

УДК 621.31

СРАВНЕНИЕ РЕАКТОРОВ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ БН-800 И «СУПЕРФЕНИКС»

Ясинов Д.Д., студент гр. ЭРб-211, II курс
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Сравнение двух реакторов на быстрых нейтронах: российского БН-800 и французского «Суперфеникс» может быть актуальным, если речь идет о сравнении их технических характеристик и эффективности. Однако, следует учитывать, что сравнение может быть несколько ограничено, поскольку «Суперфеникс» был закрыт в 1997 году, а БН-800 построен и запущен в 2014 году. Тем не менее, сравнение этих двух реакторов может помочь в понимании прогресса и развития технологии быстрых нейтронных реакторов. Например, можно сравнить эффективность этих реакторов в производстве электроэнергии, количестве производимых отходов, уровне безопасности и т.д.

В настоящей работе проанализированы реакторы БН-800 и «Суперфеникс», с целью их сравнения и рассмотрения прогресса их развития.

«Суперфеникс» и БН-800 – это два реактора на быстрых нейтронах, предназначенные для производства электроэнергии. Оба реактора используют быстрые нейтроны, которые не замедляются до тепловых скоростей, как это происходит в традиционных ядерных реакторах. Для понимания рассмотрим общее устройство двух реакторов.

Реактор на быстрых нейтронах БН-800 имеет следующее общее устройство. Реакторный блок – это основной компонент реактора, где происходит деление ядерных материалов. Реакторный блок содержит топливо, оболочку топлива, теплообменник и модератор (замедлитель нейтронов – вещество, которое уменьшает скорость свободных нейтронов) [1].

Теплообменник – это устройство, которое используется для транспортировки тепла от реакторного блока к парогенератору, где тепло используется для производства пара.

Парогенератор – это устройство, которое используется для превращения воды в пар, который затем используется для привода турбин, которые производят электричество.

Система управления реактором – это комплексная система, которая используется для контроля работы реактора, включая контроль температуры, давления и производства электричества.

Система безопасности – это система, которая используется для обеспечения безопасности реактора и предотвращения аварийных ситуаций.

Система охлаждения – это система, которая используется для охлаждения реактора и его компонентов, чтобы предотвратить перегрев и повреждение оборудования.

Система утилизации ядерных отходов – это система, которая используется для утилизации ядерных отходов, которые производятся в результате работы реактора [2].

На рис.1 приведен внешний вид реактора БН-800 в реальной жизни [3].



Рис.1. Внешний вид реактора БН-800

Реактор на быстрых нейтронах «Суперфеникс» имеет следующее общее устройство. Ядро реактора – это основная часть реактора, где происходят ядерные реакции. Ядро содержит топливо в виде твёрдых пеллет из оксида урана и плутония, а также материалы, необходимые для регулирования реакции, такие как углерод или ксенон.

Теплоноситель – это вещество, которое циркулирует внутри реактора, перенося тепло от ядра к турбине для производства электричества. В «Суперфениксе» теплоносителем является жидкий металл (натрий), который обладает высокой теплопроводностью.

Система охлаждения – это система, которая обеспечивает достаточное охлаждение теплоносителя. В случае «Суперфеникс» система охлаждения включает в себя насосы, теплообменники и другое оборудование для обеспечения циркуляции жидкого металла.

Управление реактором – это система, которая контролирует и регулирует реакцию в ядре реактора. Эта система включает в себя реакторные стержни, которые используются для регулирования реакции, а также системы безопасности, которые обеспечивают безопасную работу реактора.

Защитный экран – это защита, которая окружает ядро реактора и предотвращает выход радиации в окружающую среду.

Генератор пара и турбина – это система, которая преобразует тепло, вырабатываемое в реакторе, в электрическую энергию. Генератор пара и турбина включают в себя парогенераторы, турбины и генераторы электроэнергии.

Системы контроля и безопасности – это системы, которые контролируют работу реактора и обеспечивают безопасность работы. Эти системы включают в себя системы диагностики, системы контроля температуры, системы безопасного отключения и др. [4].

На рис.2 приведен внешний вид реактора «Суперфеникс» в реальной жизни [4].



