

УЧЕТ МОЩНОСТНОГО ЭФФЕКТА РЕАКТИВНОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РО СУЗ РЕАКТОРА БН-600 БЕЛОЯРСКОЙ АЭС

А.А. Иванов, С.Ю. Митрофанов

Белоярская АЭС, г. Заречный



В статье представлены результаты определения эффективности РО СУЗ с учетом мощностного эффекта реактивности (МЭР) на начало 56 МК и влияние МЭР на построение интегральной характеристики системы РО КС.

Ключевые слова: интегральная характеристика, измерение, реактивность, регулирующий орган, эффективность.

Key words: integral characteristic, measurement, reactivity, control rod, worth.

ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

Проведение нейтронно-физических измерений по определению эффективности РО СУЗ реактора БН-600 Белоярской АЭС производится методом сброса стержня [1]. При этом производится разгон реактора с периодом удвоения уровня мощности не менее 60 с до $\sim 1,0\text{--}1,1\ \%N_{\text{ном}}$, после чего измеряемый РО СУЗ непрерывно перемещается от верхнего концевого выключателя (ВК) до нижнего концевого выключателя (НК), переводя реактор в подкритическое состояние.

Надкритичность реактора ($\sim 0,05\text{--}0,1 \beta_{\text{эфф.}}$) при разгоне создается путем извлечения РО РС1,2 «из зоны», автоматические регуляторы мощности (АРМ) которых находятся в положении ДУ (дистанционное управление) [2]. При этом наблюдается изменение надкритичности реактора, которое регистрируется системой контроля реактивности на основе цифрового вычислителя реактивности (ЦВР-10) и ионизационной камеры КНК-15-1. Типичное изменение реактивности и мощности реактора БН-600 показано на рис. 1.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МКР И УЧЕТ ВЛИЯНИЯ МЭР НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РО СУЗ

Уменьшение реактивности на участке разгона реактора связано с мощностным эффектом реактивности, который по определению равен произведению мощностного коэффициента реактивности (МКР) на изменение мощности реактора.

Мощностной коэффициент реактивности определялся как тангенс угла наклона зависимости реактивность-ток камеры методом наименьших квадратов.

Результаты определения МКР и величины поправки в эффективность РО СУЗ приведены в табл. 1.

© А.А. Иванов, С.Ю. Митрофанов, 2009

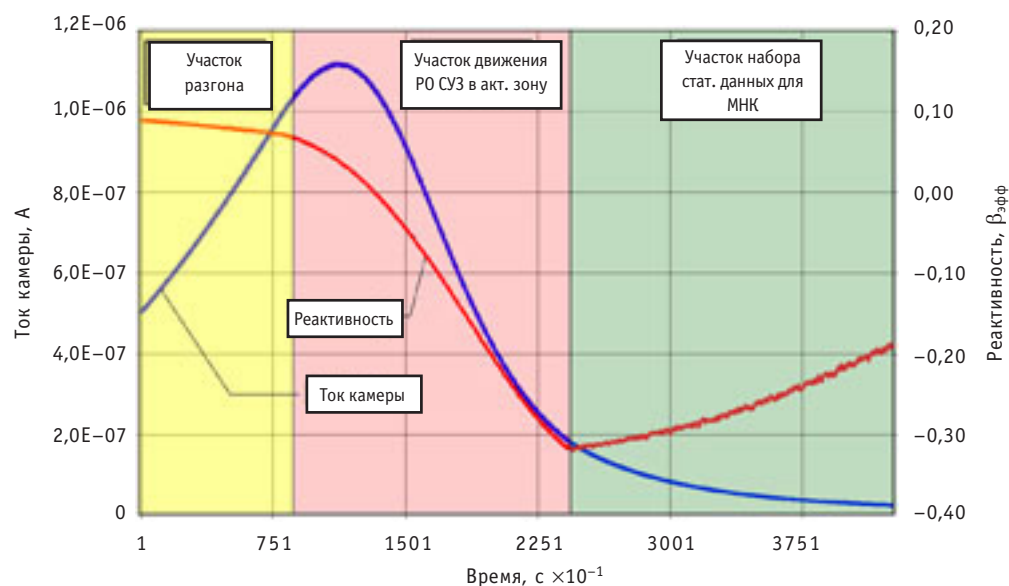


Рис. 1. Изменение мощности реактора (тока камеры) и реактивности ЦВР-10 при сбросе РО КС-14 в конце 51 МК

Из табл. 1 следует, что учет поправки на мощностной эффект реактивности приводит к увеличению эффективности системы РО КС1-18,Ц в среднем на 5%, системы РО РС1,2 – на 6,5%, системы РО А31-5,П – на 2,4%. Общее увеличение эффективности системы РО СУЗ составило ~ 58,5 центов.

