

Плохотнюк М.О.

Одеський національний політехнічний університет

Пелих С.М.

Одеський національний політехнічний університет

РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ГРУПИ ПІДГРІВАЧІВ НИЗЬКОГО ТИСКУ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Функціональна схема автоматизації (ФСА) відіграє важливу роль у світі сучасного інжинірингу, зокрема розробки автоматичних систем управління.

При розробці ФСА реалізується низка завдань, таких як отримання первинної інформації про стан технологічного процесу й обладнання; безпосередній вплив на технологічний процес для управління ним; стабілізація технологічних параметрів процесу; контроль і реєстрація технологічних параметрів процесів і стан технологічного обладнання.

Зазначені завдання вирішуються на підставі аналізу умов роботи технологічного обладнання, виявлення законів і критеріїв управління об'єктом, а також вимог, що висуваються до точності стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів, до якості регулювання і надійності.

Підтримання заданого рівня конденсату у підігрівачах низького тиску (ПНТ) є складовою частиною автоматизованої роботи атомної електростанції з реактором типу ВВЕР 1000. Актуальність полягає в тому, що підвищення рівня конденсату від нормального призводить до затоплення поверхонь теплообміну, а іноді й до проскакування крапель води до турбіни; пониження рівня призводить до проскакування конденсату до конденсаційних насосів і кавітації. Тому виникла необхідність синтезу й аналізу автоматизованої системи регулювання рівня конденсату у групі підігрівачів низького тиску, фундаментальною основоположною частиною якої є відповідна функціональна схема автоматизації.

Ключові слова: *автоматизована система регулювання, підігрівач низького тиску, атомна електростанція з реактором типу ВВЕР 1000, автоматизація, функціональна схема автоматизації, Piping & Instrumentation Diagrams.*

Постановка проблеми. На атомних електростанціях велика увага приділяється питанням безпеки, надійності, якості роботи основного устаткування. Одним зі способів підвищення якості цих питань є автоматизація технологічних процесів, зокрема регулювання рівня конденсату у групі підігрівачів низького тиску [1, с. 148–153].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У дослідженні [2, с. 206–211] описано алгоритм генерації несуперечливих вирішальних правил для вибору раціональної альтернативи з безлічі функціональних схем системи автоматизації з використанням математичного апарату теорій нечіткої логіки та наближених множин. Алгоритм дозволяє проводити багатокритеріальну оцінку складних варіантів схем без помітного збільшення тимчасової складності порівняно з оцінкою одноконтурних схем. Сформульовано вимоги до навчальних множин функціональних схем з урахуванням особливостей складників їхніх ланцюгів і сфери застосування. Використання алго-

ритму дозволяє спростити розробку схем автоматизації технологічних об'єктів і поліпшити якість опрацювання їхніх проектних рішень.

Одним із перших етапів розробки автоматизованої системи управління будь-яким технологічним процесом є розробка відповідної функціональної схеми автоматизації.

Постановка завдання. Мета – розробити функціональну схему автоматизації групи підігрівачів низького тиску атомної електростанції з реактором типу ВВЕР 1000.

Виклад основного матеріалу дослідження. Спочатку розглянемо вимірювальну апаратуру для контролю й управління рівня конденсату у групі підігрівачів низького тиску атомної електростанції з реактором типу ВВЕР 1000.

Забезпечення безпеки, надійності й економічності технологічного процесу можливе лише за умови, що всі величини, які характеризують процес (температура, тиск, витрата і т. д.), знаходяться в суворо заданих межах. Вихід за ці межі тягне за

собою зниження економічності, а при збільшенні відхилень може привести до аварійної зупинки або навіть руйнування технологічного об'єкта. Необхідно постійно контролювати ці величини та впливати на технологічний процес таким чином, щоб підтримувати їхні необхідні значення, тобто здійснювати процес управління.

Регенеративні підігрівачі низького тиску призначені для ступеневого підігріву живильної води паром з відборів парових турбін. ПНТ є кожухотрубний теплообмінник вертикального типу, що складається з корпусу, трубної системи з латунними трубками U-подібної форми, верхньої водяної камери.

