

5. УРАН-ТОРИЕВЫЙ ЦИКЛ НА БАЗЕ ДОКРИТИЧЕСКОГО РЕАКТОРА

Наиболее перспективным направлением разработки новых энергетических реакторов представляется создание ториевого докритического реактора снабженного ионным ускорителем.

В мире ежегодно образуется долгоживущих радиоактивных нуклидов в количестве 430 млн. кюри. Самые опасные из них – долгоживущие или делящиеся актиниды. Устранить опасности, связанные с накоплением долгоживущих актинидов, можно на новой основе уран-ториевого топливного цикла, внося в него кардинальные усовершенствования. Действительно, как уже говорилось выше, существующие реакторы работают на урановом цикле, постоянно нарабатывая плутоний. К 1990 в мире уже было 902 т плутония из них 248 т обогащенного плутония. Даже если новые АЭС не будут вводиться в строй, к 2050 г будет накоплено 5000 т плутония, 85 т америция и 270 т нептуния.

Предлагается создать ядерный топливный цикл на основе ториевого жидкосолевого ядерного гомогенного реактора с внешним источником возбуждения нейтронов. Работа ториевого гомогенного реактора организуется в так называемом «доминирующем режиме распада», при котором практически не происходит накопления ядер актинидов с массовым числом более 235. Весь комплекс ядерной установки размещается под землей на глубине не менее 50 метров. В качестве делящегося материала будет использоваться ^{233}U , а в качестве воспроизводящего материала - ^{232}Th . В начале реактор работает на чистом ^{235}U как источнике нейтронов, а затем из тория образуется ^{233}U и реакция идет сама собой в течение 50 лет (нужно только иногда добавлять торий). В какой-либо перезарядке реактор не нуждается.

В реакторе каскадного типа применяется внешний источник нейтронов - ускоритель электронов (возможно - ускоритель протонов). Пучок ускоренных электронов падает на мишень, в которой за счет ядерных реакций образуются нейтроны. Две реакторные зоны - расплавы фторидов урана (нелетучий тетрафторид) и лития имеют несколько различный состав. Температура солей 500°C - первый контур и 430°C - второй контур. При работе с потоком нейтронов 10^{15} н/см²с некоторое количество плутония все же образуется, поэтому полагают работать на потоке 10^{13} н/см²с. Нейтронный яд – ксенон - постоянно выводится и поглощается. После окончания работы фториды перерабатываются газообразным фтором. При этом высшие фториды урана возгоняются и возвращаются в реактор. Остаток хранится 300-400 лет, а затем используется в виде фторидных стекол. Реактор имеет 5 барьеров безопасности, в том числе - безопасность от диверсий. При потоке (флюенсе) 10^{13} н/см²с и мощности 1 Гвт объем реактора 350 м^3 .

Преимущества предлагаемой новой технологии:

- исключается наработка и накопление трансурановых элементов и большого количества долгоживущих высокорadioактивных отходов, тем самым решается проблема по обращению с отходами;
- топливный цикл полностью замыкается и работает в режиме самообеспечения делящимся материалом с периодической подпиткой воспроизводящим неделяющимся природным материалом - тетрафторидом тория;
- полностью исключается сброс радиоактивных газов в атмосферу;
- полностью исключается транспортировка по воде и суше высокорadioактивных отходов и больших количеств делящихся материалов;
- подземная компоновка резко повышает экологическую безопасность, поэтому АЭС может быть вплотную приближена к потребителю тепла, в том числе и крупного города;
- примерно в 1000 раз уменьшается объем высокорadioактивных отходов;
- себестоимость электроэнергии снижается не менее, чем в 2 раза.