

**Акционерное общество «Опытное конструкторское бюро
машиностроения имени И.И. Африкантова»**

Реферат - презентация

**«Ядерная реакторная установка для плавучего энергоблока
проекта 20870 «Академик Ломоносов».**

**Комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских
работ и научно-техническое обоснование решений по обеспечению
безопасности и надежности»**

- | | |
|---|---|
| 1. Петрунин
Виталий
Владимиро-
вич | Руководитель работы, доктор технических наук, Первый заместитель Генерального директора – Генерального конструктора, Акционерное общество «Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения имени И.И. Африкантова» (АО «ОКБМ Африкантов») |
| 2. Беляев
Вячеслав
Михайлович | Помощник первого заместителя Генерального директора – Генерального конструктора, АО «ОКБМ Африкантов» |
| 3. Пахомов
Алексей
Николаевич | Начальник конструкторско-компоновочного отдела РУ для кораблей, судов и плавучих АС, АО «ОКБМ Африкантов» |
| 4. Лепехин
Андрей
Николаевич | Кандидат технических наук, Начальник отдела нейтронно-физических, теплогидравлических расчетов реакторов и расчетного анализа аварийных режимов РУ, АО «ОКБМ Африкантов», |
| 5. Скулкин
Николай
Григорьевич | Заместитель начальника отдела расчетов гидравлических и теплотехнических процессов |
| 6. Трутнев
Виталий
Алексеевич | Заместитель Генерального директора - директор филиала АО «Концерн Росэнергоатом» «Плавучая атомная теплоэлектростанция» («ПАТЭС») |
| 7. Макеев
Глеб
Анатольевич | Кандидат технических наук, Главный конструктор проекта, Публичное акционерное общество «Центральное конструкторское бюро «Айсберг» (ПАО «ЦКБ «Айсберг») |
| 8. Сурин
Сергей
Николаевич | Кандидат технических наук, Заместитель Генерального директора по спецтематике и автоматизации ЯЭУ, Акционерное общество «Концерн «Научно-производственное объединение «Аврора» (АО «Концерн «НПО «Аврора») |
| 9. Волков
Александр
Николаевич | Кандидат технических наук, Заместитель руководителя Комплекса – ученый секретарь Курчатовского комплекса ядерных транспортных энергетических технологий, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский Институт» (ФГБУ «НИЦ «Курчатовский институт») |
| 10. Ковалев
Александр
Николаевич | Руководитель проекта, Акционерное общество «Балтийский завод» (АО «Балтийский завод») |

Создание ядерных реакторных установок для плавучих атомных теплоэлектростанций (ПАТЭС) малой мощности (ММ) - актуальнейшая задача государственного масштаба, решение которой позволит обеспечить снятие дефицита электроэнергии и тепла, надежное энергоснабжение регионов крайнего Севера посредством использования транспортабельной ядерной энергетики, за счет создания в кратчайшие сроки при минимальных затратах плавучего энергоблока (ПЭБ) на заводе-строителе судна при параллельном обустройстве места размещения станции.

Результаты работ выполненных при создании новой ЯРУ КЛТ-40С ПЭБ проекта 20870 «Академик Ломоносов» головной (демонстрационной) ПАТЭС позволят создать базу для последующего строительства серийных ПАТЭС ММ, в том числе для обеспечения освоения шельфа арктической зоны России, а также ядерных энергоопреснительных комплексов, как для внутреннего, так и мирового рынков.

Создание ЯРУ КЛТ-40С для ПЭБ проекта 20870 «Академик Ломоносов» потребовало разработки и реализации *новых наукоемких энергоэффективных технологий*, обеспечивших выполнение жестких требований по безопасности и надежности, предъявленных к характеристикам ЯРУ для атомных станций.

Научно-техническая новизна комплекса научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также методов научно-расчетных исследований, примененных в процессе создания ЯРУ КЛТ-40С, заключается в следующем:

1) создана уникальная инновационная кассетная активная зона, на базе ураноемкой металлокерамической топливной композиции, что позволило обеспечить большую в 2,3 раза ураноемкость, выполнение требований нераспространения, экспортный потенциал ПЭБ, улучшение технико-экономических характеристик плавучей атомной станции, повышение безопасности при перегрузке.

