**ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ТОРИЙ-ПЛУТОНИЕВОГО КОМПОЗИТА В РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКЕ ВВЭР-1000**

Баталов А.А.

*Лицей при ТПУ г. Томска, Томск, Россия*

batalov\_aleksey\_z@mail.ru

Проблема ограниченности энергетических ресурсов в настоящее время становится актуальна как никогда. Запасов нефти и газа становится всё меньше, а дальнейшее их использование приближает нас к экологической катастрофе. Вместе с тем в мире ещё не найдена постоянная и полностью безопасная замена тепловой энергетике. Даже использование восполняемых источников энергии имеет ряд проблем или ограниченность во времени суток или времени года. Одной из наиболее приблизившихся к необходимым критериям стала ядерная энергетика, она может работать вне зависимости от времени, а её неэкологичность возможно свести к минимуму. Однако её запасов с 15% долей от всей произведённой энергией в мире хватит всего на несколько веков. Для того, чтобы заменить тепловую ей необходимы большие запасы ресурсов. Ещё в прошлом веке учёные обнаружили возможность применения тория для получения вторичного топлива, но разработки были приостановлены. Целью настоящей работы было оценить торий-урановый топливный цикл на пригодность для использования его в реакторе ВВЭР-1000 вместо уран-плутониевого топливного цикла. Для этого необходимо разработать расчётные коды для элементарной ячейки ВВЭР-1000, произвести на их основе расчёты, результаты проанализировать и на их основе найти основные теплофизические критерии.

Метод: проведение расчётов модели ядерной ячейки с использованием программного кода WIMS, который базируется на применении интегрально-дифференциального уравнения Больцмана в групповом приближении с заданными граничными условиями. Для создания и редакции кода использовалась программа «Notepad++», а необходимые данные и расчёт теплофизических расчётов производился в «Microsoft Excel». Для работы использовались стандартные параметры устройства тепловыделяющей сборки ВВЭР-1000 (4 зоны: топливо R=0,4 см, гелий R=0,41 см, циркониевая оболочка R=0,47 см и вода R=0,74 см), тепловой мощности ≈3000МВт, температуры зон =300°К. Материал: торий-плутониевое топливо.

Результаты: Было получено, что размножающие свойства ячейки и энерговыработка близки к тем, которые характерны для уранового топлива, что говорит о возможности применения топлива. Максимальной продуктивности в использовании композита возможно добиться при изменении геометрии ячейки реактора ВВЭР-1000 за счёт уменьшения водно-топливного отношения до 1,2. При этом достигается максимальная длина кампании =1287,5 суток. Значение максимальной объёмной плотности тепловыделения в топливе составила =897 МВт/м3, а расход топлива =179кг/с. Значения скорости теплоносителя при водно-топливном отношении =1,2 колеблются от 10,7 до 11,78 м/с на разных участках теплового канала, что превосходит максимально допустимую для стандартного реактора ВВЭР-1000. В связи с этим водно-топливное отношение было принято стандартным =2,0, при этом значения опустились до 7,54-8,3 м/с, что удовлетворяет эксплуатационным требованиям. Было получено, что максимальная температура, возникающая в топливе при работе, будет равна 1430°К.

Обсуждение: На основании полученных данных можно говорить о возможности применения торий-плутониевого топлива вместо уран-плутониевого и достижения более продуктивного его использования. Можно предположить, что при укреплении конструкции или изменении материалов реактора получится добиться условий для максимально продуктивного использования нового топлива. Максимальная температура в топливе ниже максимальной температуры в урановом топливе на 400°К, по-видимому, это приведёт к снижению нагрузки на топливный композит и повышению безопасности его использования. На основе результатов по концентрации элементов в топливе можно предполагать, что большие затраты на плутоний уравновесят меньшие на торий. Следовательно, есть дальнейшие перспективы в применении нового топлива.