СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ КОЛИЧЕСТВ И ИНТЕНСИВНОСТЕЙ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ СИНТЕЗА В Z-ПИНЧАХ И УСТАНОВКАХ ТОКАМАК [[1]](#footnote-1)\*)

1Вихрев В.В., 1Баронова Е.О., 2Фролов А.Ю.

1НИЦ «Курчатовский Институт», г. Москва, Россия, [vikhrev@mail.ru](mailto:vikhrev@mail.ru),  
2МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия, [alexeyfrolov92@yandex.ru](mailto:alexeyfrolov92@yandex.ru)

В работе проведен теоретический анализ и дано сравнение методов нагрева плазмы до термоядерных значений в Z-пинчевых установках и установках типа токамак [1, 2]. Показано преимущество получения ядерных реакций синтеза в результате Z-пинчевого сжатия по сравнению с методами, используемыми на современных установках типа токамак.

Теоретическое сравнение возможных количеств и интенсивностей ядерных реакций синтеза этих систем стало возможным из-за того, что ранее токамаки имеют начало их происхождения от экспериментов с линейными Z-пинчами, на которых впервые было получено нейтронное излучение из плазменных систем [2, 3]. В дальнейшем развитие   
Z-пинчевых разрядов и создание тороидальных камер пошло в разных направлениях: исследования по токамакам были направлены на создание стационарного ядерного реактора, а Z-пинчи на создание мощного импульсного источника нейтронного излучения. В теоретическом же плане моделирование разрядов Z-пинчах и токамаках происходит в рамках одной и той же физики и с помощью одних и тех же уравнений. Отличие составляет только то, что при моделировании разрядов в токамаках часто пренебрегают нестационарными явлениями в плазме, а в Z-пинчах импульсные процессы в плазме составляют основу для этих систем. К таким явлениям относится пинчевой нагрев плазмы за счет сжатия ее магнитным полем разряда и возникновение при этом МГД–неустойчивости, приводящей к генерации высокоэнергичных ионов [4 - 6].

В настоящее время подтверждено то, что нейтроны в Z-пинчах происходят в результате термоядерной реакции синтеза и для них возникает только проблема использование этой плазмы для получения электрической энергии. Для токамаков эта же проблема также до конца не решена. Проблему же нагрева плазмы в токамаках можно решить таким же образом, как она решена в Z-пинчевых установках – т.е. нагреть плазму за счет использовании энергии магнитного поля, создаваемого наличием разрядного тока в плазме.

Нейтронный выход в Z-пинчах пропорционален току в четвертой степени и в экспериментах, выполненных на установке Z-пинч (США, лаборатории Сандиа) он составил 2 x 1012 термоядерных D-D нейтронов за импульс при токе 19 МА [7]. В современных установках токамак нейтронный выход за разряд значительно меньше. Это указывает на предпочтение использовать для создания УТР разряды типа Z-пинч по сравнению с разрядами типа токамак. (стабилизированными продольным магнитным полем).

Литература

1. Арцимович Л.А., Управляемые термоядерные реакции, М: Атомиздат, 1961.
2. Петров Д.П., Филиппов Н.В., Филиппова Т.И., Храбров В.А., Физика плазмы и проблема управляемых термоядерных реакций, 1958, т. 4, с. 170.
3. Брагинский С.И., Шафранов В.Д., Физика плазмы и проблема управляемых термоядерных реакций, 1958, т. 2, с. 126.
4. Sсhluter A., Zeitschrift fur Naturforschung **12a**, 822 (1957).
5. Вихрев В.В., Мариненко-Маренков А.Д., Физика плазмы 2012, т. 38, стр. 251.
6. Vikhrev VV., Baronova E.O., Dodulat E.I., Frolov A.Yu. Сhirkov A.Yu., in *Proc. of the 11th International Conference on Dense Z-Pinches, Beijing, 2019*, p. 82.
7. Gomez M.R. et al., Phys. Rev. Lett. **113**, 155003 (2014).

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