

Заключение

Диссертационного совета Д 520.009.06 по диссертации Боброва Е.А.
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертационный совет отмечает, что

1) соискателем

- **выполнен** комплексный многопараметрический анализ характеристик топливных циклов реакторов ВВЭР (ВВЭР-1000), работающих в замкнутом ядерном топливном цикле (ЯТЦ) на основе РЕМИКС-технологии при многократном рециклировании.
- **предложены** различные сценарии замыкания топливного цикла ВВЭР-1000 по РЕМИКС-технологии, в том числе с привлечением тория. Рассмотрена концепция ТВС с гетерогенным размещением твэлов с урановым и уран-плутониевым топливом.
- **получены** результаты, которые позволяют отметить следующее:
 1. Использование РЕМИКС-топлива в ЗЯТЦ позволит сэкономить до 20-32% природного урана по сравнению с ОЯТЦ.
 2. Анализ нейтронно-физических характеристик ВВЭР-1000 при 100% загрузке РЕМИКС-топливом показал, что возможно осуществить многократный рецикл без изменений в конструкции ТВС и активной зоны.
 3. РЕМИКС-технология позволяет вовлечь в ЯТЦ регенерированный уран и плутоний и сократить накопление ОЯТ.
 4. Использование ТВС с гетерогенным размещением твэлов с урановым и уран-плутониевым топливом позволяет сократить стоимость топливной загрузки реактора по сравнению с загрузкой ТВС с гомогенным РЕМИКС-топливом.

2) научная значимость проведенных исследований состоит:

- Впервые выполнен сравнительный комплексный анализ различных сценариев многократного замыкания топливного цикла ВВЭР-1000 по РЕМИКС-технологии и показана принципиальная возможность многократного использования РЕМИКС-топлива в активной зоне ВВЭР-1000 без изменения конфигурации активной зоны.
- Впервые выполнен расчетно-аналитический анализ нейтронно-физических характеристик РЕМИКС-ТВС с гетерогенным размещением уранового топлива (обогащенный регенерированный уран с добавлением природной компоненты) и уран-плутониевого топлива (смесь изотопов урана и плутония из ОЯТ) и найден оптимальный вариант такой ТВС
- Для системы атомной энергетики с РУ ВВЭР и БН предложены новые варианты топливных композиций, изготавливаемых на основе РЕМИКС-технологии, в том числе с привлечением тория, и были определены условия, при которых расход топлива подпитки будет минимален.
- Впервые исследованы нейтронно-физические характеристики инновационной реакторной установки ВВЭР-С со спектральным регулированием при 100% загрузке РЕМИКС-топливом при многократном рециклировании.

3) практическая значимость полученных соискателем результатов заключается:

Выполненный и представленный в диссертационной работе комплексный анализ характеристик топливных циклов реакторов ВВЭР, работающих в замкнутом ядерном топливном цикле на основе РЕМИКС-технологии, служит основой для проведения оценок приемлемости этой технологии с точки зрения безопасности и экономической

эффективности, а также является основой для выработки заключения по использованию РЕМИКС-топлива в ВВЭР.

Рассмотренные и предложенные в данной диссертации варианты замыкания топливного цикла на основе РЕМИКС-технологии позволяют выполнить системные требования по сокращению расхода природного урана до 130 т/ГВт*год(ЭЭ) и ограничить темпы накопления ОЯТ, реализовать многократный рецикл регенерированного урана и плутония на протяжении всего жизненного цикла АЭС, расширить ресурсную базу атомной энергетики за счет вовлечения тория в замкнутый топливный цикл двухкомпонентной системы ВВЭР и БН.

4) достоверность результатов исследования подтверждается использованием в расчетных исследованиях верифицированных программных кодов, базирующихся на современных библиотеках ядерных данных.

5) личный вклад соискателя состоит:

- в обосновании возможности использования ПК Consul для проведения нейтронно-физического расчета характеристик замкнутого топливного цикла ВВЭР-1000 с РЕМИКС-топливом при многократном рециклировании.
- в моделировании схем подготовки изотопного состава вариантов свежего РЕМИКС-топлива и проведении серии нейтронно-физических расчетов активной зоны ВВЭР-1000 со 100% загрузкой РЕМИКС-топливом при помощи ПК Consul в режиме многократного рециклирования с целью получения информации об основных нейтронно-физических характеристиках активной зоны ВВЭР-1000.
- в формировании расчетной модели РЕМИКС-ТВС с гетерогенным размещением уранового топлива (регенерированный уран с добавлением природной компоненты) и уран-плутониевого топлива (смесь изотопов урана и плутония из ОЯТ) и проведении расчетного анализа основных характеристик гетерогенной РЕМИКС-ТВС.
- в исследовании основных особенностей влияния величины водно-топливного отношения в ТВС ВВЭР, продолжительности кампании реактора и кампании топлива на характеристики топливных циклов ВВЭР при многократном рециклировании РЕМИКС-топлива для двухкомпонентной системы ядерной энергетики с реакторами на тепловых и быстрых нейтронах.
- в проведении нейтронно-физических расчетов активной зоны ВВЭР-1250 со спектральным регулированием (ВВЭР-С) с загрузкой РЕМИКС-топливом в режиме многократного рециклирования.

Диссертационная работа Боброва Е.А. представляет собой законченное научное исследование. Полученные автором результаты исследований обсуждались на отраслевых семинарах и научно-технических конференциях, а также опубликованы в рецензируемых научных журналах, в том числе рекомендованных ВАК РФ.

* * *

На заседании от 28.02.2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Боброву Е.А. степень кандидата технических наук по специальности «Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации» (05.14.03).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 членов совета (из 26 списочного состава, из них 5 докторов по специальности) проголосовал: за - 19, против – 0, нед. бюллетеней – 0.

Результаты исследований Боброва Е.А. включены в Программу работ по РЕМИКС-топливу, осуществляемую Госкорпорацией Росатом при координации Радиевого института имени Хлопина.