Підігрівачі низького тиску призначені для підігріву живильної води в системах регенерації стаціонарних парових турбін теплових електростанцій.

Розглянемо схему підігрівача низького тиску, який застосовується на АЕС із реактором типу ВВЕР 1000 – див. рис. 1.

Для успішного виконання завдання по підігріву живильної води групи підігрівачів низького тиску атомної електростанції з реактором типу ВВЕР 1000 здійснюється вимір таких параметрів, як:

- рівень конденсату поверхневих підігрівачів;
 - тиск гріючої пари всередині підігрівачів;
 - тиск живильної води перед і після груп ПНТ;
 - температура живильної води на вході та виході з підігрівачів;
 - температура пари у відборах до підігрівача.
- Вимірювання використовуються для:
- забезпечення інформацією Блочного Щита Управління (БЩУ);
 - формування команд у схемах автоматичного регулювання;
 - формування сигналів аварійного захисту підігрівачів;
 - формування сигналів у схемах попереджувальної сигналізації;
 - формування команд у схемах блокування.

Передача інформації від технологічного об'єкта до оператора відбувається за таким ланцюгом:

Добірний пристрій знаходиться в безпосередньому контакті з робочим середовищем, розташовується на основному обладнанні:

- штуцер;
- бобики для встановлення термометрів на технологічному обладнанні;
- труба проводка.

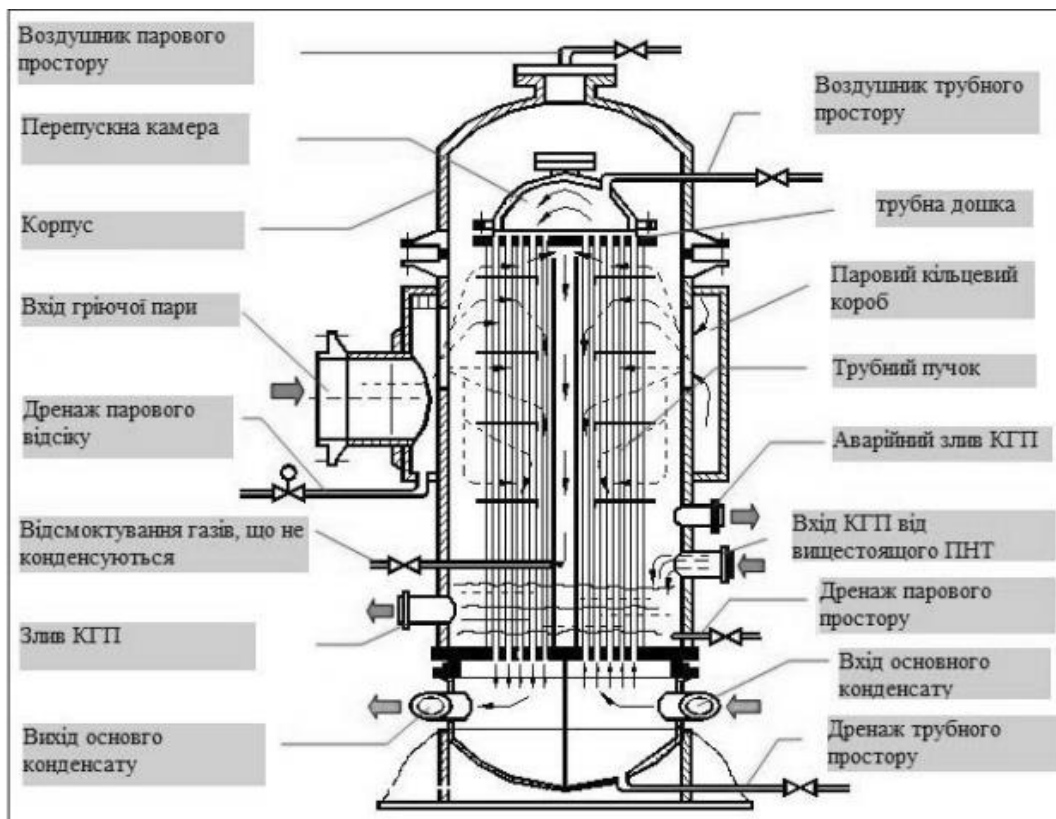


Рис. 1. Технологічна схема підігрівача низького тиску

Трубною проводкою називається сукупність труб і трубних кабелів, сполучених із приєднувальними пристроями.

