

$$E(SF) = \sum_{s=1}^{2^L} SF^s(d)P(s), \quad (18)$$

Де $SF^s(d)$ - стохастична гнучкість s -го варіанту ХТП.

З урахуванням даних положень, принципів та використовуючи попередні розробки [4], можна зробити висновок про доцільність створення АСУТП з використанням прогнозних значень техногенного ризику.

Інтеграція програмних комплексів для автоматизованого розрахунку ймовірності відмови складної технічної системи у режимі нормальної експлуатації, з методами теорії гнучкості і надійності, дозволить значно зменшити рівень техногенної небезпеки працюючих виробничих та промислових комплексів.

Література

1. Биченок, М.М. Ризики життєдіяльності у природно-техногенному середовищі [Текст] / М.М. Биченок, С.П. Іванюта, Є.О. Яковлев // Ін-т проблем нац. безпеки Ради нац. безпеки і оборони України. – К., 2008. – 160 с.
2. Островский Г.М. Методы оптимизации химико-технологических процессов: Учеб.пособие [Текст] / Г.М. Островский, Ю.М. Волин, Н. Н. Зиятдинов // М. – КДУ, 2008. – 424 с.
3. Thomaidis T. Optimal design and Reliable process systems [Text] / T. Thomaidis, E. Pistikopolous // IEEE Transactions on Reliability, 1995, v.44 – p. 243-250.
4. Вавулин П.А. Расчет прогнозного техногенного риска промышленных объектов при эксплуатации [Текст] / П. А. Вавулин, Т. В. Бойко, // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. –Т. 5, № 10 (71). – С. 42–46. – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/27981>

УДК 681.5.013

КЕРУВАННЯ ВОДООЧИСНИМ ОБЛАДНАННЯМ ДРУГОГО КОНТУРУ ЕНЕРГОБЛОКУ АЕС

Медведєв Р.Б., Сангінова О.В., Мердух С.Л., Виноградов Є.В.

УПРАВЛЕНИЕ ВОДООЧИСТНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ВТОРОГО КОНТУРА ЭНЕРГОБЛОКА АЭС

Медведев Р.Б., Сангинова О.В., Мердух С.Л., Виноградов Е.В.

CONTROL OF WATER PURIFICATION EQUIPMENT AT THE SECONDARY CIRCUIT OF NPP POWER UNIT

Medvedev R., Sanginova O., Merdukh S., Vynogradov E.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», Київ, Україна
merdukh.svetlana@gmail.com

В даній роботі розглянута система керування в середовищі Control Builder із використанням мікроконтролера С200, яка інформує оператора технолога про стан

працюючих водоочисних споруд, та автоматизує процес відправки фільтрів на регенерацію і включення їх до роботи.

Ключові слова: *атомна електростанція, водо-водяний енергетичний реактор, водно-хімічний режим, система керування*

В данной работе рассмотрена система управления разработанная в среде Control Builder с использованием микроконтроллера C200, которая информирует оператора технолога о состоянии работающих водоочистных сооружений, и автоматизирует процесс отправки фильтров на регенерацию и подключение их в работу.

Ключевые слова: *атомная электростанция, водо-водяной энергетический реактор, водно-химический режим, система управления*

In this paper we consider the control system developed in Control Builder environment using C200 microcontroller, which informs the operator about the state of the technologist working water treatment facilities, and automates the process of sending to the regeneration of filters and connection it to the work.

Keywords: *nuclear power plant, PWR, water chemistry, the control system*

Вступ

В обладнанні другого контуру енергоблоків АЕС використовуються різні метали та сплави, що не дає змоги повністю зупинити негативні процеси корозії і відкладення на поверхнях технологічного обладнання. Тому в Україні та за кордоном проводиться велика кількість робіт з дослідження корозійних процесів різних конструкційних матеріалів АЕС, в результаті чого до теплоносія висуваються жорсткі обмеження, дотримання яких є задачею водно-хімічного режиму (ВХР).

