

ЗАХВАТ ДЕЙТЕРИЯ НА ЛОВУШКАХ, СОЗДАНЫХ В СТАЛИ X18H10T ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ИОНАМИ АРГОНА

И.Е. Копанец, Г.Д. Толстолицкая, В.В. Ружицкий, С.А. Карпов
*Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»,
г. Харьков, Украина*

Влияние повреждений, создаваемых при имплантации аргона, на захват изотопа водорода-дейтерия исследовано методами ядерных реакций, каналирования, термодесорбционной масс-спектрометрии и электронной микроскопии. Изучена эволюция профилей распределения в процессе совместного и последовательного внедрения дейтерия и аргона.

Большинство опубликованных в настоящее время работ, рассматривающих влияние имплантированного водорода на охрупчивание, упрочнение, усталость, ползучесть конструкционных материалов, указывают на негативное влияние водорода на эти процессы [1-4]. Ситуация усугубляется из-за значительного накопления водорода в объеме материала, несмотря на то, что, находясь в слабосвязанном состоянии [2] и имея при комнатной температуре коэффициент диффузии $D \sim 1 \cdot 10^{-12} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ (сталь X18H10T [5]), водород за время облучения должен практически покинуть зону внедрения.

Общепринятым считается, что уход дейтерия из зоны внедрения замедляют дефекты, созданные при ионной имплантации. Однако в [6] показано, что развитие дефектной дислокационной подсистемы не оказывает заметного влияния на распределение, количество и температурные интервалы удержания имплантированного дейтерия. Захват дейтерия при температурах вблизи комнатной определяется, главным образом, дефектами вакансионного типа [6]. Результаты, приведенные в работе [7], свидетельствуют о эффективном закреплении дейтерия в случае развития гелиевой пузырьковой структуры и расширении температурного интервала захвата и удержания дейтерия в стали X18H10T до $\sim 700 \text{ }^\circ\text{C}$.

В конструкционных материалах реакторов и ядерных установок под действием нейтронов создаются дефекты и одновременно в процессах трансмутации нарабатываются гелий и водород. Изучение влияния дефектов на процессы удержания и накопления водорода и гелия и определение механизма этих процессов является актуальным в связи с обнаружением синергетического характера поведения этих газов при одновременном их внедрении в материалы и создании повреждений [8].

В настоящей работе поведение изотопа водорода-дейтерия при создании повреждений и одновременном внедрении атомов инертного газа исследовали при облучении стали X18H10T высокоэнергетическими ионами аргона и дейтерия. Сталь X18H10T была выбрана как объект исследования в связи с использованием ее в качестве материала выгородки реактора ВВЭР-1000. Облучение высокоэнергетическими ионами тяжелых инертных газов обеспечивало возможность одновременного созда-

ния повреждений в решетке материала и внедрения инертного газа. В [9] показано, что инертные газы неон и аргон по характеру своего влияния на развитие газовой пористости могут использоваться вместо гелия.

Целью настоящей работы является исследование захвата и удержания дейтерия в стали X18H10T при создании повреждений и одновременном внедрении атомов инертного газа. Получены данные по захвату, распределению по глубине, удержанию и термоактивированному выделению дейтерия в интервалах температур облучения $20 \dots 300 \text{ }^\circ\text{C}$ и постимплантационных отжигов $20 \dots 1000 \text{ }^\circ\text{C}$.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для исследований использовали образцы размерами $27 \times 7 \times 0,1 \text{ мм}$ из стали X18H10T, предварительно прошедшие аустенизирующий отжиг при температуре 1340 К в вакууме 10^{-4} Па в течение одного часа. Образцы полировались в электролите: $54\% \text{ H}_3\text{PO}_4$, $11\% \text{ H}_2\text{SO}_4$, $21\% \text{ H}_2\text{O}$, $14\% \text{ CrO}_3$. После электрополировки перед облучением образцы кратковременно отжидали до $900 \text{ }^\circ\text{C}$ в экспериментальной камере.

