Актуальный взгляд на применение термоядерного источника нейтронов для наработки топливных нуклидов [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Кутеев Б.В., 1,2Шленский М.Н.

1НИЯУ «МИФИ», Москва, Россия, shlenskiy\_mn@nrcki.ru
2НИЦ «Курчатовский Институт», Москва, Россия, Kuteev\_BV@nrcki.ru

Вопрос обеспечения человечества электроэнергией является ключевым для его устойчивого развития и поддержания достигнутого уровня. Можно констатировать, что в мире наблюдается потенциал роста потребления электроэнергии (по некоторым оценкам установленная мощность энергетики должна составить 40 ТВт к 2050 году). Это связано и с ростом населения, и с наращиванием производственных мощностей в развивающихся странах. При этом существует запрос на устойчивые источники энергии, то есть такие, которые смогут обеспечивать энергией на протяжении длительного времени (тысячи лет) и без перебоев. Критическим является и запрос на уменьшение вредного влияния на окружающую среду при выработке электроэнергии. Также безусловно энергия не должна быть слишком дорогой: в некоторых работах отмечается, что расходы на энергию не должны превышать 10% ВВП страны.

Углеродное топливо плохо удовлетворяет критерию экологичности, а возобновляемые источники энергии зачастую не могут удовлетворить запрос на устойчивость и экономичность.

Из существующих источников остаётся ядерная энергетика. Однако и в этой отрасли есть серьезные проблемы. Если рассматривать систему с открытым топливным циклом, то возникает проблема ограниченности ресурсной базы, а также накопления большого количества высокорадиоактивных материалов. Если рассматривать создание системы с замкнутым ядерным топливным циклом, то препятствием для построения крупномасштабной энергетики здесь является низкое значение коэффициента воспроизводства топлива, которое достижимо в современных и будущих энергетических реакторах на быстрых нейтронах. Также некоторые авторы выделяют проблему образования безвозвратных потерь при переработке высокорадиоактивного отработавшего топлива. Впрочем, обоснованность этих опасений находится пока что под вопросом.

Возможным решением проблем ядерной энергетики, связанных как с ресурсной базой, так и с распространением радиоактивности, может стать применение термоядерного источника нейтронов для наработки топлива из сырьевых изотопов (U-238, Th-232).

Данная работа имеет обзорный характер, однако приводятся также и некоторые мысли самих авторов, подкреплённые расчётами. Целью работы является определение актуального состояния исследований по вопросу наработки топлива в гибридных системах синтез-деление (ГССД).

Для задачи наработки ядерного топлива в ГССД важными являются следующие вопросы. 1) В какой энергетической системе будет работать ГССД и для каких реакторов деления будет нарабатываться топливо? 2) Где будет нарабатываться тритий? 3) Какой топливный цикл предпочтителен (U-Pu или U-Th) и в каких условиях? 4) Какие материалы предпочтительно использовать в бланкете? 5) Как можно увеличить наработку топлива в бланкете?

На основе проведённого обзора можно сказать, что для системы ядерной энергетики, состоящей из тепловых реакторов и ГССД, предпочтительнее использовать U-Th топливный цикл. В этом случае стоит протестировать новые составы ядерного топлива, содержащие Pa-231. В случае наработки стартовых загрузок для быстрых реакторов, предпочтительнее использовать U-Pu топливный цикл, в рамках которого можно нарабатывать в 2-3 раза больше топливных нуклидов, чем в случае U-Th цикла. Добавление в бланкет ГССД минорных актинидов позволяет в несколько раз увеличить наработку топлива.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIX/R/en/JO-Shlenskiy_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)