ВХР впливає на економічність експлуатації і надійність роботи обладнання. Порушення ВХР можуть призвести до аварійного або передчасного зупину обладнання. У цих випадках зменшується число годин використання встановленої потужності, що є одним із основних економічних показників.

З підвищенням вимог до параметрів робочого середовища та збільшенням одиничної потужності паросилових установок зростають вимоги до чистоти води та пари в основних агрегатах електростанцій, що нерозривно пов'язане з водним режимом всіх її елементів.

Сучасні системи керування водоочисним обладнанням на АЕС із реакторами типу ВВЕР-1000 не забезпечують оптимальної роботи іонітних фільтрів, так як рішення щодо відключення фільтрів при підвищенні температури продувної води приймаються оперативним персоналом, що може призводити до незворотного руйнування іонообмінних смол [1]. Також збільшується час роботи фільтрів на зношених іонітах, внаслідок чого відбувається винесення солей у робочий цикл станції, що призводить до частого виходу зі строю або заміни парогенераторів. Тому створення системи керування водоочисним устаткуванням є надзвичайно актуальним питанням на сьогодні.

Постановка задачі

У даній статті автори ставлять за мету розглянути роботу водоочисного обладнання у другому контурі АЕС із реакторами типу ВВЕР-1000 та розробити стратегії керування очисними спорудами у різних умовах роботи енергоблоку.

Розроблення системи керування водоочисним устаткуванням АЕС

Виходячи із особливостей процесу очищення води другого контуру та специфіки відповідного обладнання [2] було виділено наступні параметри, що суттєво впливають на роботу фільтрів та якість очищення води: перепад тиску, що вказує на забитість фільтруючого матеріалу, повинен становити 0,25 МПа; температура, допустиме значення температури фільтрованої води менше 45°C; концентрація іонів Na у відфільтрованій воді, що вказує на виснаженість катіонітного фільтру, допустима концентрація становить не більше 3,0 мкг/дм³; питома електропровідність, що вказує на концентрацію солей у відфільтрованій воді, допустиме значення становить менше 0,5 мкС/см.

Враховуючи перелічені параметри, було побудовано стратегію керування процесом водоочищення другого контуру АЕС із ВВЕР-1000. На рисунку 1 наведена схема стратегії керування пристроями із дискретним інтерфейсом, що створена у середовищі Control Builder системи Experion PKS.

Розроблена стратегія складається із наступних функціональних блоків: зчитування (AICHANNEL) та запису даних (DOCHANNEL); збору та обробки даних (DATAACQ); логічних операцій (AND, GE та LE) і керування пристроєм (DEVCTL).

Кожен аналоговий вхід (блок AICHANNEL), позначений на рисунку 1 під номером 1, зв'язаний із приладами, які зчитують відповідні параметри, що характеризують протікання процесу, такі як, температура, перепад тиску, електропровідність та концентрацію іонів натрію з фільтруючої установки.

Наступний блок, позначений на рисунку 1 під номером 2, конфігурується для зчитування аналогового входу з функціонального блоку AICHANNEL каналу AI. Блок DATAACQ перетворює отримане значення входу від процесу (PI) в бажане значення виходу (PV) відповідно до обраної шкали.

Наступна група блоків логічних операцій призначена для порівняння поточного значення відповідних параметрів із заданим. Блоки завдань обведені на схемі пунктиром.

Блок GE виконує функцію порівняння «більше ніж або дорівнює» (рис. 1, номер 4). Даний блок встановлює дискретний вихід (OUT) в стан ON тільки тоді, коли один заданий вхід (IN[1]) більше або рівний іншому (IN[2]):

якщо $IN[1] \geq IN[2]$, тоді: $OUT = ON$;
якщо $IN[1] < IN[2]$, тоді: $OUT = OFF$.

