

Реакторы следующего поколения: безопасные и экономичные орудия для устойчивой энергетики

Мэтью Фишер

Для создания построенных на принципе естественной безопасности и более эффективных атомных электростанций ядерная промышленность могла бы использовать реакторы нового поколения. Эти реакторы могут способствовать развитию более устойчивой ядерной энергетики, а также могут использоваться в целом ряде промышленных применений.

Усовершенствованные реакторы с уникальными характеристиками в плане производительности и безопасности

Реакторы следующего поколения должны соответствовать ряду исходных показателей в отношении производительности, безопасности и надежности. Например, малые модульные реакторы (ММР) представляют собой усовершенствованные реакторы, которые могут вырабатывать до 300 МВт электроэнергии, а их блоки могут транспортироваться на место установки в виде сборных модулей.

"Благодаря их модели построения из сборных конструкций и меньшим размерам капитальные затраты на ММР ниже, чем на традиционные крупные реакторы, которые строятся или эксплуатируются в настоящее время, – говорит Стефано Монти, руководитель Секции развития ядерно-энергетических технологий МАГАТЭ. – Предполагается также, что срок строительства будет короче, поскольку будут использоваться модули заводской сборки, которые затем будут транспортироваться на место установки. ММР также естественным образом гораздо менее подвержены тяжелым авариям, поскольку они спроектированы так, чтобы уменьшить частоту повреждений активной зоны".

Эти усовершенствования в конструкции реактора создают возможности для расширения роли ядерной энергетики. До сих пор ядерная энергия в основном использовалась для производства электроэнергии, однако существует множество других неэнергетических применений, для которых идеально подходят реакторы нового поколения.

"Преимущества ядерной энергии не должны ограничиваться выработкой электроэнергии, а должны также охватывать другие применения, например производство тепла, – говорит Франсуа Гоше, руководитель Группы политики Международного форума "Поколение IV" и директор по вопросам ядерной энергетики Комиссариата по атомной энергии и альтернативным источникам энергии Франции. – Концепция небольших модульных реакторов заключается в том, чтобы получить установки меньших размеров, модульной конструкции, упрощенного дизайна и доказанной безопасности, что позволяет применять гибкий подход и облегчает инвестиционные решения".

В настоящее время несколько стран находятся в процессе разработки и проектирования реакторов следующего поколения, и уже началось сооружение четырех ММР в Аргентине, Китае и России.

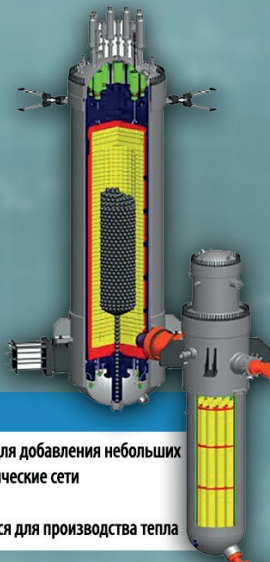
Инновационные реакторы для устойчивой энергетики

Самый передовой на сегодняшний день газоохлаждаемый реактор – высокотемпературный модульный реактор с шаровыми твэлами (HTR-PM) в настоящее время сооружается в Китае. "Этот модульный реактор предназначен для оптимизации энергоэффективности

Реакторы будущего

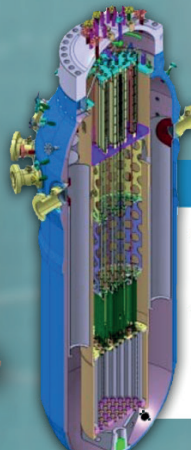


ПАТЭС
Плавающий энергоблок с реакторной установкой КЛТ-40С



HTR-PM:

- Идеально подходит для добавления небольших мощностей в электрические сети
- Может использоваться для производства тепла



CAREM:

- Интегральный реактор с водой под давлением
- Использует элементы безопасности, которые не требуют ввода команд со стороны персонала реактора

КЛТ-40С:

- Плавающий энергетический реактор
- Может транспортироваться в отдаленные районы для выработки тепла и электроэнергии

(Инфографика: Ф. Нассиф/МАГАТЭ)

и идеально подходит для добавления небольших мощностей в электросети", – говорит Юйлян Сунь, заместитель директора и заместитель главного инженера Института ядерных и новых энергетических технологий Университета Цинхуа. Этот тип реактора также хорошо подходит для комбинированного производства тепла и электроэнергии, в частности для выработки технологического тепла при высоких температурах.