Впервые в отечественной судовой ядерной энергетике получен требуемый ресурс и энергозапас активной зоны при обогащении ниже 20 %.

Конструктивные решения по кассетной активной зоне и результаты их обоснования использованы при создании активных зон повышенной энергоемкости для универсальных атомных ледоколов нового поколения – проект 22220.

2) впервые для отечественных судовых ядерных реакторных установок реализован инновационный комплекс систем безопасности с широким применением пассивных систем и элементов, позволивший существенно повысить безопасность в проектных и запроектных авариях по сравнению с ЯРУ действующих атомных судов. Например, увеличены запасы времени на управление запроектными авариями: при герметичном 1 контуре с 1 часа до более 1 суток, а в условиях разгерметизации с 10 минут до более 2 часов. В тяжелых авариях сохраняется целостность корпуса реактора с удержанием расплава активной зоны внутри его корпуса, что уменьшает последствия данной аварии. Проведен комплекс НИОКР по повышению безопасности ЯРУ КЛТ-40С в проектных и запроектных авариях;

3) является единственной в мире атомной станцией, где не предусмотрено какое-либо обращение (включая транспортировку) с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами на площадке станции вне энергоблока благодаря решениям, заложенным в основные компоненты ПЭБ «Академик Ломоносов» (ЯРУ, перегрузочный комплекс, хранилище ОТВС и ТРО);

4) впервые для отечественных судовых ядерных реакторных установок применены цифровая система управления и параметрическая блокировка/разблокировка уставок защит, что полностью исключает возможность блокировки прохождения защитных алгоритмов в результате ошибок персонала.

5) впервые для отечественных судовых ядерных реакторных установок применены средства удаления водорода – пассивные каталитические рекомбинаторы водорода, обеспечивающие водородную безопасность при авариях, в том числе с тяжелым повреждением активной зоны.

6) существенно повышены показатели надежности ЯРУ по сравнению с ЯРУ атомных ледоколов. Назначенные ресурс и срок службы основного оборудования увеличены со 100 тыс. часов и 25 лет до 300 тыс. часов и 40 лет, соответственно. Период непрерывной работы без обслуживания увеличен с 8000 ч до 26000 ч;

7) значительно повышена экологическая безопасность в сравнении с ЯРУ действующих атомных судов использованием системы безотходной технологии, обеспечивающей максимальное сокращение количества жидких и газооб-

разных радиоактивных отходов, образующихся при эксплуатации ЯРУ. Применение комплекса технических решений, обеспечивающих исключение выброса среды из ЗО в авариях с течью первого контура, удержание расплава активной зоны внутри корпуса реактора в тяжелых авариях;

8) доработаны, верифицированы и аттестованы в Ростехнадзоре новые расчетные программы, предназначенные для обоснования безопасности, надежности и работоспособности судовых ЯРУ и учитывающие особенности технических решений ЯРУ КЛТ-40С (кассетная активная зона, новые системы безопасности);

9) впервые в отечественной судовой ядерной энергетике применительно к ЯРУ КЛТ-40С разработаны и применены наукоемкие технологии трехмерного моделирования различного оборудования и процессов на СуперЭВМ, предназначенные для обеспечения расчетных обоснований и экспериментов на всех этапах жизненного цикла, позволившие заменить затратные натурные испытания нового оборудования численным экспериментом;

10) создан новый уникальный специальный комплекс перегрузочный с современной цифровой системой управления, обеспечивающий высокий уровень автоматизации и безопасности при выполнении ядерно- и радиационно-опасных работ по замене ядерного топлива (перегрузка, выгрузка активных зон), снизить количество и дозы облучения персонала, занятого в перегрузке, по сравнению с ранее использовавшимся оборудованием для перегрузки ядерного топлива атомных ледоколов;

Решена важная научно-практическая задача государственного значения - в 2020 году в городе Певек введена в промышленную эксплуатацию уникальная и не имеющая аналогов в мире головная плавучая атомная теплоэлектростанция на базе ПЭБ проекта 20870 «Академик Ломоносов» электрической мощностью 70 МВт с двумя ЯРУ КЛТ-40С. Начало ее эксплуатации позволяет говорить о практическом использовании транспортабельной ядерной энергетики, о расширении экспортного потенциала российской промышленности, подтверждении референтности технологий плавучих атомных станций.

