

## О СООРУЖЕНИИ ЭНЕРГБЛОКА № 4 БЕЛОЯРСКОЙ АЭС С РЕАКТОРОМ БН-800

**Н.Н. Ошканов, Ю.В. Носков, М.В. Баканов, Н.П. Леонтьев,**

**А.И. Карпенко**

*Белоярская АЭС, г. Заречный*



Показана роль энергоблока с реактором БН-800 в развитии атомной энергетики, даны сравнительные характеристики реакторов БН-600 и БН-800, приведены новые решения по повышению безопасности реактора БН-800 по сравнению с прототипом – реактором БН-600. Рассмотрено состояние сооружения энергоблока с реактором БН-800 в настоящее время.

Сегодня весьма актуальной стала задача сделать атомную энергетику приемлемой для общества как с точки зрения безопасности, так и ее экономической эффективности. Наиболее полно реализации этого отвечают реакторы на быстрых нейтронах, в первую очередь, энергоблок с реактором БН-800, который сооружается на площадке Белоярской АЭС (электрическая мощность энергоблока составляет 880 МВт). Ввод в действие этого энергоблока позволит использовать в качестве ядерного топлива оружейный и высокофононовый плутоний, освоить технологию выжигания актинидов и продуктов деления с целью улучшения экологических характеристик топливного цикла, снизить потребность в добыче и обогащении природного урана.

Реактор на быстрых нейтронах БН-800 охлаждается натрием первого контура, тепло от которого через три петли промежуточного натриевого контура передается в парогенераторы этих петель и используется для выработки перегретого пара при номинальном давлении 14 МПа с номинальной температурой 490°C. Проектный выбор смешанного уран-плутониевого ядерного топлива обеспечивает атомную энергетику топливом на столетия благодаря возможности вовлечь в замкнутый топливный цикл накопленные запасы энергетического и оружейного плутония, невооруженные запасы обедненного урана, отработавшее топливо реакторов других типов.

Реактор БН-800 обладает физическими и конструктивными характеристиками безопасности, присущими реакторам с внутренней безопасностью: стабильность характеристик активной зоны; отсутствие фазовых переходов теплоносителя вследствие большого запаса до кипения (350°C); высокая теплоемкость и наличие естественной циркуляции, позволяющими в течение длительного времени аккумулировать остаточное тепловыделение реактора; устойчивая отрицательная обратная связь по мощности и температуре во всех режимах работы; невозможность образования локальных критмасс; низкое рабочее давление теплоносителя первого контура; наличие промежуточного нерадиоактивного натриевого контура; четыре барьера безопасности между топливом и окружающей средой (топливная матрица, оболочка твэла, корпус реактора, страховочный корпус реактора).

© **Н.Н. Ошканов, Ю.В. Носков, М.В. Баканов, Н.П. Леонтьев, А.И. Карпенко, 2005**

В проекте энергоблока БН-800 реализованы следующие новые решения по повышению безопасности по сравнению с прототипом – энергоблоком БН-600:

- предусмотрена трехканальная защитная система безопасности аварийного отвода тепла от реактора через воздушные теплообменники (САРХ ВТО);
- разработана активная зона с неположительным натриевым пустотным эффектом реактивности;
- предусмотрено устройство для сбора расплава активной зоны в случае запроектных аварий;
- предусмотрена система аварийной защиты реактора на пассивных принципах, срабатывающая без вмешательства персонала или средств автоматики (3 стержня пассивной аварийной защиты);
- предусмотрена система периодической очистки натрия от цезия;
- введен герметичный кожух вокруг напорной камеры реактора;
- повышена на 1 балл сейсмостойкость основных зданий и сооружений.

В результате внедренных решений реактор получил высокую устойчивость к проектным и запроектным авариям.

Сравнительные проектные параметры энергоблоков БН-600 и БН-800 Белоярской АЭС приведены в табл. 1.

Работы подготовительного периода на площадке строительства практически закончены. Построены здания строительной базы, склады, подъездные авто- и железнодорожные пути, пожарное депо и здание сборки корпуса реактора. Введен в эксплуатацию пусковой комплекс теплоснабжения.

Ведутся подготовительные работы в котловане главного корпуса под бетонирование фундаментной плиты. Всего с начала сооружения энергоблока БН-800 освоено более 11% сметной стоимости объекта.

Таблица 1

№ п/п	Наименование параметров	Ед.изм.	Э/блок БН-600	Э/блок БН-800
1.	Тепловая мощность Электрическая мощность	МВт(т) МВт(э)	1470 600	2100 880
2.	Температура натрия 1-го контура при номинальной мощности: - на входе в активную зону; - на выходе из активной зоны	°C °C	380 550	354 547
3.	Температура натрия 2-го контура при номинальной мощности: - на выходе из теплообменника (вход в парогенератор); - на входе в теплообменник (выход из парогенератора)	°C °C	520 320	505 309
4.	Давление острого пара на выходе из парогенератора	МПа	14,2	14
5.	Температура острого пара на выходе из парогенератора	°C	505	490
6.	Давление питательной воды	МПа	18	17
7.	Температура питательной воды	°C	240	210
8.	Вид топлива		Диоксид урана	Смешанный диоксид урана и плутония
9.	Объем активной зоны	м <sup>3</sup>	3,5	4,5
10.	Среднее выгорание топлива в активной зоне	МВт сут/ кг	60	66

Технология строительства предполагает параллельное выполнение строительной части главного корпуса, вспомогательных зданий и укрупнительную сборку корпуса реактора в отдельном здании с последующим перемещением корпуса на штатное место в шахте реактора.