За функціональним призначенням трубні проводки діляться на:

- імпульсні лінії зв'язку;
- командні лінії зв'язку.

Імпульсні лінії зв'язку служать для з'єднання добірних пристроїв із вимірювальними приладами, перетворювачами або регуляторами [3, с. 704]. Вони призначені для передачі впливу вимірюваного або регульованого середовища, на чутливі елементи засобів вимірювання й автоматизації.

Командні лінії зв'язку служать для з'єднання між собою окремих функціональних блоків засобів автоматизації (датчиків, перемикачів, перетворювачів, виконавчих команд) і передачі командних сигналів (тиску, температури, рівня) від передавальних блоків до прийомних.

Від вимірювальних пристроїв інформація передається до Автоматичної системи управління технологічним процесом (далі – АСУ ТП).

Змістом інформаційних функцій АСУ ТП є збір, обробка та подання інформації про стан технологічного об'єкта оперативному персоналу, а також її реєстрації.

Контроль і вимірювання технологічних параметрів полягає у перетворенні значень параметрів об'єкта (тиску, температури, рівня, витрат) у сигнали, придатні для сприйняття оперативним персоналом або для їх подальшої автоматизованої обробки.

Реєстрація величин здійснюється для подальшого аналізу роботи технологічного об'єкта. Реєстрація проводиться в пам'яті ЕОМ, а також на вихідних носіях ЕОМ.

Технологічна (попереджувальна) сигналізація здійснюється шляхом видачі світлових і звукових сигналів і привертає увагу персоналу до порушень технологічного процесу, що виражається у відхиленні параметрів за допустимі межі.

Розрізняють індивідуальну сигналізацію, за якої кожному параметру відповідає свій пристрій сигналізації, забезпечений написом, що вказує на характер порушення; групову, за якої світловий сигнал з'являється при відхиленні одного із заздалегідь заданої групи параметрів.

Сигналізація стану запірних органів (засувок) і механізмів (насосів) здійснюється за допомогою колірних сигналів, які відповідають певним станам засувок і насосів. Розрізняють індивідуальну сигналізацію стану, за якої кожному органу або механізму відповідає свій сигнал, і групову,

за якої сигнал сповіщає про стан групи органів і механізмів [4, с. 7].

Основне управління і контроль за теплотехнічними процесами енергоблоку атомної електростанції з реактором типу ВВЕР 1000 проводиться із блочного щита управління (БЩУ).

Управління та контроль системи регенерації низького тиску передбачається у всіх режимах роботи системи.

Для контролю за обладнанням за умов нормальної роботи енергоблоку на фрагменти РМОТ виведена необхідна інформація за основними технологічними параметрами.

Для надання інформації про протікання технологічного процесу передбачені такі засоби КВП:

- манометри технічні для вимірювання надлишкового тиску;
- мановакууметри для вимірювання вакууму;
- водопоказуючі колонки для вимірювання рівня;
- ВП типу «Метран-100-ДД» для вимірювання рівня та витрати;
- ВП типу «Метран-100-ДИ» для вимірювання надлишкового тиску;
- термоперетворювачі опору типу ТСП для вимірювання температури;
- ІТТ для надання інформації про протікання технологічного процесу.

До засобів контролю системи регенерації високого тиску належать:

- показуючі прилади за місцем розташування обладнання;
- показуючі прилади на панелях БЩУ;
- контроль найбільш важливих технологічних параметрів за фрагментами РМОТ;
- звукова та світлова сигналізація відхилення найбільш важливих параметрів.

Вимірювання рівня в підігрівачах. Вимірювання рівня в підігрівачі використовуються для формування команд у схемах блокування, регуляторів, для відображення та реєстрації параметрів в УВС [5, с. 239–240]. Для вимірювання рівня в підігрівачі застосовуються гідростатичні рівнеміри та рівнеміри прямої дії, розташовані безпосередньо в ПВТ. У комплект гідростатичного рівнеміра входить:

- а) перетворювач вимірювальний «Метран-100-ДД»;
- б) однокамерна зрівняльна посудина;
- в) вторинний прилад.

