



ЕВОЛЮЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГІДРОАГРЕГАТАМИ СЕРЕДНЬОДНІПРОВСЬКОЇ ГЕС. ДОСВІД ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Метою статті є аналіз функціонування системи керування станцією після першого етапу реконструкції. Аналіз проводиться, враховуючи досвід експлуатації обладнання на протязі більш, ніж десяти років. Розглянуті питання пов'язані з надійністю встановленого обладнання та можливостями модернізації систем в процесі експлуатації.

К л ю ч о в і с л о в а: система збудження, регулятор швидкості, система керування

На початку історії свого існування "Середньодніпровська ГЕС" (до липня 2016 р. "Дніпродзержинська ГЕС"), мала систему керування, побудовану з використанням релейно-контактної логіки. В цьому немає нічого дивного, адже йшов 1963 рік, і до появи першого в світі програмованого логічного контролера залишалось п'ять років. Дивлячись на багатий досвід експлуатації такого роду систем, можна сміливо стверджувати, що ця технологія будови систем керування в електроенергетиці повністю себе виправдала, показавши досить високу надійність, роботу без кардинальних змін протягом трьох десятиліть, достатню швидкодію та низку задовільних другорядних характеристик.

Поява у 1968 році першого програмованого логічного контролера Modicon 084 відкрила нову еру в системах керування технологічними процесами. В сімдесятих роках минулого сторіччя вже десятки іноземних фірм пропонували на ринках різноманітні програмовані логічні контролери (ПЛК).

На Середньодніпровській ГЕС модернізація системи керування почалась тільки на початку другого етапу реконструкції. Треба бути справедливим та зауважити, що між пуском ГЕС у період з 1963 по 1964 роки, та початком реабілітації гідроелектростанцій Дніпровського каскаду у 1997 році, проводилась велика кількість робіт з удосконалення окремих систем. На шести з восьми наявних гідроагрегатів були встановлені статичні системи збудження на заміну електромашинних систем, чотири з яких – тиристорні типу СТС-370-2500-2,5УХЛ4. Проведена заміна регуляторів швидкості обертання гідротурбін, морально застарілих ЕГРК-150 на більш досконалі ЕГР-Ш на гідроагрегатах №3 та №4. Проводились і менш масштабні удосконалення систем автоматики, керування та управління станцією на рівні раціоналізаторських пропозицій. Але такі системи, як система керування блоком, система керування гідроагрегатами, система керування станцією, система релейних захистів та протиаварійної автоматики майже не модернізувались, або зазнали змін тільки в принципах роботи. На фото зображені система машинного збудження блока ГЕС (Рис. 1), система керування станцією (Рис. 2), до проведення робіт з реконструкції.

З 1997 року почались роботи першого етапу реконструкції, були проведені роботи по заміні основного комутаційного обладнання ВРП-150 кВ. Замінені регулятори швидкості ЕГРК-150 та ЕГР-Ш, замість них встановлені регулятори швидкості типу

DIGIPID-1500 фірми GEC ALSTOM, які знаходяться в експлуатації по сьогоднішній день (Рис. 3).

На початку другого етапу реконструкції на підприємстві почались роботи по реконструкції систем керування агрегатами та блоками генератор-трансформатор, систем релейного захисту гідроагрегатів та трансформаторів блока, системи керування станційного рівня. Впроваджувались системи керування станційного рівня, системи керування гідрогенераторами та блоками фірми Alstom. В основі систем управління генераторами та блоками були ПЛК Ge Fanuc C90-30 компанії General Electric. В якості станційної системи управління використовувався програмно-технічний комплекс "Centralog", основою якого були робочі станції Ultra Sparc 5 під керуванням ОС Solaris, виробництва компанії Sun Microsystems. Модернізація торкнулась також системи збудження, на станції встановлені вісім тиристорних системи UNITROL P фірми ABB (Рис. 4). На Рис. 5 відображено центральний пульт керування станцією після проведення робіт з адаптації системи.

За час експлуатації систем керування була визначена досить об'єктивна думка про переваги і недоліки функціонування, як систем в цілому, так і окремих її частин. Так, одним з основних експлуатаційних критеріїв автоматизованих систем є їх надійність. В цілому, обладнання компанії Alstom показало досить добрі результати в плані надійності апаратної частини комплексів, але, наприклад, програмно-технічний комплекс "Centralog" можна віднести до виключення з цього правила, виною всьому недостатня надійність робочих станцій Ultra Sparc 5. Якщо звернутись до відомого графіка залежності інтенсивності відмов від часу (Рис. 6), то можна сміливо стверджувати, що в період, коли ПТК "Centralog" знаходився на відріжку III графіка, інші складові систем, такі як ПЛК Ge Fanuc C90-30, модуль системи термоконтролю гідроагрегатів Chessell 4000R, модуль системи електричних вимірювань гідроагрегатів та блоків PECA 300(301), людино-машинні інтерфейси СТС Parker агрегатних систем керування, контролери системи електричних захистів серії Modulex фірми Alstom знаходились на відріжку II графіка, і працювали в штатному режимі. Слід зазначити, що контролери системи електричних захистів серій Modulex та Micom до теперішнього часу працюють без зауважень. Виходячи з вищезазначеного, є питання до розробників систем керування гідроагрегатами, блоками, та станцією в цілому. Чо-



Рис. 1. Система машинного збудження блока ГЕС



Рис. 2. Система керування станцією (Центральний пульта управління)

му, при розробці складових системи керування станції, до її складу були введені досить ненадійні компоненти, які і призвели до умовно швидкої заміни системи керування на більш сучасну?