Блок LE виконує функцію порівняння «більше ніж або дорівнює» (рис. 1 номер 3). Видає дискретний вихід (OUT) в стані ON тільки тоді, коли один заданий вхід (IN[1]) менше або рівний іншому (IN[2]), відповідно наступним залежностям:

якщо $IN[1] \leq IN[2]$, то: $OUT = ON$;
якщо $IN[1] > IN[2]$, то: $OUT = OFF$.

Для відстеження відхилення параметрів від встановлених нормованих значень у модулі керування використано логічний блок AND (рис. 1, номер 5). Виконує булеву операцію кон'юнкції. Встановлює дискретний вихід (OUT) в стан ON тільки тоді, коли всі входи (IN[1], IN[2], ..., IN[8]) мають значення ON. Отже:

якщо всі входи рівні ON, то: $OUT = ON$;
якщо хоча б один вхід рівний OFF, то: $OUT = OFF$.

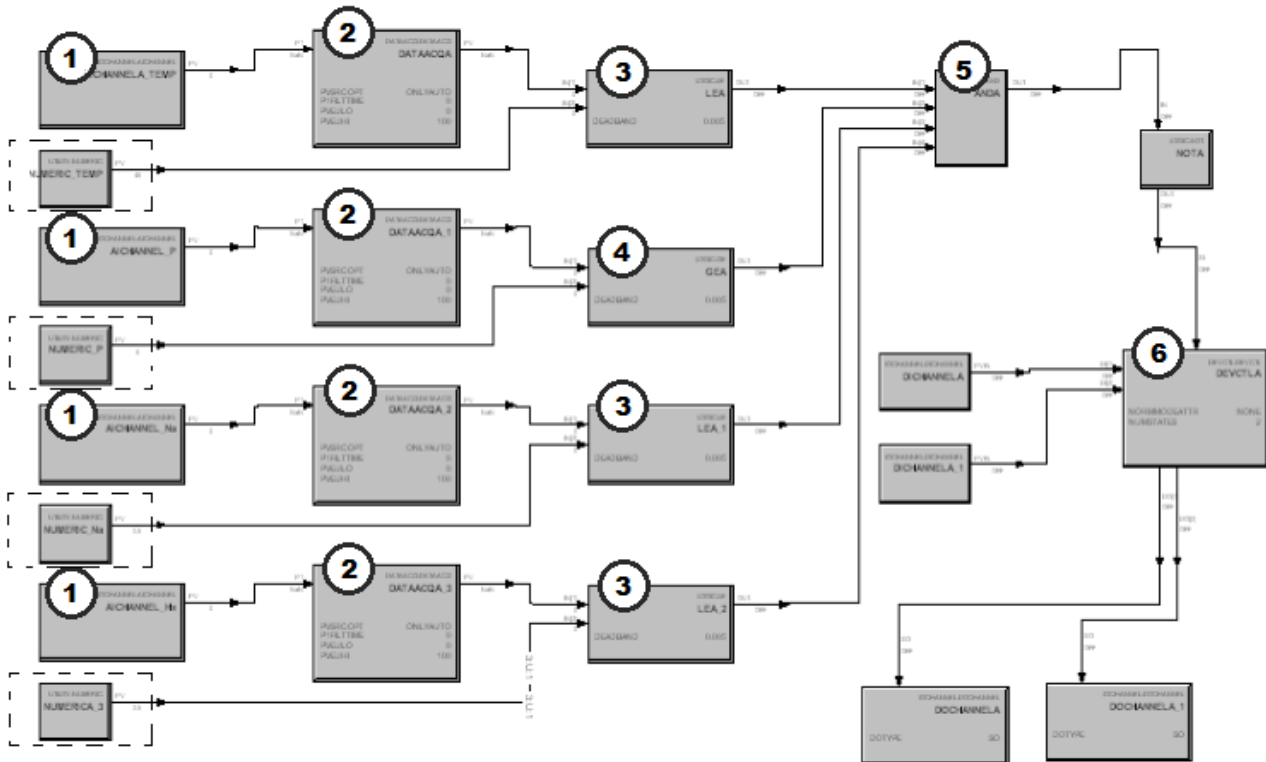


Рис. 1. Загальний вигляд стратегії керування

Блок DEVCTL у синтезованій стратегії керування подає регулюючий сигнал на виконавчий механізм, який у свою чергу діє на відповідний клапан, що може знаходитись у двох станах: відкритому та закритому (рис. 1, номер 6).

