

*Рыбачек К.И. Реакторы на быстрых нейтронах в РФ // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2017. – № 08 (август). – АРТ 355-эл. – 0,2 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>*

**РУБРИКА: ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

**УДК 621.039.572**

**Рыбачек Ксения Игоревна**  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
г. Москва, Российская Федерация  
[Ksenia\\_ksenia\\_i@mail.ru](mailto:Ksenia_ksenia_i@mail.ru)

**РЕАКТОРЫ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ В РФ**

*Аннотация:* В статье приведены и проанализированы реакторы на быстрых нейтронах в РФ, которые позволяют решить принципиальные задачи, стоящие перед дальнейшим широкомасштабным развитием ядерной энергетики. Проводится комплексный, в том числе сравнительный анализ особенностей реакторов на быстрых нейтронах России, а также рассмотрены дальнейшие перспективы их развития.

*Ключевые слова:* реактор на быстрых нейтронах, ОЯТ, ядерная энергетика.

**Rybachek Ksenia Igorevna**  
National Research Nuclear University MEPHI  
(Moscow Engineering Physics Institute)  
Moscow, Russian Federation  
[Ksenia\\_ksenia\\_i@mail.ru](mailto:Ksenia_ksenia_i@mail.ru)

**THE FAST NEUTRON REACTORS IN RUSSIA**

*Abstract:* the article presents and analyzes the fast neutron reactors in Russia, which allow to solve the fundamental challenges facing future large-scale

development of nuclear power. The complex, including a comparative analysis of the characteristics of fast reactors of Russia, and also discussed the further prospects of their development.

*Key words:* fast reactor, spent fuel, nuclear energy.

Реакторы на быстрых нейтронах в РФ Россия занимает первое место в мире в технологиях строительства "быстрых" реакторов. Здесь существуют, когда-либо существовали или проектируются следующие реакторы на быстрых нейтронах: БР-5, БР-10, БОР-60, БН-350, БН-600, БН-800, БН-1200, БН-1600, БРЕСТ-300 БРЕСТ- 1200. Вся программа по быстрым реакторам началась в Обнинске с БР-5, БР- 10. Топливо было карбидным и нитридным. В 1958 году была достигнута критичность – 5 МВт тепловой мощности, электричества этот реактор не давал. [1]

**БОР-60** Исследовательская ядерная установка БОР-60 является одной из первых реакторных установок с реактором на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Реакторная установка БОР-60 предназначена для обоснования и экспериментальной проверки основных технических и технологических решений, определяющих параметры перспективных АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. Установка является экспериментальной базой для испытаний топливных элементов различных конструкций, для испытаний топливных, поглощающих и конструкционных материалов в условиях высоких рабочих параметров натриевого теплоносителя, а также для получения опыта технологии радиоактивного натрия. Установка используется также для наработки изотопной продукции, производства электроэнергии и для нужд теплоснабжения промплощадок. Здесь также проводятся эксперименты по обоснованию конструкционных

материалов реактора БРЕСТ-ОД-300. Продолжение эксплуатации реактора БОР-60 имеет исключительно важное значение для реализации.

Программы развития атомной отрасли Российской Федерации, поскольку разработка инновационных проектов требует выполнения больших объемов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в проведении которых роль реактора БОР-60, учитывая его уникальные экспериментальные возможности, является весьма значительной.[2]

Советский **БН – 350**, который находится в Казахстане - уникальный реактор, поскольку он не только давал электричество, но и ежедневно опреснял 80 тыс. тонн воды. Стоит отметить, что такая потребность сегодня существует во многих странах мира, так как пресноводные ресурсы ограничены. БН-350 был разработан учёными Физико-энергетического института им. А.И. Лепунского в 1960-е годы. Физический пуск БН-350 был осуществлён 29 ноября 1972 года, энергетический пуск – 16 июля 1973-го. В общей сложности реактор безаварийно проработал 26 лет. Специалисты утверждают, что его ресурс был рассчитан на 45-50 лет. Эквивалентная электрическая мощность реактора – 350 МВт. Фактическая – 150 МВт. Ещё 100 МВт шло на отопление и 100 МВт на опреснение воды. Реактор был заглушен в 1999 году. В настоящее время реактор находится в стадии вывода из эксплуатации. [3]

**БН-600**— энергетический реактор на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем, пущенный в эксплуатацию в апреле 1980 года в 3-м энергоблоке на Белоярской АЭС в Свердловской области близ города Заречный. Электрическая мощность — 600 МВт. С момента остановки реактора «Феникс» во Франции в 2009 году до середины 2014 года БН-600 был единственным в мире действующим энергетическим реактором на

быстрых нейтронах. Реактор продемонстрировал хорошую работоспособность. Стоит отметить, что реактор работает на урановом топливе.[4]

**БН-800** — реактор на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем, на котором производится окончательная отработка технологии реакторов на быстрых нейтронах с использованием уран - плутониевого МОКС-топлива. Он был запущен в конце 2015 года на 4-м энергоблоке на Белоярской АЭС, там же где и БН-600. Промышленная же эксплуатация началась в ноябре 2016 года. Электрическая мощность данного реактора 880 МВт. Особо важно отметить, что здесь используется плутоний и это означает, что замыкание ядерного топливного цикла в России идет не только по урану, но и по плутонию. БН-800 станет прототипом более мощного коммерческого атомного энергоблока БН-1200. [5]

БН-800 – исключительно важный этап в освоении реакторов БН. Почти все оборудование РУ БН-800 изготовлено на российских предприятиях. Привлечено более 25 крупных заводов, общее количество предприятий - более 60.[6]

