

УДК 621.924

¹А.В. Кенс, ²І.П. Федорів

¹ Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

² Технічний коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ БОРНОЇ КИСЛОТИ В ДЕАЕРАТОРІ

A.V. Kens, I.P. Fedoriv

RESEARCH OF THE AUTOMATED REGULATION SYSTEM OF BORNIC ACID CONCENTRATION IN THE DEAERATOR

Для одержання прийнятної тривалості роботи ядерного реактора у нього необхідно завантажити надкритичну кількість ядерного палива. Створений при цьому запас реактивності в реакторі необхідно компенсувати. У сучасних реакторах створений запас реактивності компенсується механічними органами регулювання й рідким поглиначем - борною кислотою, розчиненою у воді першого контуру. Борне регулювання призначена для компенсації повільних змін реактивності й підтримки реактора в критичному стані при ксеноновому отруєнні в режимі скидання навантаження, а також для зміни концентрації борної кислоти в режимах пуску й зупинки блоку.

Диференціальне рівняння балансу кількості борної кислоти в першому контурі з об'ємом води в ньому V (m^3) із щільністю води γ (kg/m^3) і поточним значенням концентрації борної кислоти $C(t)$ g/kg має вигляд [1]:

$$\gamma V \frac{dC}{dt} = C_n G_n - C(t) G_y,$$

де: C_n g/kg – концентрація борної кислоти в підживлювальній воді (у баку борного регулювання);

G_n kg/s – масова витрата, яка забезпечується системою підживлення I-го контуру;

G_y kg/s – витрата витоків (дренажу) I-го контуру.

Тут перший доданок правої частини – швидкість збільшення маси борної кислоти в першому контурі, що приходить із системи борного регулювання через систему підживлення, а друга – швидкість виведення маси борної кислоти з I-го контуру за рахунок витоків.

Якщо в деякий момент часу $t=0$, прийнятий за момент початку відліку перехідного процесу, величина концентрації борної кислоти в контурі була C_0 , то рішенням рівняння при такій початковій умові буде:

$$C(t) = C_n - (C_n - C_0) \exp\left(-\frac{G_n}{\gamma V} t\right),$$

- тобто зміна концентрації борної кислоти в I-го контурі в загальному випадку водообміну відбувається в часі за експонентним законом.

Якщо початкове значення концентрації $C=0$ (що буває при першому введенні борної кислоти у воду першого контуру), то характер зміни концентрації борної кислоти матиме вигляд:

$$C(t) = C_n \left[1 - \exp\left(-\frac{G_n}{\gamma V} t\right) \right],$$

тобто при первинному введенні борної кислоти в контур наростання концентрації борної кислоти відбувається за експонентним законом, причому для конкретної атомної енергетичної установки (АЕУ), що працює в режимі з фіксованими параметрами, темп наростання концентрації визначається тільки величиною концентрації кислоти в баку борного регулювання C_n і продуктивністю підживлювальних насосів першого контуру G_n .

Чим більша подача підживлювальних засобів, тем вищий темп наростання концентрації борної кислоти у воді I-го контуру. Чим вища концентрація борної кислоти в підживлювальній воді, тим вища швидкість росту концентрації кислоти в I-му контурі (рис.1).

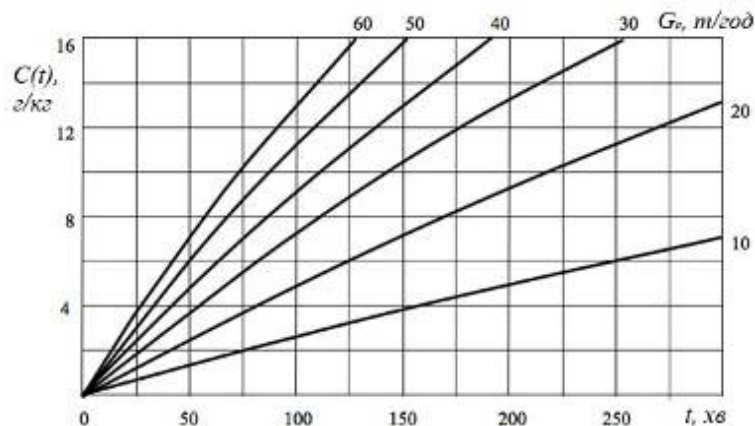


Рисунок 1. Ріст концентрації борної кислоти при первинному введенні її в перший контур (концентрація введеного розчину – 40 г/кг)

Конструктивно вимірювальний канал лінії борного регулювання складається з пульта і датчика, встановленого на трубопроводі або в баку [2]. Нейтрони, що випускаються плутоній-берилієвим джерелом, попадають у досліджуваний розчин борної кислоти, де відбувається їхня затримка при взаємодії з ядрами водню й поглинання ядрами ізоотопу ^{10}B . Частина вповільнених нейтронів відбивається з розчину й попадає в чутливий обсяг гелієвого лічильника. Кількість нейтронів, що попадають в обсяг лічильника, зменшується зі збільшенням концентрації борної кислоти. Для забезпечення завадостійкості в датчику проводиться посилення сигналу, що надходить із лічильника нейтронів, амплітудний відбір за допомогою дискримінатора й формування імпульсу для трансляції сигналу на вхід пульта вимірювального, у якому за допомогою інтегрального дискримінатора відбувається відділення сигналу від перешкоди. У вимірювальному пульті відбувається перетворення вступників імпульсів у вихідний аналоговий сигнал 0-5 мА, який має лінійну залежність від концентрації борної кислоти. До складу концентратоміра входить пристрій обробки інформації й датчик. Кількість нейтронів, що попадають в об'єм лічильника, зменшується зі збільшенням концентрації ізоотопу ^{10}B у розчині. Інформація у вигляді імпульсів з один або двох датчиків надходить на пристрій обробки інформації, що представляє собою мікропроцесор, який працює в програмному режимі, де вона накопичується в лічильниках за певний інтервал часу, а потім розраховується концентрація ізоотопу ^{10}B у розчині.

Література

1. Білий М.У. Атомна фізика / Білий М.У., Охрименко Б.А. - К.: Знання, 2009. – 559 с.
2. Находкін М.Г. Атомна фізика. – К.: КНУ, 1999. – 553 с.
3. Бушок Г.Ф. Курс фізики. Оптика. Фізика атома та атомного ядра. Кн.3/ Бушок Г.Ф., Є.Ф.Венгер. -К.:Вища школа. 2003.-311с.