Образцы стали X18H10T облучали ионами D_2^+ с энергией 10 кэВ (5 кэВ/D^+) до доз в интервале $(1 \dots 5) \cdot 10^{16} \text{ D/cm}^2$. Температура облучения составляла 20 , 200 и $300 \text{ }^\circ\text{C}$ и контролировалась хромель-алюмелевой термопарой. Влияние предварительной и совместной имплантации аргона на накопление и удержание в стали X18H10T дейтерия исследовали при внедрении ионов аргона с энергией 500 кэВ до дозы $(3 \dots 5) \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$.

Облучение ионами дейтерия и Ar^+ , а также исследование образцов методами резерфордского обратного рассеяния каналированных частиц и ядерных реакций проводили на электростатическом ускорителе ЭСУ-2 МэВ [10] в одной экспериментальной камере без извлечения образцов на атмосферу. В [11] было показано, что процессы массопереноса водорода и его изотопов, особенно их выход из образца в вакуум, очень чувствительны к состоянию поверхности, в частности, к наличию окисных пленок.

Геометрия эксперимента определялась необходимостью совмещения пучков аргона и дейтерия на образце при облучении, отжига образцов и измере-

ния пространственно-концентрационного распределения дейтерия. При этом учитывалось, что анализ распределения дейтерия с помощью ядерной реакции $D(^3\text{He}, p)^4\text{He}$ дает лучшее разрешение по глубине при геометрии рассеяния вперед [10]. Исходя из этих предпосылок в настоящей работе выбрана геометрия, при которой образец расположен под углом 30° по отношению к анализирующему пучку и пучку ионов аргона. Дейтерий внедряется практически перпендикулярно к поверхности образца.

Для характеристики повреждаемости, создаваемой при облучении стали X18H10T ионами аргона, использовали данные, полученные методом каналирования. В этом случае монокристаллы никеля облучали ионами аргона с энергией 300 кэВ при падении пучка перпендикулярно к поверхности. Никель использовали как модельный материал для изучения нержавеющей стали.

На рис. 1 показаны рассчитанные с помощью программы SRIM [12] профили пробегов (а), дефектов (б) и энерговыделения (в) для ионов аргона в никеле при энергии 300 кэВ и перпендикулярном падении пучка на мишень, а также в стали X18H10T при энергии 500 кэВ и угле падения 30° к поверхности. Как видно профили достаточно хорошо совпадают, что позволяет говорить об одинаковой глубине и степени повреждаемости для двух рассматриваемых материалов.

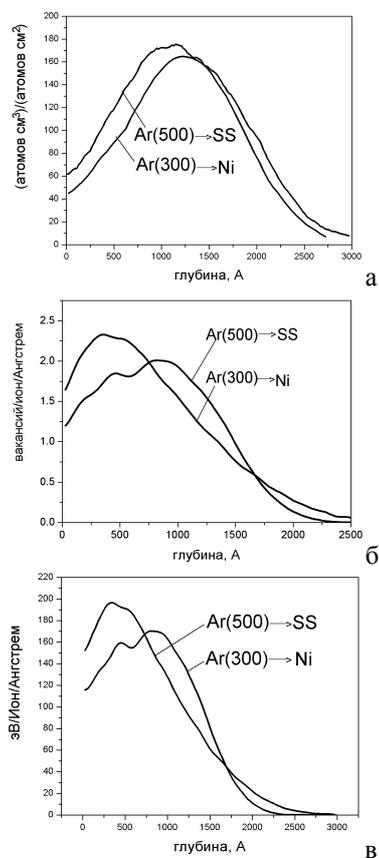


Рис. 1. Профили пробегов (а), дефектов (б) и энерговыделения (в) для ионов аргона в никеле при энергии 300 кэВ и перпендикулярном падении пучка на

мишень и в нержавеющей стали при 500 кэВ и угле падения 30° к поверхности

Отжиг образцов в интервале температур 20... 1200 °С осуществлялся прямым пропуском тока.

