МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ

ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«СРЕДНЯЯ ШКОЛА №155 ИМЕНИ Героя Советского Союза

Мартынова Д. Д.»

Центрального района города Красноярска

Научно-исследовательская работа

Разработка нового топлива для ЯТЦ

Выполнила:

Ученица 11 класса

Ярыгина А. А.

Проверил:

Учитель по инд. проекту

Снегирев А. А.

Красноярск, 2025

Проект, посвященный ядерному топливу и его циклам, имеет первостепенное значение для развития современной атомной энергетики. Российские разработки в области тепловой энергетики демонстрируют высокие стандарты качества и безопасности. Благодаря таким проектам, как Белоярская АЭС и использование МОКС-топлива, страна укрепляет позиции лидера, обеспечивая надежность и устойчивость своей энергетической системы. Так что развитие атомной энергетики остается актуальным направлением для многих стран мира.

Миссия проекта «Разработка нового топлива для ЯТЦ» в первую очередь это создание нового топлива на быстрых нейтронах, которое не будет излучать гамма-кванты высокой интенсивности, а уже у переработанного топлива будет как можно меньше утрачен U-235, но и полный распад ядра (изотопа) будет быстрее.

Цель: нахождение нового вида топлива для дальнейшего исследования.

Задача: найти реакцию, которая позволит элементам вырабатывать электрическую энергию.

Ресурсы, с помощью которых я искала информацию:

* КАНАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР Н. А. Доллежаль И. Я. Емельянов
* ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ В. И. Владимиров
* АВАРИИ, ИНЦИДЕНТЫ И УПРАВЛЕНИЕ ОТКАЗАМИ ЭЛЕМЕНТОВ АЭС А. И. Гошко
* РОБОТОТЕХНИКА М. Лысачев, А. Прохоров
* ОСНОВЫ ФИЗИКИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ И. А. Едчик
* СТРОИТЕЛЬСТВО АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В. Б. Дубровский
* ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, ЧЕЛОВЕК И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА
* КВАНТОВАЯ ОПТИККА, ТВЕРДОГО ТЕЛА, АТОМОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И. В. Савельев
* ФИЗИКА: ШРЕДИНГЕР ВЫРОС, А ВОПРОСЫ ОСТАЛИСЬ А. Б. Казанцова
* ОСНОВЫ ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ А. Н. Абрамов
* Интернет-ресурс

Этапы нахождения нового топлива для АЭС:

1. Подробный разбор каждого элемента из периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.
2. После нахождения путем подбора (U) и (Ac), составляю химическую реакцию с элементами (U), (Ac), (O) – 2Ac + 3U + 12O = Ac\_2 U\_3 O\_12
3. Проверяю баланс и валентность Ac^+3 + 3U^4 + 12O^-2 = Ac\_2 U\_3 O\_12. Здесь сумма положительных зарядов (2\*3 + 3\*4) равна сумме отрицательных зарядом (12\*(-2)) обеспечивая общую нейтральность.
4. После нахождения нужной реакции ищу способ обработки или способ соединения элементов путем выработки электрической энергии. Выбираю оксидную форму, так как через данную форму актиний и уран позволяют создавать композиты, подходящие для длительного функционирования в высокотемпературных средах, так же низок риск коррозии и повреждения оболочек.

Характеристика топлива:

* Остаточная теплоемкость в активной зоне и бассейне выдержки:

Ac\_2 U\_3 O\_12

Ac = 2\*227 г/моль = 457 г/моль

U = 3\*238 = 714 г/моль

O = 12\*16 = 192 г/моль

M = 1360/ = 1,36 кг/моль

C\_Дж/кг\*C + 423,8/1,36 = 311,6 Дж/(кг\*C)

ИВВ-2М: 300-350 Дж/(кг\*С)

Что доказывает, что мое топливо ничем не уступает стандартному топливу из (U - 235), (U - 238).

* Продолжительность работы реактора на одной загрузке:

Допустим, реактор работает непрерывно с производительностью 1 ГВт эл., мощности, коэффициент использования энергии составляет 30%, масса топлива равна 1000 кг, коэффициент использования топлива 95%, годовой цикл эксплуатации 8760 ч. Определим энергии, выработанную за год E = 1 ГВт \* 8760 ч = 8,76 ТВт \* ч. Определим необходимую массу топлива для покрытия указанной реакции (подставим известный выход энергии): m\_расход = 8,76 ТВт \* ч/80 МВт \* ч/кг = 109500 кг. Итого, простая оценка дает приблизительный срок порядка нескольких месяцев. Сравним ИВВ-2М: несколько месяцев подряд. Что доказывает, что работа реактора на моем топливе имеет стандартное время работы.

* Вероятность аварийных ситуаций:

Использование нового топлива потенциально может снизить вероятность аварийных ситуаций на АЭС благодаря ряду преимуществ, однако все зависит от целого ряда факторов – дизайн реактора, систему безопасности, методы эксплуатации.

Преимущества:

1. Повышенная термическая стойкость. Оксидные составы на основе актинидов обладают повышенной устойчивостью к высоким температурам, что снижает риск плавления сердечника реактора при экстремальных эксплуатациях.
2. Лучшая совместимость с теплоносителем. Новое топливо способно обеспечить лучшую передачу тепла, уменьшая возможность локального перегрева и образования горячих зон.
3. Минимизация риска неконтролируемой реакции. Благодаря сбалансированному составу делящихся тепловых стабилизирующихся элементов, уменьшается вероятность непредвидимых цепных реакций.
4. Улучшение свойства нейтронов. Оптимальное подобранное соотношение элементов способствует снижение вероятности непредвиденных скачков нейтронного потока.

Риски и предосторожности:

1. Некоторые композиции на основе актинидов могут проявлять нестабильное поведение при воздействии высокого уровня радиации.
2. Проблемы с производством и утилизацией. Это радиоактивное вещество, с низким коэффициентом гамма частиц, утилизация которой требует повышенные требования обработки и контролю качества.
3. Дополнительные исследования. Перед внедрением нового топлива требуются обширные испытания и тестирования на моделях реакторов.

Для снижения рисков аварийных ситуаций:

1. Улучшение технологий контроля диагностики состояния топлива.
2. Повышение квалификации персонала и совершенствование процедур профилактики и реагирования на инциденты.
3. Инновационные разработки в области автоматического регулирования мощности реактора.