На рис. 2 представлена функціональна схема автоматизації групи підігрівачів низького тиску атомної електростанції з реактором типу ВВЕР 1000.

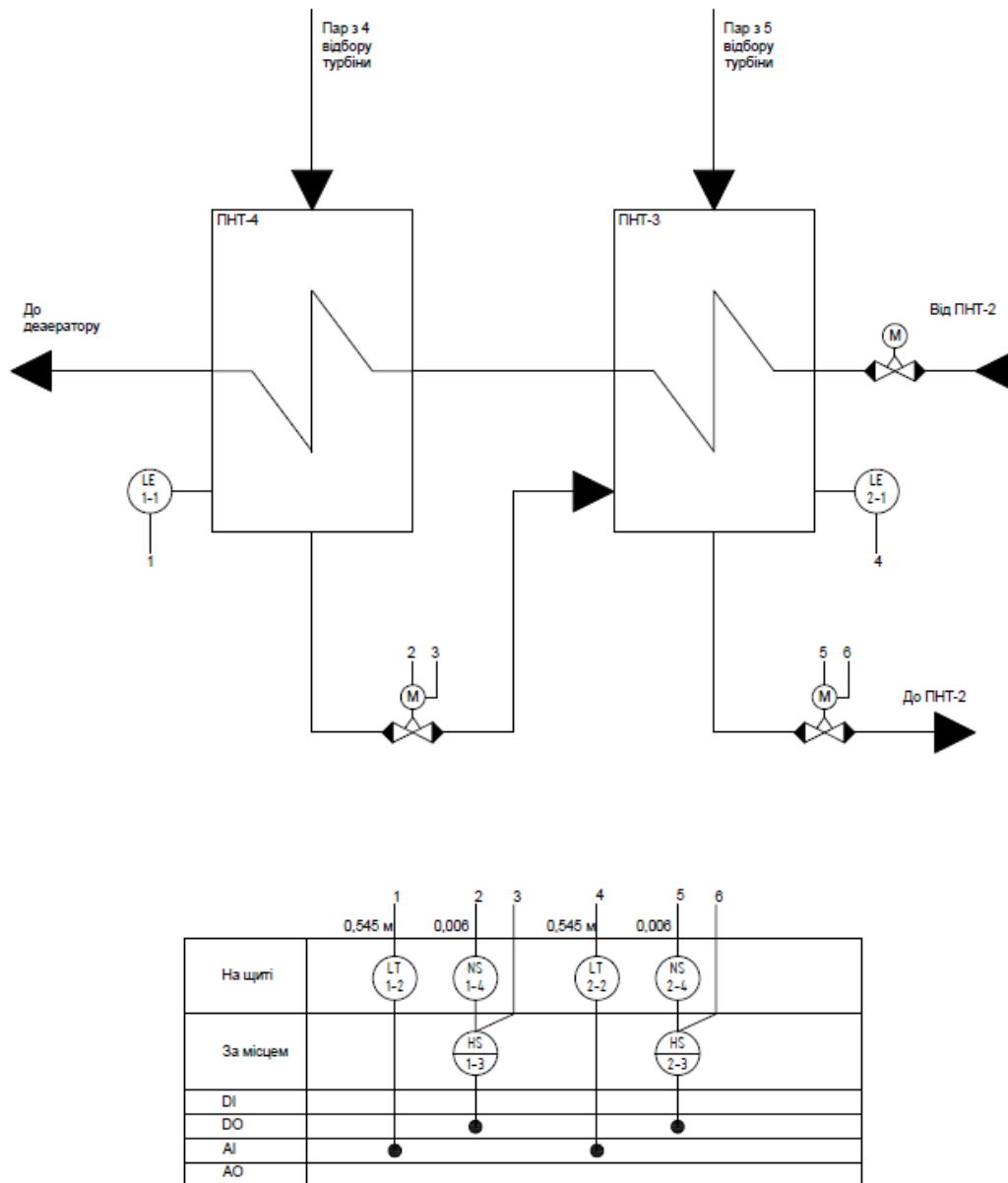


Рис. 2. Функціональна схема автоматизації групи підігрівачів низького тиску АЕС

Умовні позначення на схемі відповідають ГОСТ 21.208-2013. У верхній частині схеми відображений технологічний процес, а саме підігрівання води другого контуру у групі ПНТ. Перелік основних елементів функціональної схеми автоматизації:

