

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА К ЗАМКНУТОМУ ЯДЕРНОМУ ТОПЛИВНОМУ ЦИКЛУ

Попова Д. С. – магистрант,
Научный руководитель – Бугаева Т. М., к. э. н., доцент ВИЭШ СПбПУ,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: данная статья посвящена оценке перспектив перехода к замкнутому ядерному топливному циклу в атомной энергетике. Перечислены преимущества быстрого реактора естественной безопасности четвертого поколения со свинцовым теплоносителем. Также, объясняется необходимость замыкания ядерного топливного цикла. Описана технология работы опытно-демонстрационного энергетического комплекса с реактором типа БРЕСТ-ОД-300, сооружаемого в Сибири. Проведена экономическая оценка мероприятий по сооружению быстрых реакторов естественной безопасности со свинцовым теплоносителем при массовом внедрении.

Ключевые слова: атомная энергетика, ядерный топливный цикл, реактор, свинцовый теплоноситель.

PROSPECTS FOR THE TRANSITION TO A CLOSED NUCLEAR FUEL CYCLE

Abstract: this article is devoted to assessing the prospects for the transition to a closed nuclear fuel cycle in the nuclear energy industry. The advantages of a fourth-generation fast natural safety reactor with a lead coolant are listed. It also explains the need to close the nuclear fuel cycle. The technology of operation of a pilot demonstration energy complex with a BREST-OD-300 reactor being built in Siberia is described. An economic assessment of measures for the construction of fast natural safety reactors with lead coolant during mass implementation has been carried out.

Key words: nuclear power engineering, nuclear fuel cycle, reactor, lead coolant.

Одной из главных целей современной атомной энергетике является переход к замкнутому ядерному топливному циклу (ЗЯТЦ). Решением данной проблемы может стать Быстрый реактор естественной безопасности (БРЕСТ) – первый в мире реактор четвертого поколения на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем. Свинцовый теплоноситель характеризуется инертностью при контакте с воздухом и водой, радиационной стойкостью и высокой температурой кипения. Также, реакторы типа БРЕСТ – самозаглушающиеся, что позволяет избежать аварий, связанных с ростом мощности и выбросом радиоактивных частиц.

Необходимость перехода к ЗЯТЦ объясняется низким содержанием U-235 (0,72 %) в природном уране. Именно этот изотоп урана U-235 используется в качестве топлива на АЭС с реакторами типа ВВЭР и РБМК. В свою очередь, содержание U-238 в природном уране составляет 99,27 %, что объясняет актуальность замыкания топливного цикла. Преимуществом ЗЯТЦ является переработка отработавшего ядерного топлива, позволяющая повторно использовать невыгоревший U-235, изотопов урана U-238, а также энергетический плутоний.

С 2021 г. на территории Сибирского химического комбината идет строительство опытно-демонстрационного энергетического комплекса с реактором типа БРЕСТ-ОД-300. Помимо энергоблока будет сооружен модуль для изготовления смешанного уран-плутониевого топлива и модуль переработки облученного СНУП-топлива. Пристанционный топливный цикл, в свою очередь, будет иметь систему обращения с радиоактивными отходами (РАО) [1]. Стоимость сооружения реактора оценивается в 113,7 млрд. руб., инвестиционные вложения ГК «Росатом» в создание комплекса составят около 211,3 млрд. руб. Планируется, что технологии, используемые на ОДЭК, позволят снизить затраты на покупку ядерного топлива и обращение с РАО, и как следствие, повысят экономическую эффективность эксплуатации АЭС. Промышленным вариантом проекта БРЕСТ станет реактор со свинцовым теплоносителем БР-1200 [2].

Результаты экономической оценки стоимости строительства реакторов типа БРЕСТ при массовом внедрении, учитывая затраты на строительство и эксплуатацию, хранение ОЯТ и стоимость продажи электроэнергии, показали, что сооружение реакторов со свинцовым теплоносителем требует крупных инвестиционных вложений. Так, стоимость строительства 5 реакторов к 2060 году составит 20 трлн. руб., 10 и 15–30 трлн. руб. и 40 трлн. руб. соответственно [3].

Таким образом, переход к замкнутому ядерному топливному циклу возможен с использованием реакторов типа БРЕСТ. Энергоблок будет работать на смешанном уран-плутониевом топливе, позволяя при этом избежать проблем с дефицитом U-235. Однако стоит отметить, что сооружение реакторов со свинцовым теплоносителем является дорогостоящим в связи с уникальностью оборудования и технологий.

Список литературы

1. «Федеральный проект «Инициатива социально-экономического развития «Новая атомная энергетика». Итоги 2022 года и планы на 2023 год, 2022.
2. Основание реактора «БРЕСТ-300» весом 160 т прибудет на СХК Севморпутем // РИАТомск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.riatomsk.ru/article/20220712/osnovanie-reaktora-brest-300-vesom-160t-pribudet-na-shk-sevmorputem/>. – Дата доступа: 28.04.2024.
3. Томашевская, Е.С., Ермоленко, К.С. Экономико-математическое моделирование стоимости массового внедрения реакторов типа БРЕСТ-1200 // Colloquium-journal. – 2019. – № 19–9. – С. 26–31.