

УДК 539.51, 629.7

Таратута В.М.

студ. гр. М-622м НУ «Запорізька політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ В ЯДЕРНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ

Мета роботи – показати можливість застосування наногалузі в ядерній енергетиці.

Одним з основних напрямків є розробка нових матеріалів з використанням наночастинок, що може поліпшити ефективність ядерних реакторів та зменшити їх вартість.

Крім того, нанотехнології можуть використовуватися для поліпшення процесу зберігання ядерних відходів.

Одним з умов розвитку атомної енергетики є зниження питомого споживання природного урану при виробництві

Область застосування наноматеріалів у ядерній енергетиці дуже різноманітні і охоплюють практично все коло проблем ядерного паливного циклу і створюваного термоядерного циклу:

Створення нового високощільного ядерного палива з нанодобавками, паливних композицій для тепловиділяючих збірок активною зони АЕС. Освоєння торій-уранового циклу - наукомістка завдання, що вимагає застосування високих технологій [1].

Створення нанодисперсних матеріалів конструкційного і функціонального призначення. Цирконієві сплави для тепловиділяючих елементів (ТВЕЛів). Дисперсно-зміцнені оксидами (ДЗО) феритно-мартенситні сталі або нанодисперсні ДЗО-сталі.

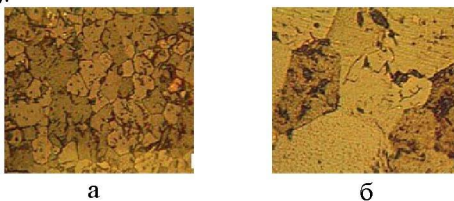
Дослідження і розробка матеріалів майбутніх термоядерних реакторів (ТЯР). Наноструктуровані матеріали бланкету і першою стінки ТЯР.

Наномембрани і нанофільтри для технологій звернення з відпрацьованого ядерного палива (ВЯП) і радіоактивні відходи (РАВ).

Дослідження і розробка матеріалів для швидких реакторів і майбутніх реакторів 4-ого покоління.

Наноструктурні надпровідники (низько- і високотемпературні надпровідники) для магнітів ITER.

Ядерне паливо з нанометричними добавками. Однією з умов підвищення ефективності роботи АЕС є збільшення глибини вигорання ядерного палива. Для досягнення великокристалічного стану при пресуванні паливної кераміки (UO_2 , $(\text{U}, \text{Pu})\text{O}_2$, $(\text{U}, \text{Pu})\text{N}$) в її додають ультрадисперсний порошок UO_2 з розмірами нанокристалітів ~ 40 нм. Активація процесу спікання за рахунок нанодобавок може стати одним з напрямів створення технологій нових видів уранплутонієвих оксидів і нітридів для ядерного палива швидкої енергетики (Рис. 1).



а – стандартна мікроструктура;

б – мікроструктура, отримана з використанням нанодобавок.

Рисунок 1 – Мікроструктура ядерного палива.

Дисперсно-зміцнені оксидами (ДЗО) феритно-мартенситні сталі. Нанодисперсні ДЗО-сталі. Збільшення ефективності роботи і терміну служби перспективних реакторів на швидких нейтронах вимагає, насамперед, підвищення ступеня вигорання палива до 18-20% без зниження параметрів теплоносія. Один з шляхів рішення даної проблеми – це створення і використання нового класу феритно-мартенситних радіаційно-стійких сталей, зміцнених частинками оксидів нанометрового розміру (ДЗО-сталі).

Сталь ЕП450 ДЗО має феритну структуру з витягнутими областями вздовж напрямки екструзії, що складаються з крупних (30-50 мкм) і дрібних (0,5-2 мкм) зерен. Термічна повзучість стали ЕП -450 ДЗО при температурах 650-700°C значно нижче в порівнянні зі звичайною сталлю [2].

Вражаючи характеристики ДЗО-сталей, як по механічним властивостям, так і по радіаційній стійкості дозволяють планувати використання подібних сталей у термоядерній енергетиці в якості матеріалу першою стінки і бланкету термоядерного реактора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кириченко В. Г. Особенности структуры нанометрических поверхностных слоев графита / В. Г. Кириченко, Е. С. Мельникова // Вісник Харківського національного університету. Сер. фізична «Ядра, частинки, поля». – 2009. – Вип. 4/44/. – № 878. – С. 79–85.

2. Агеев В. С. Использование методов металлургии распыленных и быстрозакаленных порошков для изготовления оболочек ТВЕЛов из дисперсно-упрочненных оксидами (дуо) жаропрочных ферритно-мартенситных сталей / В. С. Агеев, А. А. Никитина, В. В. Сагарадзе та ін. // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. – 2007. – № 2 (90). – С. 134–141.