Распределение по глубине имплантированных частиц дейтерия измерено с помощью ядерной реакции $D(^3\text{He}, p)^4\text{He}$ с использованием анализирующего пучка ^3He ($E=700$ кэВ) [10]. Измерения выполнены в геометрии рассеяния «вперед». Пучок ионов ^3He падал под углом 30° к поверхности образца, а продукты ядерной реакции регистрировали под углом 60° по отношению к анализирующему пучку. Диаметр пучка при облучении составлял 3 мм, при анализе – 2 мм. Разрешение по глубине в геометрии прямого рассеяния составляло 200 Å.

Микроструктура облученных образцов исследована на электронном микроскопе ЭМВ-100Л.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Энергетические спектры α -частиц из реакции $D(^3\text{He}, p)^4\text{He}$ для образцов стали X18H10T, облученных при комнатной температуре ионами дейтерия с энергией 5 кэВ до дозы $2 \cdot 10^{16}$ см⁻², измеренные сразу после остановки облучения и после отжига до 90 °С, приведены на рис. 2. На этом рисунке также приведены извлеченные из экспериментальных данных концентрация и глубина залегания дейтерия.

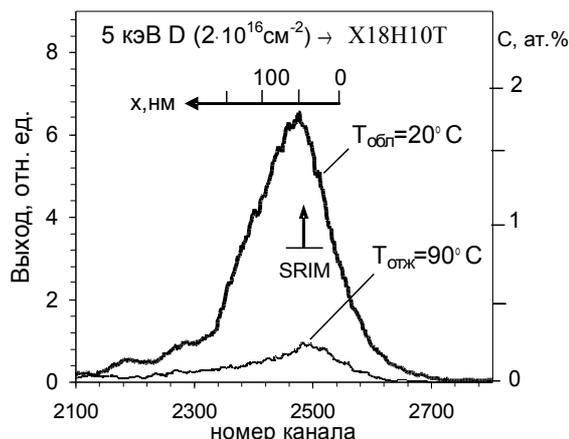


Рис. 2. Профили распределения дейтерия, внедренного до дозы $2 \cdot 10^{16}$ см⁻² при $T_{\text{комн}}$ и после отжига до 90 °С

Максимум и полуширина профиля распределения дейтерия по глубине превышают рассчитанные по SRIM значения. Количество удержанного в образце при $T_{\text{комн}}$ дейтерия составляет ~80% по отношению к дозе облучения (при временах набора спектра ~ 10 мин после окончания облучения). При отжиге облученных при комнатной температуре образцов происходит снижение высоты распределения. По отношению к количеству дейтерия, внедренного при комнатной температуре, количество удержанного в образце дейтерия после отжига при температурах 90 и 200 °С составляет 24 и 14 % соответственно.

Спектр термодесорбции в случае облучения при $T_{\text{обл}} = 20^\circ \text{C}$ до доз $\sim 10^{16}$ см⁻² имеет простейшую структуру. В нем присутствует только один пик с

двумя слабо разрешаемыми максимумами при температуре $\sim 120^\circ\text{C}$ (рис. 3). Термодесорбция аргона наблюдается в основном в области температур $1000\text{...}1200^\circ\text{C}$, однако небольшое количество его выделяется при температурах отжига $400\text{...}600^\circ\text{C}$ (см. рис. 3, кривая 2).

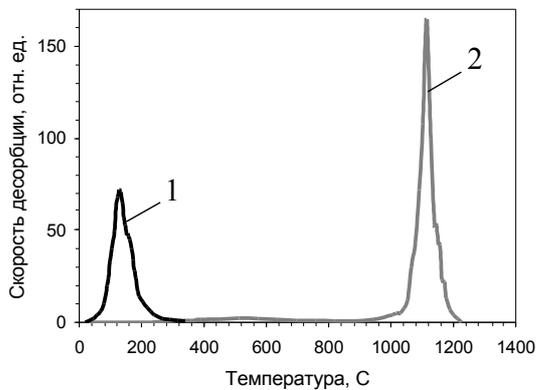


Рис. 3. Спектры термодесорбции ионноимплантированных в сталь X18H10T при $T_{\text{комн}}$ дейтерия (доза $2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$) (1) и аргона (доза $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$) (2)

На рис.4 приведены профили распределения дейтерия, имплантированного при $T_{\text{комн}}$ до дозы $2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ в образец с предварительно внедренным до дозы $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ аргоном. На этом же рисунке приведены профили дейтерия в образцах, отожженных после облучения до температур $90\text{...}300^\circ\text{C}$ (постимплантационные отжижки).

