функцій систем керування ГТЕС показує, що як на верхньому, так і на нижньому рівнях розв'язуються задачі інформаційного забезпечення процесів керування, які можуть бути згруповані за такими видами:

- передача первинної інформації (сигналів, повідомлень та ін.) про стан елементів, модулів, вузлів по інформаційних трактах від джерел до приймальних пристроїв (контролерів, ПК);
- обробка виміральної (первинної) інформації, визначення основних характеристик досліджуваних сигналів як результатів вимірювань з обчисленнями їх похибок приймальними обчислювальними пристроями для забезпечення її достовірності;
- порівняння поточних і заданих значень параметрів, характеристик, значень контрольованих сигналів і формування відповідних управляючих сигналів;
- передача управляючих дій (сигналів) і контроль виконання команд керування;
- обмін інформацією між модулями та вузлами системи керування;
- перетворення і накопичення переробленої та поданої в потрібному вигляді інформації про показники функціонування технологічних підсистем ГТЕС в часі з різною періодичністю;
- формування та видача документальних матеріалів для прийняття рішень про режими роботи, включно з бажаним режимом подальшого функціонування ГТЕС.

Висновки

Таким чином, більшість інформаційних функцій системи керування ГТЕС відносяться до категорії інформаційного забезпечення процедур моніторингу. Це приймання і переробка вимірювальної (первинної) інформації, спостереження за поточним станом і режимами роботи технологічних підсистем та ГТЕС в цілому, формування поточної та інтегрованої інформації про функціонування ГТЕС, формування рекомендованих керувальних дій. Моніторинг стану, процесів і показників функціонування ГТЕС здійснює спеціальна інформаційна підсистема у складі АСК. Ця підсистема не має цілісного конструктивного оформлення, вона є розподіленою. Оскільки якісне здійснення моніторингу надзвичайно важливе для реалізації всіх функцій керування роботою ГТЕС, то запропоноване нове інформаційне забезпечення процесів керування режимами роботи ГТЕС з використанням сучасних інформаційних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматизированные информационные системы / под ред. В. А. Ильина. — М., 1970. — 360 с.
2. Криницький Н. А. Автоматизированные информационные системы / под общ. ред. Н. А. Криницький, Г. А. Миرون, Г. Д. Фролов, А. А. Дороднина. — М. : Наука, 1982. — 384 с.
3. Мацюк О. В. Методологія статистичної обробки даних газоспоживання / О. В. Мацюк, М. В. Приймак, А. В. Толбатов // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. — Івано-Франківськ, 2004. — № 4(13). — С. 80—84.
4. Энергетический менеджмент / [Праховник А. В., Соловей А. И., Прокопенко В. В. та ін.] ; Национальный технический ун-т «КПИ». Институт энергосбережения и энергоменеджмента ; под общ. ред. А. В. Праховник. — К. : ИЕЕ НТУУ «КПИ», 2001. — 470 с.
5. Шидловский А. К. Расчеты электрических нагрузок систем электроснабжения промышленных предприятий / А. К. Шидловский, Г. Я. Вагин, Э. Г. Куренный. — М. : Энергоатомиздат, 1992. — 224 с.
6. Толбатов А. В. Система управления газотурбинной электростанцией на базе оборудования GE Ganic / А. В. Толбатов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2008. — № 1. — С. 72—75.
7. Толбатов А. В. Моніторинг інформаційних процесів як складова частина функціонування АСУ газотурбінної електростанції : матер. наук.-техн. конф. викладачів, співробітників, аспірантів і студентів фізико-технічного факультету. — Суми : вид-во СумДУ, 2008. — Т. II. — С. 13—14.
8. Толбатов А. В. Сучасний стан теорії і практики обробки випадкових сигналів в інформаційних трактах системи моніторингу : матер. та програма наук.-техн. конф. викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету електроніки та інформаційних технологій. — Суми : вид-во СумДУ, 2009.
9. Толбатов А. В. Інформаційний моніторинг газотурбінних електростанцій / А. В. Толбатов // IX Міжнародна науково-технічна конференція «АВІА-2009». — К. : НАУ. — 2009.

Рекомендована кафедрою електричних станцій та систем

Стаття надійшла до редакції
Рекомендована до друку

Толбатов Андрій Володимирович — асистент, **Черв'яков Володимир Дмитрович** — доцент.
Кафедра комп'ютерних наук, Сумський державний університет, Суми