В процессе создания ЯРУ **своевременно решена задача импортозамеще-**

ния: на предприятиях России освоено производство требуемых сплавов титана, циркония, хромоникелевой стали, также развернуто серийное изготовление теплообменников, циркуляционных насосов различного назначения на производственных площадках АО «ОКБМ Африкантов».

Стратегический и политический эффект от внедрения результатов работы заключается в том, что размещение ПАТЭС в Певеке создает условия для устойчивого социально-экономического развития Чаунского муниципального района и Чукотки в целом. Кроме того, она станет одним из ключевых элементов инфраструктуры в рамках программы развития Северного морского пути, которая позволит реализовать крупные инфраструктурные проекты, логистически связанные с портом Певек. Результаты данной работы имеют также **стратегический и политический эффект в обеспечении экономического развития России.**

Суммарный экономический эффект от реализации проекта ПАТЭС на базе ПЭБ «Академик Ломоносов» составляет ~ **180** млрд. руб. при сравнении с альтернативными энергоисточниками, работающими на дизельном топливе и до ~ **65** млрд. руб. – с энергоисточниками, работающими на угле и СПГ.

Оценка социально-экономического эффекта от реализации проекта плавучей атомной теплоэлектростанции на базе ПЭБ «Академик Ломоносов» с РУ КЛТ-40С на всем жизненном цикле составляет ~ **4,0** руб. на один вложенный руб. Основной вклад вносят налоговые поступления ~ **64,3** млрд. руб., что превышает стоимость сооружения плавучей атомной теплоэлектростанции, и экономия дизельного топлива ~ **117,0** млрд. руб. (с учетом вычета капитальных и эксплуатационных затрат ДЭС) за счет замещения мощностей ДЭС ядерной генерацией.

Экологический эффект. Атомная энергетика полностью соответствует поставленным мировым сообществом целям по резкому сокращению выбросов CO₂. Учитывая электрическую мощность плавучего энергоблока, можно сказать, что он позволит ежегодно предотвращать выбросы в атмосферу в объеме ~ 700 тыс. тонн CO₂.

Масштабы реализации работ: в настоящее время введена в промышленную эксплуатацию не имеющая аналогов в мире плавучая атомная теплоэлектро-

станция на базе ПЭБ проекта 20870 «Академик Ломоносов» электрической мощностью 70 МВт.

Результаты выполненного комплекса научно технических и опытно-конструкторских работ, элементная база по активным зонам и оборудованию, практический опыт создания ЯРУ КЛТ-40С применены в ЯРУ РИТМ-200 для строящихся универсальных атомных ледоколов проекта 22220, используются в проектах ЯРУ а/л «Лидер» и ЯРУ «Оптимизированного плавучего энергоблока мощностью 100 МВт для эксплуатации в районах Крайнего Севера и Дальнего Востока» (ОПЭБ-С), предназначенных, для освоения арктического шельфа Российской Федерации и нацеленных на широкое использование во всем мире.

Полученные результаты представляют научную и практическую ценность для судовой ядерной энергетики. В результате выполнения данной работы подготовлено и защищено 5 докторских и 40 кандидатских диссертаций, ценность представленных разработок подтверждена более 30 авторскими свидетельствами, патентами на изобретения и полезными моделями. Результаты работы прошли апробацию на 40 межотраслевых конференциях и семинарах.

Таким образом, представленная работа отражает научно-технические исследования и опытно-конструкторские разработки по приоритетному направлению развития науки и техники – созданию перспективных судовых ядерных реакторных установок с водо-водяными реакторами под давлением для атомных судов и плавучих энергоблоков различного назначения.