После облучения при комнатной температуре профили распределения дейтерия при предварительном внедрении аргона хорошо совпадают с профилями при одиночном его внедрении. Однако при отжиге до температуры 90°C общее количество дейтерия в образце с предварительно внедренным аргоном не только не падает, а даже возрастает примерно на 30%. Распределение дейтерия по глубине при этом уширяется (см. рис. 4).

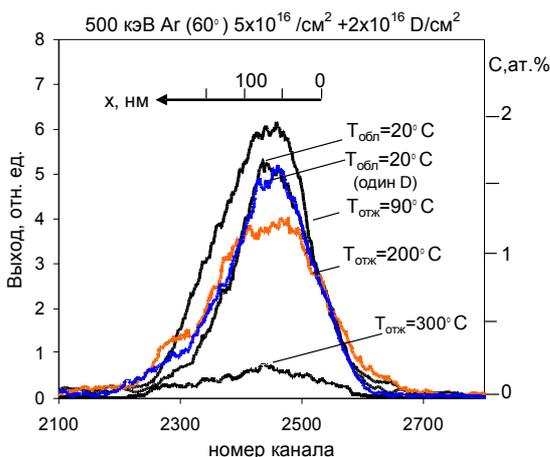


Рис. 4. Профиль распределения дейтерия в образце с предварительно внедренным до дозы $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ аргоном после имплантации при $T_{\text{комн}}$ до дозы $2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ и после отжигов

При увеличении температуры отжига концентрация дейтерия падает, особенно резко при температуре 300°C .

Уширение распределения дейтерия наблюдается не только при отжиге облученных при комнатной температуре образцов, но и при увеличении дозы облучения. Так при возрастании дозы облучения ионами дейтерия от $2 \cdot 10^{16}$ до $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ профиль уширяется уже при комнатной температуре облучения, и еще шире он становится при отжиге образцов до 90°C (рис. 5). Темп снижения концентрации дейтерия при больших температурах отжига увеличивается по мере роста дозы облучения.

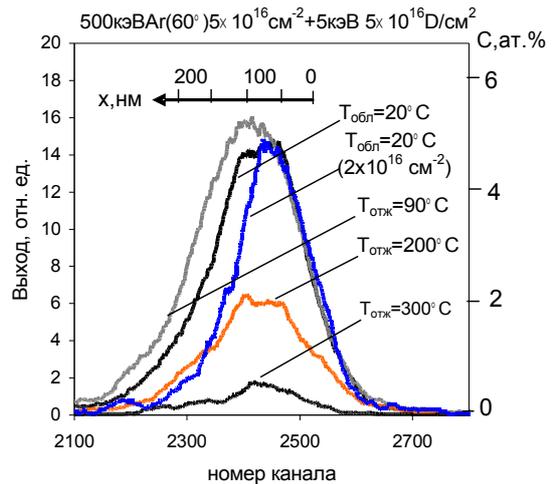


Рис. 5. Профиль распределения дейтерия, имплантированного при $T_{\text{комн}}$ до дозы $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ и после отжигов, в образцах с предварительно внедренным до дозы $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ аргоном. Амплитуда профиля при дозе $2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ увеличена в 2.8 раза

Практически интерес представляет изучение поведения дейтерия в стали после его имплантации при повышенных температурах. Результаты таких экспериментов могут дать информацию о поведении газа в сталях типа 18-8 в условиях, близких к реально существующим в энергетических установках.