**БН-1200** — реактор на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем, проектируемый серийный реактор на быстрых нейтронах. Электрическая мощность — 1220 МВт. По состоянию на июнь 2017 года окончательное решение о строительстве реактора ещё не принято. Решение планируется принять в нынешнем году - говорится в проекте годового отчета концерна "Росэнергоатом".[3] Данное решение будет приниматься в первую очередь на основе опыта эксплуатации БН-800. Задачей первого этапа работы реакторов БН-1200 должно быть эффективное использование

плутония, накопленного и вновь нарабатываемого на заводе РТ-1, и новых поступлений плутония с ОДЦ ГХК.[3]

**Проект «Прорыв»** Проекта Прорыв консолидирует проекты по разработке реакторов большой мощности на быстрых нейтронах, технологий замкнутого ядерного топливного цикла, а также новых видов топлива и материалов. В рамках проекта «Прорыв» отрабатываются типы реакторов с натриевым (БН), свинцово-висмутовым (СВБР) и свинцовым (БРЕСТ) теплоносителем. На первом этапе в России планируют использовать МОХ-топливо, в перспективе – плотное, нитридное топливо. Руководители «Прорыва» заявляют, что к 2020 году будет выбрана лучшая, в том числе с точки зрения экономики, технология быстрого реактора большой мощности.[7]

**БРЕСТ – ОД – 300** Это разрабатываемый в настоящее время в России проект реакторов на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем, двухконтурной схемой отвода тепла к турбине и закритическими параметрами пара. Этот проект разрабатывается с конца 80-х годов после специального конкурса, объявленного ГКНТ СССР, однако до сих пор находится в стадии поиска оптимальных решений в области систематизации, организации проектных работ и в части конструкции отдельных элементов реакторной установки и её оборудования. Главный конструктор реакторной установки — НИКИЭТ имени Н. А. Доллежала. Первоначально проектировалась установка БРЕСТ, обеспечивавшая в составе энергоблока электрическую мощность 300 МВт, позже возник и проект с мощностью энергоблока 1200 МВт, однако на данный момент разработчики сосредоточили свои усилия на менее мощном БРЕСТ-ОД-300 ("опытный демонстрационный"), в связи с отработкой большого количества новых в этой области конструктивных решений и планами опробования их

на относительно небольшом и менее дорогом в реализации проекте. Кроме того, выбранная мощность 300 МВт (эл.) и 700 МВт (тепл.) является минимально необходимой для получения коэффициента воспроизводства топлива в активной зоне, равного единице. Как уже было сказано, данный реактор имеет свинцовый теплоноситель. Это является преимуществом, так как у свинца более высокая температура кипения. Технология БРЕСТ позволит России обеспечить беспрецедентный по сравнению с другими странами уровень безопасности – коэффициент воспроизводства в активной зоне 1,05. Россия не единственная страна, которая заинтересована в исследовании свинцового направления, так как интерес к свинцовым реакторам есть и у других стран, например, есть доклады у Китая и в Европе. Однако данный интерес носит научный, экспериментальный характер, и только у нас интерес – соорудить. На момент 2017 года работы по строительству реактора "БРЕСТ-300" уже ведутся на Сибирском химическом комбинате (СХК, входит в топливную компанию Росатома "ТВЭЛ").[4]

Россия является лидером в данном направлении, замкнув цикл в промышленных масштабах не только по урану, но и плутонию, что и продемонстрировал реактор БН-800. Перспективой является переход к серийному сооружению реакторов БН-1200 и организации переработки их ОЯТ и массовой переработки ОЯТ ВВЭР. В таком случае появится возможность создания оптимальной структуры двухкомпонентной ядерной энергетической системы на тепловых и быстрых реакторах, где реакторы на быстрых нейтронах будут обеспечивать возможность многократного рецикла плутония, обеспечивая при этом «качественным» уран-плутониевым топливом тепловые реакторы.

**Список использованной литературы:**

1. Возможность повторного запуска быстрого натриевого реактора FFTF всё чаще и чаще обсуждается в американских атомных кругах [Электронный ресурс] // Российское атомное сообщество - март 2017. Режим доступа: <http://www.atomic-energy.ru/news/2017/03/17/73750>
2. Пресс-тур в г.Димитровград: Технический тур на реактор на быстрых нейтронах БОР-60 [Электронный ресурс] – 2013. Режим доступа: <http://zaych361.livejournal.com/28510.html>
3. Атомный призрак Мангышлака [Электронный ресурс] // ТОО "Инфополис" - март 2017. Режим доступа: <https://informburo.kz/stati/atomnyy-prizrak-mangyshlaka.html>
4. Быстрые реакторы: медленно, но верно [Электронный ресурс] // Интернет-портал Атомный эксперт - 2013. Режим доступа: <http://atomicexpertold.com/content/%D0%B1%D1%8B%D1%81%D1%82%D1%80%D1%8B%D0%B5-%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE-%D0%BD%D0%BE-%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE>
5. Решение о разработке в РФ атомного "комплекса будущего" примут в этом году [Электронный ресурс]. Информ-агентство РИА-новости – апрель 2017.
6. Васильев Б.А. – Главный конструктор РУ БН. О перспективах ядерной энергетики с натриевыми реакторами на быстрых нейтронах // XI Международный общественный форум-диалог «АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ, ЭКОЛОГИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ-2016». - Москва, 22-23 ноября 2016 г.
7. НЯЦ РК примет участие в испытаниях нитридного топлива для реактора БРЕСТ [Электронный ресурс] // Российское атомное сообщество – 2016. Режим доступа: <http://www.atomicenergy.ru/news/2016/06/09/66621>

*Дата поступления в редакцию: 04.08.2017 г.*

*Опубликовано: 04.08.2017 г.*

*© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник», электронный журнал, 2017*

*© Рыбачек К.И., 2017*