Следует отметить, что при определении эффективности РО СУЗ с поправкой на МЭР и при построении интегральной характеристики необходимо учитывать пространственные эффекты, т.е. вводить поправку еще и на эффективность детектора [3].

Учет поправки на мощностной эффект реактивности при построении интегральной характеристики системы РО КС1-18,Ц показан на рис. 2.

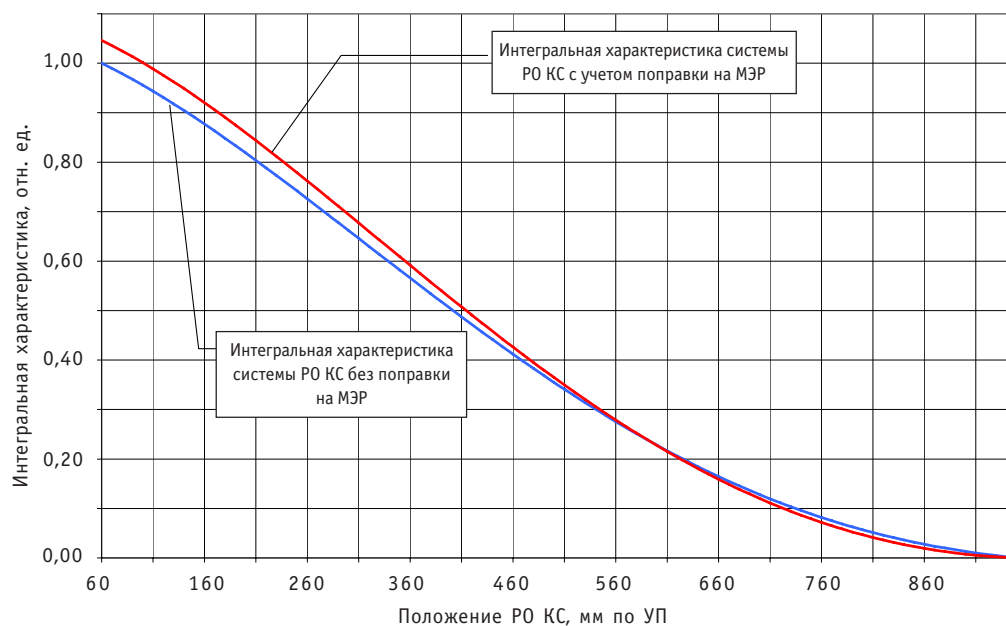


Рис. 2. Интегральные характеристики системы РО КС на начало 56 МК

Таблица 1

Результаты определения мощностного коэффициента реактивности РО СУЗ и отличие в эффективностях стержней СУЗ

Стержень СУЗ	Мощностной коэффициент реактивности, цент/А	Отличие в эффективности стержня, цент	Отличие в эффективности стержня, %
КС-1	-2,567E+06	2,537	4,9
КС-2	-2,641E+06	2,630	5,0
КС-3	-2,689E+06	2,690	4,9
КС-4	-2,414E+06	2,434	4,4
КС-5	-2,595E+06	2,667	4,6
КС-6	-2,628E+06	2,620	5,0
КС-7	-2,406E+06	2,338	4,8
КС-8	-2,595E+06	2,434	5,4
КС-9	-2,556E+06	2,370	4,6
КС-10	-2,854E+06	2,797	5,5
КС-11	-2,748E+06	2,623	5,1
КС-12	-2,709E+06	2,341	5,7
КС-13	-2,911E+06	2,631	5,7
КС-14	-2,671E+06	2,286	5,5
КС-15	-2,476E+06	2,116	5,1
КС-16	-2,562E+06	2,078	5,2
КС-17	-2,473E+06	2,336	4,4
КС-18	-2,513E+06	2,314	4,5
КС-Ц	-2,792E+06	2,311	3,8
РС-1	-2,697E+06	1,649	6,8
РС-2	-2,555E+06	1,748	6,2
АЗ-1	-2,667E+06	1,461	2,2
АЗ-2	-2,756E+06	1,596	2,3
АЗ-3	-2,760E+06	1,574	2,3
АЗ-4	-2,711E+06	1,513	2,3
АЗ-5	-2,589E+06	1,324	2,2
АЗ-П	-2,682E+06	0,985	3,0

При построении интегральной характеристики системы РО КС с учетом поправки на мощностной эффект реактивности учитывалось, что эффективность системы РО КС при учете МЭР больше в среднем на 5%, чем без учета МЭР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Учет поправки на мощностной эффект реактивности приводит к увеличению эффективности РО СУЗ в среднем на ~ 2,2 цента.