LE – датчики рівня, призначені для формування сигналу, який показує рівень конденсату;

LT – перетворювачі, призначені для перетворення сигналу від датчика рівня в сигнал для контролера (4–20 мА);

HS – контактор, призначений для подачі напруги на привід, що відповідає за рух клапана;

NS – клапан, призначений для стоку конденсату з підігрівача низького тиску.

Висновки. Оскільки розробка функціональної схеми автоматизації є одним із основних етапів розробки автоматизованої системи управління будь-яким технологічним процесом, у статті розроблено та представлено функціональну схему автоматизації групи підігрівачів низького тиску атомної станції з реактором типу ВВЕР 1000.

Така функціональна схема автоматизації дозволяє перейти до наступних етапів розробки автоматичної системи управління рівнем конденсату у групі підігрівачів низького тиску, а саме підбору приладів, розробки електричної принципової схеми, розробки математичної моделі, написання програми для автоматизованої системи управління.

Список літератури:

1. Плохотнюк М.О. Дослідження автоматичної системи регулювання рівня води в групі підігрівачів низького тиску АЕС. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2019. Т. 30 (69). № 6. С. 148–153.
2. Филатова Н.Н., Требухин А.Г. Генерация решающих правил для проектирования функциональных схем автоматизации. *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2012. С. 206–211.
3. Преображенский В.П. Теплотехнічні виміри і прилади : підручник. Москва : «Енергія», 1978. 704 с.
4. Беглов К.В., Волошкіна О.О., Плахотнюк О.А. Дослідження регулятора концентрації рідкого поглинача енергоблоку АЕС. *Праці Одеського політехнічного університету*. 2015. Вип. 2 (36). С. 7.
5. Демченко В.А. Автоматизація і моделювання технологічних процесів АЕС і ТЭС. Одеса : «Асторпринт», 2001. С. 239–240.

Plokhotniuk M.O., Pelykh S.M. DEVELOPMENT OF PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM OF AUTOMATION FOR A GROUP OF LOW-PRESSURE HEATERS AT A NUCLEAR POWER PLANT

The aim is to develop a functional scheme of automation of a group of low-pressure heaters of a nuclear power plant. The functional scheme of automation is one of the main and fundamental points of development of automatic control system of any technological process. Therefore, one of the first points in the development of an automatic control system is a functional scheme of automation.

At nuclear power plants, much attention is paid to safety, reliability, quality of operation of basic equipment. One way to improve the quality of these issues is to automate technological processes. One such process is the regulation of the condensate level in the group of low pressure heaters.

Functional automation scheme (FSA) plays an important role in the world of modern engineering, and in particular the development of automatic control systems.

During the development of FSA a number of tasks are implemented, such as: obtaining primary information about the state of the technological process and equipment; direct influence on the technological process for its management; stabilization of technological parameters of the process; control and registration of technological parameters of processes and a condition of the technological equipment.

These tasks are solved on the basis of analysis of operating conditions of technological equipment, identification of laws and criteria for facility management, as well as requirements for the accuracy of stabilization, control and registration of technological parameters, the quality of regulation and reliability.

Maintaining a given level of condensate in low pressure heaters is an integral part of the automated operation of a nuclear power plant. The relevance is that increasing the level of condensate from normal leads to flooding of the heat transfer surfaces, and sometimes leads to the leakage of water droplets into the turbine; lowering the level leads to leakage of condensate to the condensing pumps, which leads to cavitation. Therefore, there is a need for synthesis and analysis of an automated system for regulating the level of condensate in the group of low pressure heaters, and the fundamental.

Key words: *automated control system, low pressure heater, nuclear power plant, automation, functional diagram of automation, Piping & Instrumentation Diagrams.*