Анализ схемы и параметры инжектора быстрых атомов для токамака ТИН-СТ [[1]](#footnote-1)\*)

Ананьев С.С., Панасенков А.А., Длугач Е.Д., Кутеев Б.В.

НИЦ Курчатовский институт, Москва, РФ, [Ananyev\_SS@nrcki.ru](mailto:email@email.ru)

Работа посвящена выбору схемы и параметрам инжектора быстрых атомов дейтерия для системы нейтральной инжекции токамака ТИН-СТ [1]. Энергия быстрых атомов является важным параметром, определяющим эффективность генерации тока в плазме токамака и нейтронный выход. Как показано в [2], в диапазоне 100÷200 кэВ с ростом энергии доля нейтронов, полученных на D-T реакции в тепловом компоненте плазмы, уменьшается, однако полный нейтронный выход растёт, что обеспечивается ростом интенсивности D-T реакции при взаимодействии пучок-плазма. С ростом энергии пучка наблюдается также заметный рост эффективности генерации тока.

Приведенный диапазон энергий является переходным для выбора схемы инжектора либо на основе источников положительных ионов (ПИ), либо отрицательных (ОИ), поскольку эффективность нейтрализации ПИ в этой области энергий быстро падает с увеличением энергии, а для ОИ она остаётся на уровне около 60%. В пользу схемы с ОИ работает также тот факт, что средняя угловая расходимость пучка с ОИ примерно в два раза меньше, чем в источниках ПИ. С другой стороны, эмиссионная плотность тока ионов в источниках ПИ практически на порядок превышает плотность тока в источниках ОИ, инжекторы с ПИ более компактны и технология их отработана на многих установках. В данной работе проведен анализ схем инжекторов для ТИН-СТ и выбран вариант с использованием источников ПИ с энергиями ионов дейтерия до 140 кэВ. Конкретные значения энергий будут определяться режимами работы и параметрами плазмы токамака.

Рассмотрен вариант инжекторного модуля с мощностью вводимого в плазму пучка атомов дейтерия до 3.5 МВт. Определены геометрия и параметры ионного источника (ИИ) с током пучка ионов дейтерия до 80 А и геометрия компонентов пучкового тракта от выходного электрода ИИ до входного окна в камеру токамака. Рассчитаны энерговыделения от пучка на компонентах и условия их охлаждения. Определены газовые условия в инжекторе и оценены потери нейтрального пучка вследствие ре-ионизации атомов на фоновом газе.

Работа поддержана Национальным исследовательским центром «Курчатовский институт» (28.09.2020 № 1934а).

Литература

1. Kuteev BV et al, 2011 Steady state operation in compact tokamaks with copper coils Nucl. Fusion 51 073013
2. А.Ю. Днестровский, А.А. Голиков, Б.В. Кутеев и др. Исследование стационарного режима работы нейтронного источника на основе токамака. ВАНТ, Сер. Термоядерный Синтез 2010, вып.4

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Mu/en/AL-Anan'ev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)