2. При построении интегральных характеристик систем РО КС и РО РС необходимо учитывать мощностной эффект реактивности, т.к. это приводит к изменению запаса реактивности до 0,2% dk/k .

Литература

1. Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Экспериментальные методы физики реакторов. – М.: Энергоатомиздат. – 1984.
2. Инструкция по эксплуатации аппаратуры каналов контроля реактивности и проведению физических измерений на реакторе БН-600 блока №3 Белоярской АЭС. 2008.
3. Шокодько А.Г. Строгое уравнение кинетики ядерного реактора//Вопросы атомной науки и техники. Сер. «Физика и техника ядерных реакторов». – 1988. – Вып. 4.

Поступила в редакцию 30.03.2009

(Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 9 pages, 4 tables, 1 illustration. – References, 9 titles.

For nearly 30-year history of the Beloyarsk NPP BN600 reactor operation a complex of the calculational and experimental measures to monitor the neutron characteristics of the reactor core has been worked through. Nevertheless undoubtedly the development of the acceptable methods of the monitoring of neutron characteristics is an important task for ensuring the reliable and safe operation of the BN600 reactor.

This paper presents the rationale of the additional method of the determination of the anticipated position of shimrod KS1-18 under the critical conditions after reload of the core components on the basis of the experimental data for the period from cycle 39 to cycle 56. In combination with the existing method the above-mentioned method allows one to reliably determine the position of shimrod KS1-18 under the critical conditions, improve safety and efficiency of the BN600 reactor operation.

УДК 621.039.56

Determination of the worth of the Beloyarsk NPP BN600 reactor control rods taking into account the power reactivity effect/A.A. Ivanov, S.Yu. Mitrofanov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnykh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 4 pages, 1 table, 2 illustrations. – References, 3 titles.

The article presents both the results of the determination of the worth of the control rods taking into account the power reactivity effect as of the beginning of cycle 56 and the influence of the power reactivity effect on the integral characterization of the bank of the shimrod rods.

УДК 621.039.56

Use of the Pulse Circuit of the Reactivity Monitoring during the Beloyarsk NPP BN-600 Reactor Neutron Measurements/A.A. Ivanov, S.Yu. Mitrofanov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnykh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 9 pages, 3 tables, 5 illustrations. – References, 3 titles.

The article presents both the procedure of introducing the dead time correction for fulfilment of the neutron measurements and the results of the determination of the control rod worth using the pulse circuit of the reactivity monitoring.

УДК 621.039.526: 621.039.51

Simplified Methodology of the Calculation of the Physical Characteristics of the Irradiated BN-600 Reactor Europium Control Rods/A.I. Karpenko, V.I. Ogleznev, A.M. Tuchkov, I.A. Chernov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnykh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 6 pages, 2 tables, 4 illustrations. – References, 4 titles.

On the basis of the experience of the calculation of the physical characteristics of the spent control rods with the europium absorbers of the BN600 reactor the simplified methodology for the quick evaluation of the main characteristics of these rods has been developed. This methodology can be applied for the evaluation of the physical characteristics of the europium control rods not only of the BN600 reactor but also other fast reactors (including those under design).

УДК 621.039.564

The System of the Recording of the Position of the Control Rods without the use of the Selsyns/N.N. Oshkanov, O.A. Potapov, Yu.V. Nosov, M.T. Telichko, A.P. Yuzhakov, I.S. Pomortsev; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnykh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 7 pages, 4 illustrations. – References, 1 title.

The design of the system of the recording of the control rod position without use of the selsyns, its technical characteristics as well as the monitoring of the system operation are presented. The accuracy of the measurements is evaluated. The forms and ways of the presentation of the information on the control rod positions are shown. The results of the trial operation for two years show the possibility to use the existing modification of the system.