На рисунку 2 представлено головне вікно конфігурування блоку DEVCTL.

Режим роботи (Mode Attribute) встановлений у ручний режим (OPERATOR), кількість дискретних входів (Number of Inputs) і виходів (Number of Outputs) встановлено по два, також налаштовано два стани (Number Of States).

На вкладці настроювання параметрів вхідного сигналу (Input) зв'язуються дискретні входи і стани об'єкту керування (рис. 3).

Вкладка Output даного блоку дозволяє налаштувати керуючі сигнали, обрати безпечний стан (Safe OP) та налаштувати можливості обходу блокувань безпеки, за необхідності (рис. 4).

Особливу увагу було приділено настроюванню поля Safe OP, що відповідає за безпечний стан вихідного сигналу при спрацюванні блокувань.

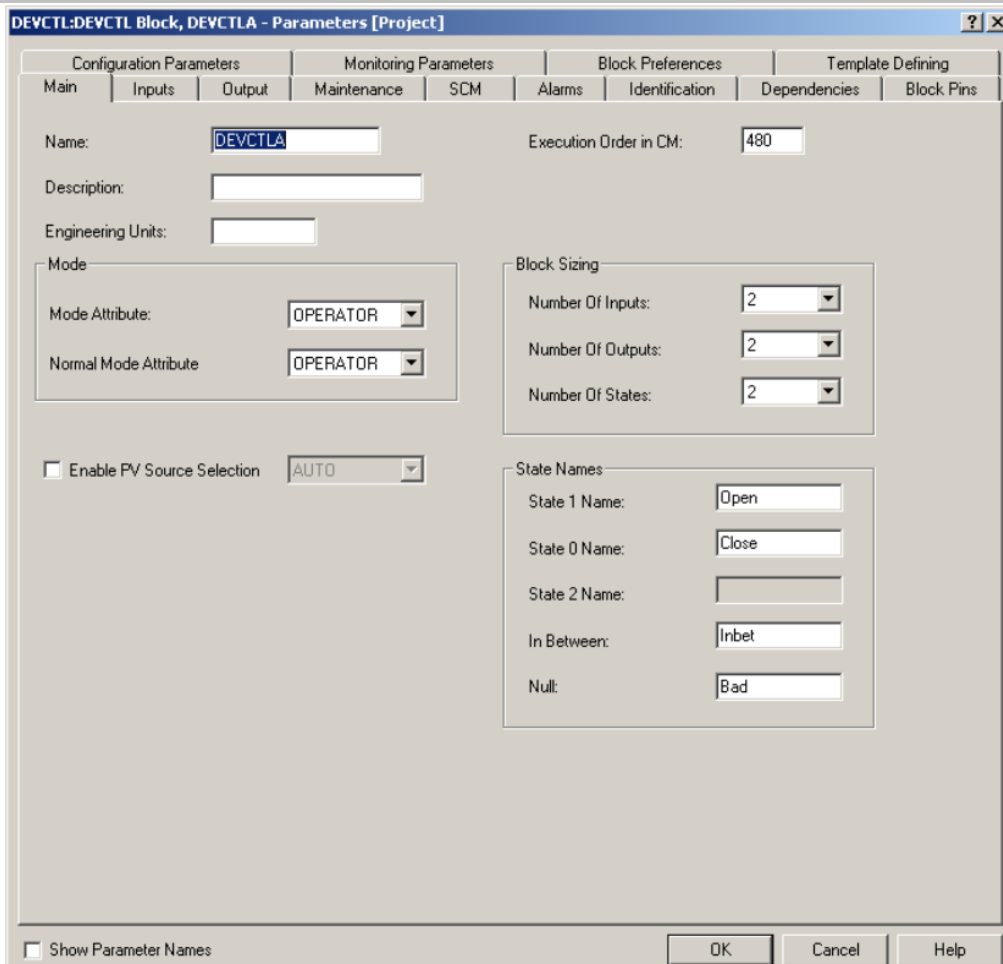


Рис. 2. Головне вікно налаштування блоку DEVCTL

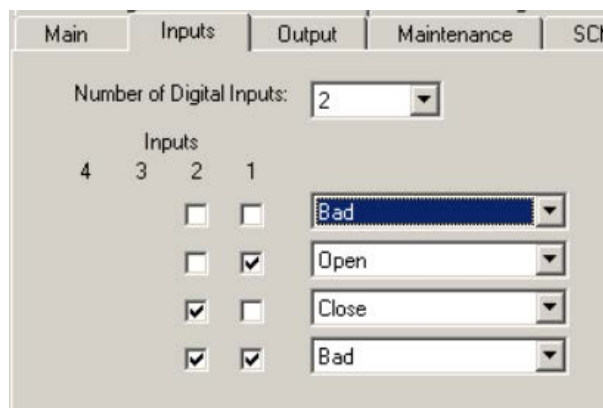


Рис. 3. Вкладка Input блоку DEVCTL

Блок DEVCTL підтримує два типи блокувань: звичайне та безпечне вимкнення блокувань (Override Interlock – OI та Safety Override Interlock – SI).

При спрацюванні SI блокування, стан переходить в стан Safe OP, при такому блокуванні в оператора немає змоги змінити стан, поки блокування не буде знято. При спрацьовуванні OI блокування та за умови правильного налаштування блоку DEVCTL в оператора є можливість обійти блокування. При створенні стратегії керування був обраний саме цей спосіб блокування, задля попередження випадків, коли резервна очисна установка перебуває на регенерації.