Изменение концентрации удерживаемого в образце дейтерия при одновременном облучении ионами аргона и дейтерия в зависимости от температуры облучения приведено на рис. 6.

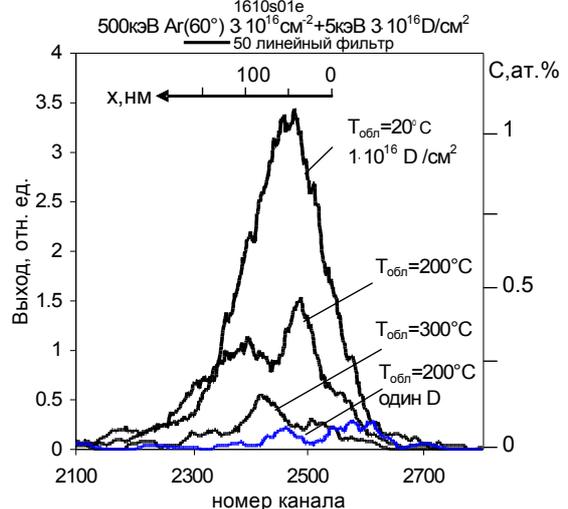


Рис. 6. Профили распределения дейтерия, имплантированного при разных температурах одновременно с внедрением аргона

Повышение температуры облучения приводит к снижению концентрации удержанного в образце дейтерия. Однако эта концентрация на порядок больше той, которая наблюдается при внедрении только одного дейтерия без создания предварительно или одновременно радиационной повреждаемости.

На рис.7 приведены экспериментальные данные по выходу обратного резерфордовского рассеяния для исходного кристалла никеля и кристаллов, облученных ионами аргона с энергией 300 кэВ при комнатной температуре до доз $3 \cdot 10^{16}$ и $5 \cdot 10^{16}$ см^{-2} . Общей особенностью, характерной для спектров, измеренных в условиях осевого каналирования, является наличие пиков в приповерхностной области и повышение в несколько раз выхода обратного рассеяния по сравнению с исходным необлученным кристаллом. При исследовании поврежденных структуры кристаллов методом резерфордовского обратного рассеяния каналированных ионов рассматривают две группы дефектов: дефекты блокирующего типа (точечные дефекты, их скопления) и дефекты протяженного типа (дислокации, дефекты упаковки, пузырьки и т.д.), которые при взаимодействии с анализирующим пучком вызывают в основном деканалирование частиц.

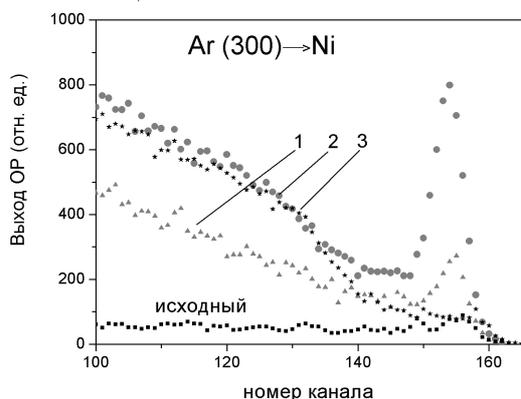


Рис. 7. Спектры обратного рассеяния от монокристалла Ni, облученного ионами Ar с энергией 300 кэВ до доз 1 – $3 \cdot 10^{16}$ см^{-2} ; 2 – $5 \cdot 10^{16}$ см^{-2} ; 3 – $5 \cdot 10^{16}$ см^{-2} + отжиг при 600 °C

Профиль повреждений, извлеченный по методике [13] из экспериментальных данных по деканалированию анализирующих частиц, обусловленному протяженными дефектами, показан на рис. 8.

