

## **Аннотация проекта (ПНИЭР), выполняемого в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»**

**Номер Соглашения о предоставлении субсидии/государственного контракта:** 14.578.21.0067

**Название проекта:** Разработка методов, экспериментальных измерительных средств и опытных образцов систем для производственного и эксплуатационного контроля качества тепловыделяющих элементов и сборок ядерных реакторов нового поколения с перспективными видами ядерного топлива

**Основное приоритетное направление:** Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика

**Исполнитель:** федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"

**Руководитель проекта:** Кудрявцев Евгений Михайлович

**Должность:** профессор

**E-mail:** aberestov53@mail.ru

**Ключевые слова:** производственный контроль, эксплуатационный контроль, база знаний, контроль качества, методические и инструментальные средства, реакторные установки, твэл, тепловыделяющая сборка, ядерное топливо.

### **Цель проекта**

1. Проект направлен на повышение надежности, экологичности и экономической эффективности ядерных реакторов нового поколения с перспективными видами ядерного топлива.

2. Разработка и создание систем производственного контроля качества тепловыделяющих элементов (твэл) и сборок (ТВС). Создание методического и инструментального обеспечения гарантии качества новых типов твэлов, тепловыделяющих сборок (ТВС) с перспективными видами ядерного топлива и элементов конструкции ядерного реактора.

### **Основные планируемые результаты проекта**

1. Созданы экспериментальные образцы средств контроля (макеты) элементов конструкций ЯЭУ в производственных и эксплуатационных условиях, включая системы контроля:

- герметичности твэлов в составе ТВС в условиях АЭС с ВВЭР-1000;
- параметров газовой среды в твэлах;
- толщины оболочки твэлов, включая участки коррозионных повреждений;
- геометрических характеристики ТВС, включая прогибы и скручивания;
- величины зон пластического деформирования металла главного разъема реакторных установок (наминов).

2. Экспериментальные средства позволяют проводить контроль:

- подтверждение герметичности твэлов с достоверностью не менее 95%;
- давления гелия в твэлах в диапазоне 0,5-0,7 МПа с погрешностью не более

0,05 МПа;

- давления гелия в твэлах в диапазоне 1,8-2,5 МПа с погрешностью не более 0,05 МПа;

- чистоты гелия в твэлах типа ВВЭР в диапазоне 98-100% гелия с погрешностью не более 0,3 %;

- чистоты гелия в твэлах реакторов типа БН в диапазоне 94-100% гелия с погрешностью не более 2 %;

- толщины оболочки по длине твэлов с погрешностью не более 2 мкм.

- прогибы ТВС в условиях АЭС на стендах инспекции и ремонта с погрешностью не более 1 мм;

- углы скручивания ТВС в условиях АЭС на стендах инспекции и ремонта с погрешностью не более 2 град.;

### **Краткая характеристика создаваемой/созданной научной (научно-технической, инновационной) продукции**

1. В итоге будут созданы автоматизированные системы производственного и эксплуатационного контроля согласно ТУ:

- герметичности твэлов на стендах инспекции и ремонта (отличается новизной по сравнению с мировыми аналогами. Получено ноу-хау);

- давления гелия в твэлах ВВЭР, КВАДРАТ и т.п. при их производстве (отличается новизной по сравнению с мировыми аналогами. Получено ноу-хау); ;

- чистоты гелия в твэлах типа ВВЭР, КВАДРАТ и т.п. при их производстве (отличается новизной по сравнению с мировыми аналогами. Получено ноу-хау);;

- чистоты гелия в твэлах типа БН при их производстве (отличается новизной по сравнению с мировыми аналогами. Получено ноу-хау);

- толщины оболочки и её коррозионных повреждений по длине твэлов при их производстве и после эксплуатации.

- прогибы ТВС в условиях АЭС с ВВЭР-1000 на стендах инспекции и ремонта (не уступает мировым аналогам);

- углы скручивания ТВС в условиях АЭС с с ВВЭР-1000 на стендах инспекции и ремонта (не уступает мировым аналогам).

2, 3. Оценка новизны методик контроля:

- герметичности твэлов - позволяет проводить контроль после исчерпания зазора топливо-оболочка. Получено ноу-хау;

- давления гелия в твэлах - отличается повышенной точностью по сравнению с мировыми аналогами. Получено ноу-хау;

- чистоты гелия в твэлах типа ВВЭР, КВАДРАТ и т.п. - отличается повышенной точностью по сравнению с мировыми аналогами. Получено ноу-хау;

- чистоты гелия в твэлах типа БН при их производстве - не имеет аналогов. Получено ноу-хау;

- толщины оболочки и её коррозионных повреждений по длине твэлов - отличается повышенной точностью по сравнению с мировыми аналогами.

Получено ноу-хау;

- прогибы ТВС в условиях АЭС - не уступает мировым аналогам);
- углы скручивания ТВС в условиях АЭС - не уступает мировым аналогам).

4. Для внедрения систем в производство необходимо только желание заказчиков (Росэнергоатом и ОАО ТВЭЛ)

### **Назначение и область применения, эффекты от внедрения результатов проекта**

1. Область применения - предприятия Росатома
2. Планируется внедрение разработанных средств контроля на предприятиях отрасли: ИРМ, Машзавод г. Электросталь, НЗХК г. Новосибирск, Калининская АЭС, АЭС Темелин (Чехия)
3. Разрабатываемые системы позволят повысить надежность твэлов и обеспечить выполнение концепции "нулевого отказа"
4. Разрабатываемые системы могут быть внедрены на зарубежных предприятиях в рамках международного сотрудничества

### **Текущие результаты проекта**

Разработаны и изготовлены четыре макета измерительных узлов экспериментальных систем контроля: давления и чистоты гелия в твэлах, коррозионных повреждений оболочки твэл, герметичности твэлов в составе ТВС, а также искривлений и скручиваний ТВС на стендах инспекции и ремонта АЭС с ВВЭР-1000.

Разработаны 4 методики контроля. В установленном порядке обеспечена их охрана в режиме коммерческой тайны.

Разработаны и изготовлены 4 экспериментальные информационно - измерительные системы для экспериментальных систем контроля

Результаты работ подтверждают, что разработанные методики контроля и созданное экспериментальное оборудование позволяют достичь точностных показателей при контроле твэлов и ТВС согласно ТУ