КОМП'ЮТЕРНА ПІДТРИМКА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

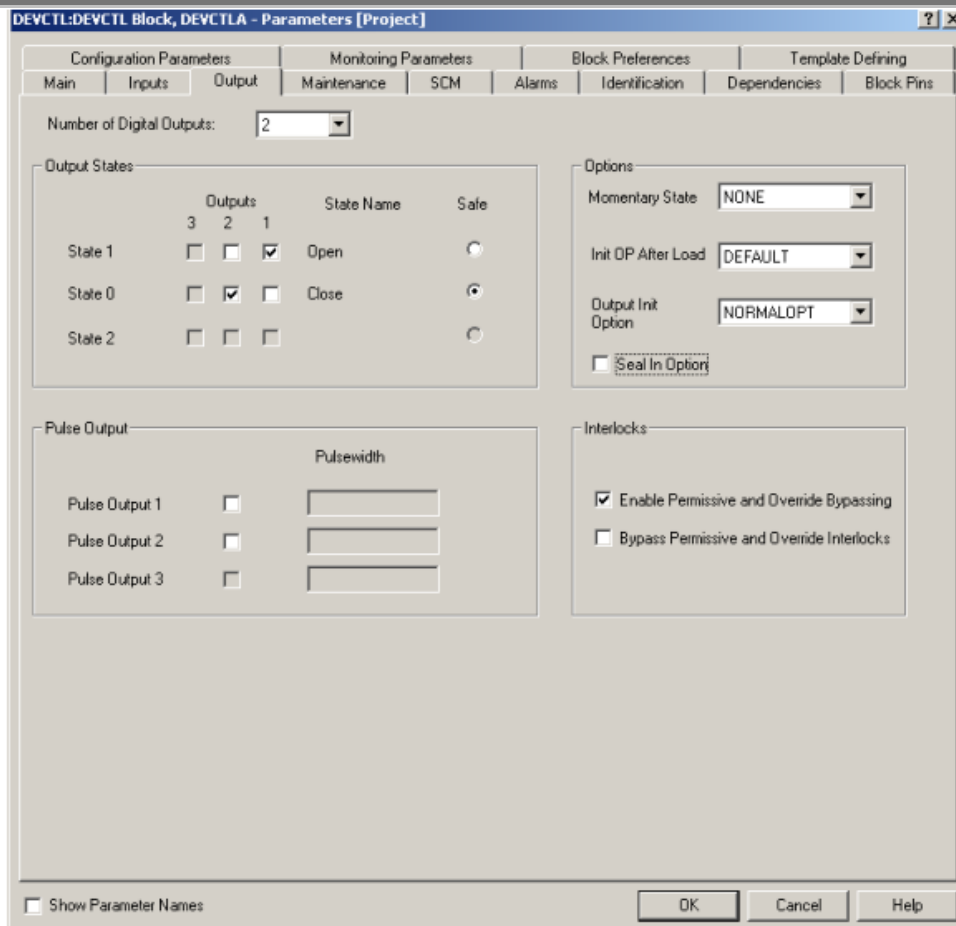


Рисунок 4 – Вкладка Output блоку DEVCTL

У таблиці 1 наведені результати верифікації системи керування, що проводилась шляхом порівняння отриманих відгуків розробленого модуля із даними експлуатації АЕС.

Таблиця 1

Результати тестування стратегії

№	Р, МПа	Т, °С	Na, мкг/дм ³	χн, мкс/см	Відгук стратегії керування	Дані експлуатації АЕС
1	0,2	40	0,27	0,4	показники в нормі	показники в нормі
2	0,23	39	0,4	0,45	блокування	блокування
3	0,26	47	0,26	0,6	блокування	блокування
4	0,19	46	0,25	0,48	блокування	блокування
5	0,21	42	0,26	0,44	показники в нормі	показники в нормі
6	0,2	44	0,29	0,47	показники в нормі	показники в нормі
7	0,22	41	0,33	0,52	блокування	блокування
8	0,27	48	0,36	0,54	блокування	блокування

Отримані результати відповідають встановленим нормам та свідчать про те, що створена стратегія керування адекватно реагує на зміну вхідних параметрів та може бути використана для подальших досліджень у цьому напрямку.

Висновки

Отже, у даній роботі було розроблено систему керування водоочисним обладнанням АЕС із ВВЕР-1000 на базі розподіленої системи керування Experion PKS у програмному середовищі Control Builder, що автоматизує процес відправки блоків іонітних фільтрів на регенерацію та включення їх у роботу після процесу регенерації.

Також було налаштовано систему блокування та інформування робочого персоналу при виникненні аварійних ситуацій.