Слід торкнутися також і програмного забезпечення, яке використовувалось при роботі систем керування. У випадку побудови наших систем керування було використано досить різноманітне програмне забезпечення, що в свою чергу створювало досить незручностей. Кожен елемент систем мав своє програмне забезпечення для програмування та налаштування для роботи. Наприклад ПЛК Ge Fanuc C90-30 потребував у своїй роботі трьох програм: це Microete — створення конфігурації контролера та переліку змінних, які будуть передаватись у ПЛК Ge Fanuc C90-30 та ПТК "Centralog", CADEPA — для створення програм та їх налаштування та програма P8 для завантаження коду в контролер. І на цьому налаштування контролера не закінчувалося, мережевий модуль ПЛК потребував додаткового програмування за допомогою спеціального програматора. Залишається досі незрозумілим такий конструкторський крок. Не кращі були справи і з іншим програмним забезпеченням, наприклад, ПТК "Centralog". Для налаштування системи (імпорту даних, налаштування графічних видів, генерації бази даних, налаштування САРЧП) потребувалось, крім потужних фундаментальних знань програміста, ще й досконалі знання в галузі програмування на мові "C" та на мові командного інтерпретатора операційної системи Solaris, яка, в свою чергу,

м'яко кажучи, була не дуже розповсюджена на територіях України. І це не беручи до уваги роботу з базою даних та створення графічних видів, що мало, в свою чергу, свої труднощі. Виключенням можна вважати програмне забезпечення Confed для модулю термоконтролю гідроагрегату — Chessell 4000R, яке мало простий та зручний інтерфейс та працювало без збоїв весь час експлуатації. Як підсумок, враховуючи, що метою статті не був детальний розгляд усього програмного забезпечення, використаного в системах, можна зазначити, що програмна частина комплексів, яка використовувалась при розробці систем керування, була далека від ідеальної, окрім високої складності та різноманітності вона відрізнялася досить низькою надійністю на етапі розробки (база даних Microete).

У період 2012–2014 рр. на підприємстві була проведена адаптація системи керування станцією, агрегатами, блоками та системи власних потреб. Адаптація була викликана тим, що експлуатована система керування, її складова частина, увійшла у відрізок III (Рис. 6), відрізок з високим ступенем відказів, і шляхів подолання цієї проблеми знайдено не було. Зараз на станції використовується система керування розробки американської компанії Emerson, основу системи складають ПЛК OSR 400. За час експлуатації значних недоліків системи виявлено не було, можна стверджувати, що система успішно пройшла відрізок I (Рис. 6), відрізок з підвищеною кількістю відмов на початку експлуатації та, зараз, знаходиться на відрізку II. Якщо провести не-



Рис. 3. Регулятор швидкості типу DIGIPID-1500



Рис. 5. Оновлений центральний пульта управління.



Рис. 4. Статична тиристорна система збудження UNITROL-P

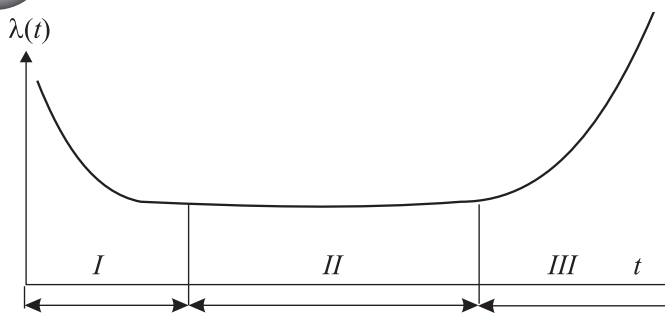


Рис. 6. Графік залежності інтенсивності відмов від часу

лике порівняння між системою керування, яка була знята з експлуатації та новою системою, можна впевнено говорити про значні поліпшення в роботі з програмною частиною, більшу гнучкість апаратної частини системи, покращення торкнулися і принципів живлення. Слід відмітити, що проблематика при експлуатації цієї системи є і на сьогоднішній день, але на критичний рівень під час експлуатації не виходила. Про надійність експлуатованої системи говорити поки що зарано.

Розглянувши деякі питання, пов'язані з досвідом експлуатації програмно-апаратних комплексів, які використовувались на філії "Середньодніпровська ГЕС",

таких компаній як Alstom, Sun Microsystems, Microsoft, General Electric та ін., можна зробити висновок, що, в цілому обладнання показало доволі високу надійність при високій складності та, в основному, задовольняло вимогам, які висуваються до таких класів обладнання на енергогенеруючих об'єктах. Але можна стверджувати, що і в обладнанні таких відомих виробників присутня, наприклад, "хвороба росту", є сумніви щодо якісної складової систем живлення при побудові систем та приладів, програмне забезпечення, яке використовувалось, при повній роботі спроможності мало цілий ряд недоліків. Загальним висновком може бути твердження, що не дивлячись на іменитість виробників та досконалість технологічних процесів, які вони використовують при виготовленні своєї продукції, на сьогодні немає підстав вважати промислове технологічне обладнання умовно безвідмовним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьёв А.Д. Математические методы в теории надёжности. — М.: Наука, 1965. — 524 с.
2. Серафимович Л.П. Теоретические основы проектирования, производства и надёжности ЭВС. Статистическая обработка опытных данных. — Томск: Факультет дистанционного обучения ТУСУР, 2012. — 111 с.

© Шабельник М.В., 2018