Рис.2. Внешний вид реактора «Суперфеникс»

Это только краткий обзор устройства реакторов. В целом, реакторы имеют множество компонентов и систем, которые работают вместе, чтобы обеспечить безопасное и эффективное производство электроэнергии.

Мощность. «Суперфеникс» имел проектную мощность 1200 МВт, в то время как БН-800 имеет проектную мощность 880 МВт. Но это связано с различиями в конструкции реакторов, где БН-800 является более компактным и более эффективным в использовании топлива. К сравнению: у «Суперфеникса» было два реакторных блока, в то время как у БН-800 только один.

Эффективность использования топлива. БН-800 является более эффективным в использовании топлива, чем «Суперфеникс». БН-800 может использовать до 20% своего топлива, тогда как «Суперфеникс» мог использовать только около 5%. Это связано с более эффективным процессом воспроизводства топлива и использования топлива повторного цикла.

Тип топлива. «Суперфеникс» использовал металлическое топливо на основе урана и плутония, в то время как БН-800 использует топливо на основе оксида урана с добавлением молибдена.

Безопасность. БН-800 имеет ряд дополнительных мер безопасности по сравнению с «Суперфеникс», таких как системы аварийного охлаждения, которые не были установлены в «Суперфеникс», а также повышенную надежность системы управления и контроля.

Возраст. «Суперфеникс» был построен в 1985 году и завершен в 1996 году, тогда как БН-800 был запущен в 2014 году.

Утилизация отработанного топлива. БН-800 имеет более продвинутую систему утилизации отработанного топлива, а также возможность использования различных типов топлива. БН-800 может использовать уран-плутониевое топливо, топливо на основе урана с добавкой молибдена и другие. В то время как «Суперфеникс» может использовать только плутониевое топливо, что позволяет извлекать больше энергии из этого топлива и сокращать количество радиоактивных отходов.

Работа в условиях различных температур. БН-800 может работать в широком диапазоне температур от 300 до 550 градусов Цельсия, тогда как «Суперфеникс» предназначен для работы при более высоких температурах.

Стоимость строительства. Стоимость строительства БН-800 составляет около 150 миллиардов рублей, тогда как «Суперфеникс» был значительно дороже, состояв из нескольких отдельных блоков общей стоимостью около 13 миллиардов франков (на данный момент по курсу оценивается в 52494000000 рублей).

Экологические последствия. Оба реактора могут оказывать значительное воздействие на окружающую среду. Однако, БН-800 обладает более совершенной системой очистки выбросов, что снижает вредное воздействие на окружающую среду.

Применение. «Суперфеникс» был использован в основном для исследования возможностей использования плутониевого топлива и возможности переработки ядерного топлива. БН-800 используется для производства электроэнергии и исследований ядерной энергетики.

В целом, БН-800 является более продвинутым реактором с более высокой эффективностью использования топлива и дополнительными мерами безопасности, более совершенной системой утилизации отработанного топлива и более экономической эффективности. Однако, оба реактора являются важными для исследований в области ядерной энергетики, и оба представля-

ют собой важный шаг в направлении более чистой и эффективной энергетики.

Выражаю благодарность за научное руководство Черниковой Татьяне Макаровне, профессору Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева.

Список литературы:

1. Модератор (значения) [Электронный ресурс] – URL:

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80\(%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F\)#::~:~:text=%D0%97%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%20\(%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80\)%20%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%20E2%80%94%20%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE,%D1%8F%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%85%20%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D1%85%20%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%85](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80(%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F)#::~:~:text=%D0%97%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%20(%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80)%20%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%20E2%80%94%20%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE,%D1%8F%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%85%20%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D1%85%20%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%85)

(дата обращения 12.03.2023)

2. БН-800 [Электронный ресурс] – URL:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%9D-800>

(дата обращения 12.03.2023)

3. Долгая дорога «Прометейя»: история быстрого реактора БН-800 [Электронный ресурс] – URL:

<https://strana-rosatom.ru/2020/10/29/dolgaya-doroga-prometeya-istoriya-bys/>

(дата обращения 12.03.2023)

4. АЭС Крей-Мальвиль [Электронный ресурс] – URL:

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%AD%D0%A1_%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%B9-%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D1%8C

(дата обращения 12.03.2023)