Задля верифікації розробленої стратегії керування було реалізовано інтеграцію модуля із існуючою математичною моделлю другого контуру енергоблоку реактору типу ВВЕР-1000. В результаті чого доведено адекватність розробленої системи керування та можливість її використання у подальших дослідженнях.

Література

1. *Медведев, Р.Б.* Система керування температурним режимом блочної знесолюючої установки АЕС [Текст] / Р.Б. Медведев, С.Л. Мердух // Восточно-европейский журнал передовых технологий: Компьютерное моделирование в химии, технологиях и системах развития. – 2013. - № 2/4 (64). – С. 42 – 45.
2. *Кишневский, В.А.* Технологии подготовки воды в энергетике [Текст] / В.А. Кишневский. – О. : Феникс, 2008. – 400 с.

УДК 62-52

КОМП'ЮТЕРНО-МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Бондаренко С.Г., Скорецький Д.О.

КОМПЬЮТЕРНО-МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Бондаренко С.Г., Скорецкий Д.О.

COMPUTER-MICROPROCESSOR SYSTEM OF TECHNOLOGICAL PROCESSES CONTROL

Bondarenko S., Skoretskyi D.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», Київ, Україна
dl.skoretskyi@gmail.com**

В роботі розглянута навчальна система на базі мікропроцесора C200 компанії «Honeywell» з розподіленою системою управління Experion PKS. Створено навчальний стенд з дослідження роботи різного типу регуляторів у складі системи керування технологічним процесом.