|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Медиацентр атомной  промышленности [atommedia.online](https://atommedia.online/) | **Пресс-релиз**  20.01.25 |

**Специалисты АО «НИИЭФА» совместно с МИСИС создали новый материал для токамака с реакторными технологиями**

*Его образцы успешно прошли испытания, ученые готовы приступить к изготовлению макетов деталей*

**АО «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова» (Санкт-Петербург, предприятие госкорпорации «Росатом») совместно с НИТУ МИСИС (входит в консорциум опорных вузов «Росатома») разработали перспективный материал для изготовления обращенных к плазме элементов дивертора токамака с реакторными технологиями (ТРТ). Работы были выполнены в рамках комплексной программы «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в РФ на период до 2024 года» (КП РТТН).**

Изготовленные по новой методике образцы уже прошли механические испытания, измерения температуропроводности методом лазерной вспышки и исследования методами микроскопии. Теперь специалисты готовы приступить к изготовлению первых макетов.

При создании теплоотводящего основания, на которое будет паяться защитная облицовка, специалисты предложили использовать композит из вольфрама и меди, где вольфрамовая матрица получена с применением аддитивных технологий – селективным лазерным плавлением порошка вольфрама. Композит сочетает в себе высокую теплопроводность, прочность и пластичность, а также имеет среднее между двумя материалами значение коэффициента линейного температурного расширения (КЛТР).

Вольфрам, благодаря комплексу уникальных характеристик (высокой теплопроводности и температуре плавления, низкой скорости ионной и тепловой эрозии) является наиболее подходящим материалом для защитной облицовки обращенных к плазме элементов, но он не подходит для создания теплоотводящего основания из-за высокой хрупкости и плохо совместим с другими металлами по причине различия значений КЛТР. Специалисты намерены решить данную проблему, смешав пористую матрицу вольфрама с медью методом вакуумной инфильтрации. При этом пористая матрица будет выращена на подложке из монолитного вольфрама. Такой способ позволяет синтезировать деталь из металлопорошка послойно, управляя её свойствами для конкретной задачи за счет возможности оптимизации геометрической структурой. Это позволяет получить существенные преимущества по сравнению с традиционным методом создания вольфрамовой «губки» в порошковой металлургии.

«Традиционная технология позволяет получить изделие заданной пористости со «случайной», непериодической структурой. Наш же метод позволит создавать изделие с оптимизированной послойно функционально-градиентной структурой за счет объемной гироидной решетки с управляемой геометрией пор», – рассказал начальник НИО ЭМК НТЦ «Синтез» АО «НИИЭФА» **Павел Пискарев**.

В 2025 году НИИЭФА и МИСИС планируют начать сотрудничество в области наплавки бронзы на сталь для элементов первой стенки ТРТ, которые подвержены более слабым тепловым потокам.

Справка:

**АО «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова» (АО «НИИЭФА»)** – предприятие госкорпорации «Росатом», ведущий научный, проектно-конструкторский и производственно-стендовый центр Российской Федерации по созданию электрофизических установок и комплексов для решения научных и прикладных задач в области физики плазмы, атомной и ядерной физики, физики элементарных частиц, здравоохранения, радиационных и энергетических технологий, интроскопии. Созданные в институте установки успешно эксплуатируются во многих организациях и предприятиях России, Болгарии, Венгрии, Египта, Индии и других стран.

**Токамак с реакторными технологиями (ТРТ)** – прототип термоядерного реактора, токамак с длинным импульсом разряда, сильным магнитным полем и электромагнитной системой из высокотемпературного сверхпроводника (ВТСП). В создании установки участвуют организации госкорпорации «Росатом», НИЦ «Курчатовский институт» и Российской академии наук. Сооружение ТРТ является важным этапом на пути освоения управляемого термоядерного синтеза и создания в России энергетического термоядерного реактора – экологически чистого источника энергии с практически неисчерпаемыми топливными ресурсами. В основе проекта – знания и опыт, полученные при реализации проекта Международного термоядерного экспериментального реактора ИТЭР. При этом на ТРТ будет впервые отработано большое количество новейших технологий, которых нет нигде в мире.

Планируется, что ТРТ будет иметь следующие особенности: электромагнитная система на ВТСП, работающая при высоком значении магнитного поля; инновационная (с учётом высоких тепловых потоков) технология для обращённых к плазме элементов: первой стенки и дивертора (включая применение литиевых технологий); система дополнительного нагрева и безындукционной генерации тока плазмы, включая инжекцию пучков быстрых атомов (энергия 500 кэВ, мощность ~ 30 МВт), систему ЭЦР нагрева (частота 230 ГГц, мощность ~ 10 МВт), систему ИЦР нагрева (частота 60-80 МГц, мощность несколько мегаватт). Также запланированы: технология дистанционного управления; технология поддержания квазистационарных плазменных разрядов и так далее.

Проект ТРТ разрабатывался в рамках комплексной программы «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в РФ на период до 2024 года» (КП РТТН), реализуемой госкорпорацией «Росатом» совместно с НИЦ «Курчатовский институт» (головной научной организацией программы), Российской академией наук и Министерством науки и высшего образования РФ с 2021 года. Комплексная программа включала разработку новых передовых технологий и материалов, образцов новой техники, техническое перевооружение, строительство уникальных комплексов и объектов инфраструктуры в области атомной энергетики и управляемого термоядерного синтеза. С 2025 года работы по федеральным проектам КП РТТН стали частью нового национального проекта технологического лидерства «Новые атомные и энергетические технологии».

Российские компании успешно реализуют проекты развития, создают инновационные решения. Развитие прорывных технологий повышает конкурентоспособность как атомной отрасли, так и отечественной экономики в целом. «Росатом» и его предприятия принимают активное участие в этой работе.