

УДК 533.9

В. И. Х в е с ю к, А. Ю. Ч и р к о в

ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МАЛОРАДИОАКТИВНОГО D-³He-ТЕРМОЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА С НАРАБОТКОЙ ³He

В настоящее время одним из наиболее серьезных препятствий на пути к реализации в будущих термоядерных реакторах малорадиоактивного D-³He-цикла является отсутствие промышленных запасов ³He на Земле. В данной работе предложен D-³He-термоядерный топливный цикл, использующий в качестве сырья (первичного топлива) только дейтерий. Необходимое количество легкого гелия ³He вырабатывается в реакциях образования ³He и трития T (с последующим его превращением в ³He) непосредственно в процессе производства энергии в реакторе. Принципиально важным результатом является то, что при достижимом в таком цикле отношении концентраций $n_{\text{He}}/n_{\text{D}} = 0,1 \div 0,3$ возможно обеспечить низкое выделение энергии в нейтронах (~ 5% от полной термоядерной мощности) в сочетании с высокоэффективным производством энергии.

Physical Substantiation of Low Radio-active D-³He-thermonuclear Fuel Cycle with ³He Production / V.I. Khvesyuk, A.Yu. Chirkov // Vestnik MGTU. Natural Sciences. 2001. No. 1. P. 76–86.

Nowadays one of the most serious obstacles on the way to implementation of future thermonuclear reactors of low radio-active D-³He-cycle is the lack of commercial terrestrial reserves of ³He. This paper suggests D-³He-thermonuclear fuel cycle using only deuterium as a raw material (primary fuel). The necessary amount of light helium ³He is produced in reactions yielding ³He and tritium T (followed by its transformation into ³He) immediately in the process of power generation in the reactor. The fact that, with the concentration ratio of $n_{\text{He}}/n_{\text{D}} = 0,1 \dots 0,3$ that is achieved in the cycle, it is possible to provide low power generation in neutrons (~ 5% of the total thermonuclear power) together with the high efficiency power production, is the essentially important result. Refs.13. Figs.4. Tabs.1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головин И. Н., Костенко В. В., Хвесюк В. И., Шабров Н. В. К оценке параметров термоядерного реактора на $D-^3He$ топливе // Письма в ЖТФ. – 1988. – Т. 14. – С. 1860–1863.
2. Хвесюк В. И., Шабров Н. В., Семенов Д. В., Ляхов А. Н. Классические предельные значения производства энергии в плазме $D-^3He$ амбиоплярного реактора // ЖТФ. – 1998. – Т. 68. – С. 37–43.
3. Хвесюк В. И., Чирков А. Ю. Кинетика и баланс мощностей $D-^3He$ термоядерного топливного цикла // Вестник МГТУ. Сер. Естественные науки. – 1999. – № 2. – С. 91–102.
4. Wittenberg L. J., Santarius J. F., Kulcinski G. L. Lunar Source of 3He for Commercial Fusion Power // Fusion Technol. – 1986. – V. 10. – P. 167–178.
5. Greenspan E., Miley G. H. Deuterium-Based Plasmas as a Source for Helium-3 // Nuclear Technology. Fusion. – 1982. – V. 2. – P. 43–54.
6. Ohinishi M., Ohi S., Okamoto M., Momota H., Wakabayashi J. Self-ignition of an Advanced Fuel Field-Reversed Configuration Reactor by Surface Product Heating // Fusion Technol. – 1987. – V. 12. – P. 249–256.
7. Хвесюк В. И., Чирков А. Ю. Параметры горения топлива на основе дейтерия в амбиоплярном реакторе // ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез. – 1999. – Вып. 2. – С. 82–88.
8. Хвесюк В. И., Чирков А. Ю. Производство энергии в амбиоплярных реакторах с $D-T$, $D-^3He$ и $D-D$ топливными циклами // Письма в ЖТФ. – 2000. – Т. 26. – С. 61–66.
9. Khvesyuk V. I., Shabrov N. V., Lyakhov A. N. Ash pumping from toroidal and mirror magnetic confinement systems // Transactions of Fusion Technol. – 1995. – V. 27. – P. 406–408.
10. Feldbaker R. Nuclear Reaction Cross Sections and Reactivity Parameter // IAEA. – Vienna, 1987.
11. Трубников Б. А. Универсальный коэффициент выхода циклотронного излучения из плазменных конфигураций // Вопросы теории плазмы. Вып. 7 / Под ред. Б.Б. Кадомцева. – М.: Энергоатомиздат, 1973. – С. 274–299.
12. Путвинский С. В. Альфа-частицы в токамаке // Вопросы теории плазмы. Вып. 18 / Под ред. Б.Б. Кадомцева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – С. 209–315.
13. Хвесюк В. И., Чирков А. Ю. Анализ топливных циклов для альтернативных термоядерных реакторов // ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез. – 2000. – Вып. 3. – С. 28–35.

Статья поступила в редакцию 9.01.2001

Владимир Иванович Хвесюк родился в 1940 г., окончил в 1963 г. МАИ им. С. Орджоникидзе и в 1968 г. МГУ им. М.В. Ломоносова. Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой “Теплофизика” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 180 научных работ, в том числе 3 монографий, в области физики и техники плазмы.

V.I. Khvesyuk (b. 1940) graduated from Moscow Aviation Institute in 1963 and Moscow State University in 1968. DSc (Eng), professor, head of “Thermal Physics” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of over 180 publications including 3 monographies in the field of physics and technology of plasma.

Алексей Юрьевич Чирков родился в 1976 г. Аспирант кафедры “Теплофизика” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 20 научных работ в области физики плазмы.

A.Yu. Chirkov (b. 1976). Post-graduate of “Thermal Physics” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of over 20 publications in the field of plasma physics.