В Аргентине ведутся работы по сооружению интегрального реактора с водой под давлением (PWR) CAREM. Ввод этого реактора в эксплуатацию запланирован на конец 2018 года. Конструкция этого ММР включает элементы безопасности, которые не требуют ввода команд со стороны персонала реактора, включая возможность автоматического отключения в случае обнаружения проблем с реактором.

Особый случай представляет собой реактор КЛТ-40С – плавучий энергетический реактор, который строится в России. Этот тип реактора имеет потенциальное применение в производстве тепла и электроэнергии и в электроснабжении отдельных потребителей в отдаленных районах. Реактор РИТМ-200, также строящийся в России, предназначен для двигательной установки ледоколов, но его также можно использовать в качестве наземного или установленного на барже ММР для производства тепла и электроэнергии.

Реакторы на быстрых нейтронах для более эффективной ядерной энергетике

Реакторы на быстрых нейтронах рассчитаны на производство в 60-70 раз больше электроэнергии с использованием урана, чем нынешнее поколение тепловых реакторов. Благодаря рециркуляции отработавшего топлива и использованию "быстрых" нейтронов (образующихся при делении нейтронов, которые не замедляются замедлителем), эти реакторы являются высокоэффективными, производят гораздо меньше ядерных отходов и могут иметь большой потенциал для неэлектрических применений ядерной энергии, особенно в промышленных процессах.

Единственным реактором на быстрых нейтронах, который в настоящее время находится в коммерческой эксплуатации, является российский реактор БН-800. Подключенный к энергосети в декабре 2015 года, он работает на смешанном оксидном топливе и имеет повышенные характеристики безопасности. БН-800 также обладает высокой топливной экономичностью.

"Реактор БН-800 – еще один шаг к полной коммерциализации реакторов на быстрых нейтронах, которые смогут конкурировать с PWR по стоимости", – говорит Вячеслав Першуков, заместитель генерального директора Росатома.

МАГАТЭ поддерживает развитие этих инновационных технологий, в частности путем проведения серии конференций по новым реакторным технологиям для устойчивого развития. В июне 2017 года МАГАТЭ провело в Екатеринбурге, Россия, третью Международную конференцию "Реакторы на быстрых нейтронах и соответствующие топливные циклы". На этих мероприятиях собирается широкий круг

ЖЕНЩИНЫ В ЯДЕРНОЙ СФЕРЕ

Патрисия Пэвиет

Директор Управления материалов и химических технологий Министерства энергетики США



Д-р Пэвиет контролирует деятельность в области НИОКР, связанную с заключительной стадией ядерного топливного цикла, которая включает в себя утилизацию материалов и определение формы радиоактивных отходов, защиту материалов,

подотчетность и технологии контроля. До прихода в Министерство энергетики США она была заместителем директора Института ядерных наук и технологий по вопросам исследований и образования в области топливного цикла в Национальной лаборатории штата Айдахо, где она отвечала за укрепление и расширение партнерских связей университета в таких областях, как исследование актиноидов, процессы разделения, гарантии и приборы. Д-р Пэвиет является председателем Целевой группы по обучению и подготовке кадров Международного форума "Поколение IV".

"Будущая сила, успешное функционирование и устойчивость ядерного топливного цикла зависят от подготовки инженеров по ядерной технике, ученых и радиохимиков. Потребуется также новые идеи и инновационные решения. Образование и профессиональная подготовка должны стоять на первом месте, и не только для решения проблемы наличия грамотной, хорошо обученной рабочей силы, но и для удовлетворения потребностей прогнозируемого роста в этой области".

специалистов в данной области, чтобы обсудить, как оптимальным образом использовать новые конструкции реакторов для получения чистой и устойчивой энергии.

Новые конструкции, которые помогают преодолевать проблемы

Хотя ММР сулят многочисленные преимущества, их внедрение по-прежнему сопряжено с рядом проблем. "Поскольку усовершенствованные ММР еще только предстоит внедрить, необходимо обеспечить инфраструктуру регулирования для реакторов этого вида, – говорит Монти. – Еще одна проблема заключается в создании единого щита управления для всех модулей на объекте ММР. Раньше такого не делали, и в случае успеха это могло бы помочь оптимизировать работу реактора". Он отмечает далее, что хотя лицензирование ММР может сначала занимать больше времени, после принятия четких нормативных рамок этот процесс значительно ускорится.