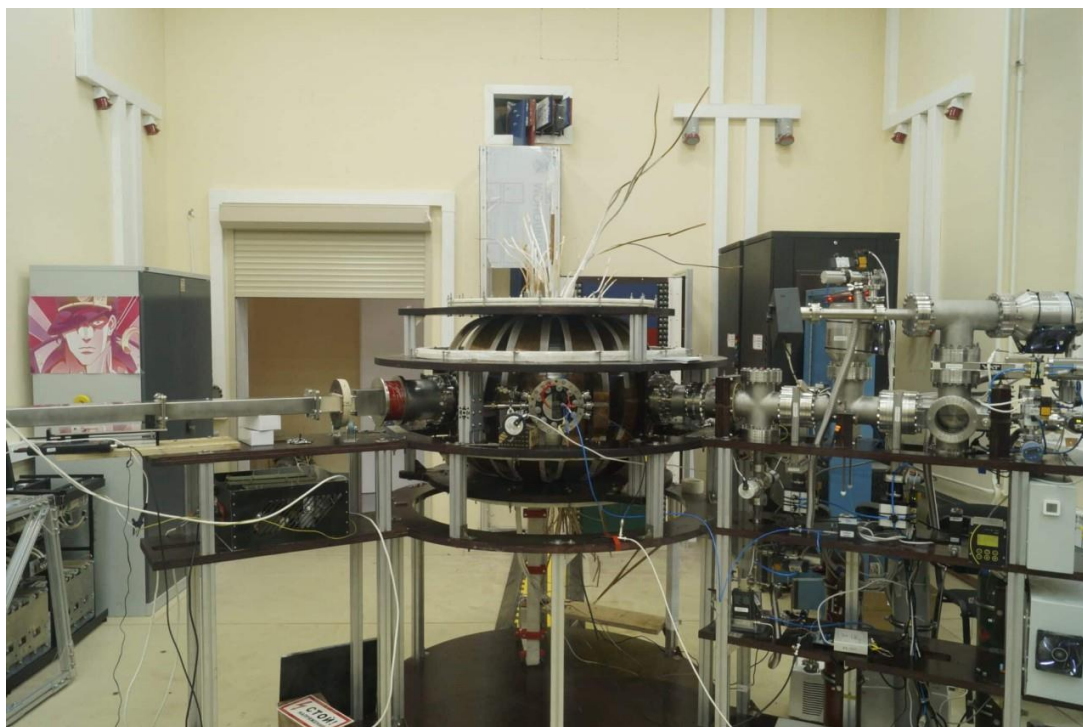


В НИЯУ МИФИ научились подбирать «умные» сплавы для стенок термоядерного реактора

05 июня 2023



Токамак МИФИСТ-0

Ученые НИЯУ МИФИ впервые исследовали накопление гелия и дейтерия в перспективных «умных» сплавах W-Cr-Y. По их мнению, это поможет подбирать сплавы для использования в термоядерных реакторах.

Результаты исследования опубликованы в высокорейтинговом научном журнале *Journal of Nuclear Materials*. Взаимодействие плазмы с внутренней стенкой термоядерного реактора остается одной из ключевых проблем для получения термоядерной энергии, отметил кандидат физико-математических наук, младший научный сотрудник кафедры физики плазмы НИЯУ МИФИ Зорий Арутюнян.

«Дело в том, что материал внутренней стенки реактора будет подвергаться воздействию интенсивных потоков частиц изотопов водорода, гелия и нейтронов. Это приведет к изменениям эксплуатационных характеристик материала и уменьшит срок службы реактора», — рассказал он.

По его словам, на сегодняшний день лучшим материалом для внутренних стенок термоядерного реактора считается вольфрам, благодаря своим физическим свойствам, таким как высокая температура плавления и теплопроводность, низкое распыление под действием плазмы.

В будущих термоядерных электростанциях безопасность эксплуатации будет иметь первостепенное значение. Однако одной из потенциальных проблем использования чистого вольфрама в качестве материала внутренней стенки реактора может стать

образование летучего оксида вольфрама и его выброс в окружающую среду при аварийных ситуациях.

«Согласно расчетам, сделанным для реактора ДЕМО, в условиях аварии с потерей теплоносителя и проникновением воздуха, скорость сублимации оксида вольфрама в атмосферу может достигать несколько сотен кг/ч с поверхности площадью 1000 квадратных метров. Такое активное испарение материала и радиоактивный выброс при авариях необходимо минимизировать. Поэтому необходимо рассматривать и другие материалы внутренней стенки термоядерного реактора, помимо чистого вольфрама», — пояснил Зорий Арутюнян.

Сегодня ученые разных стран разрабатывают новые сплавы на основе вольфрама с улучшенными свойствами. В вольфрам добавляют стабильные оксидообразующие легкие элементы, такие как хром, титан, иттрий, кремний. При обычной работе термоядерного реактора плазма распыляет добавленные легкие элементы, оставляя почти чистую поверхность вольфрама. При аварии, когда температура внутренней стенки повышается, добавленные элементы в вольфрам обогащают поверхность и в присутствии кислорода создают собственный оксидный слой на поверхности, что защищает вольфрам от дальнейшего окисления и сублимации. Благодаря такой концепции работы инновационные сплавы получили название «умных» сплавов.

Ученые НИЯУ МИФИ впервые исследовали накопление гелия и дейтерия в перспективных «умных» сплавах W-Cr-Y. Это, по их мнению, поможет определять пригодность данных сплавов для применения в термоядерных реакторах.

«С помощью термодесорбционной спектроскопии мы изучили, как накапливается дейтерий в сплавах W-11.4Cr-0.6Y и W-10Cr-0.5Y, полученных, соответственно, методами искрового плазменного спекания и горячего изостатического прессования, а также в чистом вольфраме. Накопление проводилось методом внедрения ионов дейтерия в материал на ионно-пучковой установке при температурах, ожидаемых на внутренней стенке реактора ДЕМО в стационарных условиях работы плазмы», — рассказал Зорий Арутюнян.

Также ученые исследовали накопление дейтерия в образцах сплавов при последовательном внедрении ионов гелия и дейтерия. Им удалось обнаружить повышенное накопление дейтерия в сплавах W-Cr-Y по сравнению с чистым вольфрамом, при этом в образцах W-11.4Cr-0.6Y накапливалось больше дейтерия, чем в W-10Cr-0.5Y. Общая динамика влияния гелия на накопление дейтерия в сплавах W-Cr-Y не сильно отличалась от чистого вольфрама.

«Полученные результаты можно использовать при оценке накопления изотопов водорода, в частности радиоактивного трития, накопление которого в стенках реактора необходимо контролировать из соображений безопасности. Также эти данные можно применять для определения рабочих режимов работы термоядерных установок при использовании «умных» сплавов W-Cr-Y в качестве материала внутренней стенки реактора», — заключил ученый. Исследование выполнялось при поддержке Российского научного фонда в рамках программы «Приоритет-2030».

Источник: сетевое издание Naked Science

https://naked-science.ru/article/column/v-niyau-mifi-nauchilis-podbirat-umnye?utm_source=inarticle&utm_medium=inarticle&utm_campaign=inarticle