В ходе проектирования, сооружения и эксплуатации энергоблока БН-600 была создана эффективная система взаимоотношений персонала Белоярской АЭС с соответствующими научными, проектными и конструкторскими организациями. Эта система продолжает действовать и при проектировании и сооружении энергоблока БН-800.

Проект БН-800 является уникальной разработкой. Новые инженерные решения в области обеспечения безопасности, конструкторские и проектные новации являются существенным вкладом в дело дальнейшего развития технологии быстрых реакторов, а сооружение и опыт эксплуатации реактора БН-800 будут иметь решающее значение для успешной реализации последующих проектов.

Успешная эксплуатация энергоблока БН-600 Белоярской АЭС и строительство энергоблока БН-800 обеспечивают преемственность развития АЭС с реакторами на быстрых нейтронах в России и создают реальную базу для подготовки освоения энергоблоков данного типа всей отраслью с выходом на зарубежный рынок перспективных ядерных технологий.

Поступила в редакцию 22.02.2005

## ABSTRACTS OF THE PAPERS

### УДК 621.039.526: 621.311.22

*BN600 Performance Efficiency Evaluation over 25 years of Operation* \N.N. Oshkanov, O.A. Potapov, P.P. Govorov; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2005. – 7 pages, 2 tables, 3 illustrations. – References, 5 titles.

The availability of the sodium-cooled fast BN600 reactor power unit over 25 years of operation has been analyzed. The effect of the off-normal equipment operation on the unit availability has been considered.

### УДК 621.039.526

*BN800 Reactor Beloyarsk 4 Construction* \N.N. Oshkanov, Yu.V. Noskov, M.V. Bakanov, N.P. Leontev, A.I. Karpenko; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2005. – 3 pages, 1 table.

The role the BN800 reactor power unit plays in developing the nuclear power industry is highlighted. The comparative characteristics of the BN600 and BN800 reactors are given. The innovative design features aimed at BN800 reactor safety improvement as compared to its prototype, i. e. the BN600 reactor, are presented. The current phase of the BN800 construction is considered.

### УДК 621.039.526

*BN600 Spectrometric Failed Fuel Detection System* \V.F. Roslyakov, E.S. Lisitsyn, S.A. Gurev, N.A. Zobnin; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2005. – 5 pages, 2 illustrations.

The article presents both the existing spectrometric failed fuel detection system designed to record and measure the fission product activity in reactor cover gas and upgraded failed fuel detection system which is based on the state-of-the-art instrumentation and software.

### УДК 621.039.526

*Justification of the Lifetime Characteristics of the Standard BN600 Reactor Safety Rods* \V.A. Zhyoltyshev, E.A. Kozmanov, A.A. Tuzov; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2005. – 4 pages, 2 illustrations. – References, 4 titles.

The article presents the contents and results of the integrated work in support of extending the lifetime of standard safety rods 1663.000.00 from 365 to 500 efpd. Taking into account the high cost of the enriched boron carbide and sufficient serviceability margin of the safety rods by the physical characteristics of absorber and on the basis of the successful results of their operation and experimental and theoretical studies it was inferred that the safety rod residence lifetime could be extended up to 500 efpd.

### УДК 621.039

*BN600 Power Unit Safety Evaluation Concept* \N.N. Oshkanov, A.I. Karpenko, P.P. Govorov, A.A. Kuznetsov; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2005. – 7 pages, 3 illustrations. – References, 5 titles.

The article considers the optional concept of the Beloyarsk NPP BN600 power unit safety evaluation. Both the current condition of the unit is proposed to be evaluated (verification of the integrity of physical barriers, surveillance of the limits and conditions of operational safety) and possible changes in the unit condition to be predicted taking into account the current values of the process parameters and equipment operating conditions. The options of the representation of the information both on the current unit condition and its possible change in future are proposed.

### УДК 621.039

*Secondary-to-Primary Sodium Leak Detection in the BN600 Reactor IHX's* \A.A. Kuznetsov, P.P. Govorov, A.I. Karpenko; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2005. – 6 pages, 4 illustrations.

The article considers the BN600 reactor IHX secondary-to-primary sodium leak detection method based on the comparison of the results of the calculation of the sodium weights for various periods of time. The choice of the sodium weight as a monitored value has been stipulated by the advantages of the calculated weight value versus the directly measured values. To monitor the density only two values, i. e. weight of sodium in the reactor and secondary sodium weight, are necessary and sufficient to be known.