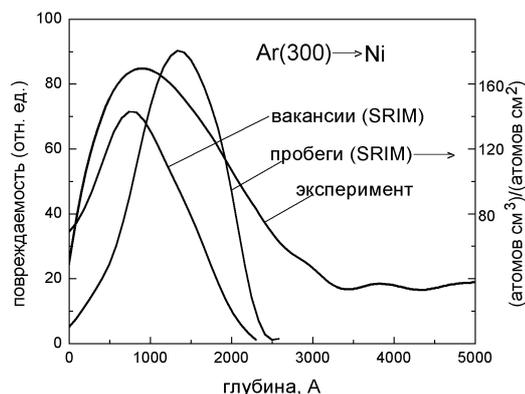


Рис. 8. Экспериментальный профиль повреждений при дозе $5 \cdot 10^{16}$ см^{-2} и рассчитанные с помощью программы SRIM профили вакансий и пробегов для ионов аргона с энергией 300 кэВ в никеле

При облучении ионами аргона профиль повреждения оказывается достаточно широким и охватывает область глубин, совпадающую с расчетными профилями дефектов и пробегов. Повреждения на глубине равной $R_p + \Delta R_p$ не уменьшаются до нуля. Наблюдается примерно в 3.5 раза меньший по сравнению с пиком уровень нарушений, который простирается на глубину, в несколько раз превышающую пробег + страгглинг.

Электронно-микроскопические исследования никеля, облученного ионами аргона, показали, что структура поврежденного слоя при комнатной температуре облучения состоит из сетки дислокаций и маленьких (на уровне разрешения микроскопа) пузырьков аргона [14] (рис. 9). Аргон в пузырьках находится при сверхдавлении и твердом состоянии, о чем свидетельствуют дополнительные рефлексы на электронограмме (см. вставку на рис. 9,а). Уровень деканалирования начинает снижаться после отжига образцов при температуре 600 °C. При отжиге до этой температуры и выше исчезают дополнительные рефлексы от пузырьков с твердым аргоном (см. рис. 9,б).

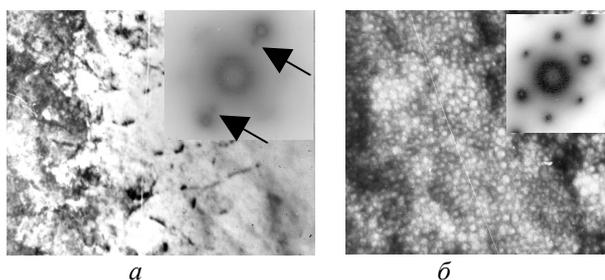


Рис. 9. Микроструктура поврежденного слоя никеля, облученного до дозы $5 \cdot 10^{16}$ см^{-2} при комнатной температуре ионами аргона (а) и отожженного при $T=600$ °C (б)

ОБСУЖДЕНИЕ

Данные по эволюции профилей и термодесорбции свидетельствуют, что ионно-имплантированный с энергией 5 кэВ дейтерий слабо удерживается на собственных дефектах и уже при 200 °C практически весь выходит из образца.

После отжига при температуре 90 °С концентрация дейтерия, удерживаемого в стали X18N10T, почти на порядок возрастает при предварительном внедрении аргона (сравни рис. 3 и 4).

Наблюдаемое в настоящей работе уширение профиля распределения дейтерия может быть связано с захватом дейтерия на дефектах, созданных при предварительном и одновременном внедрении ионов аргона. Это предположение подтверждается совпадением профилей распределения дейтерия (см. рис. 4, 5) и расчетного профиля аргона (см. рис. 1,а). В [6] показано, что дейтерий подвижен уже при комнатной температуре облучения. Мигрируя к поверхности и в глубь материала, он может захватываться на дополнительно созданных дефектах.

Дефектами, увеличивающими захват водорода, могут быть поры, особенно если водород будет находиться в них в молекулярном состоянии [8], пузырьки инертных газов, на стенках которых хемосорбируется водород [7, 15], кластеры дефектов и упругие поля напряжений вокруг пузырьков [16].

Результаты, полученные в [7] для отечественной нержавеющей стали X18N10T, показали, что предварительная имплантация гелия приводит к накоплению и удержанию в образце практически всего дейтерия, внедренного до концентраций 3000...10000 артм. На основании данных по термодесорбции, эволюции профилей и кинетике изменения при отжиге общего количества удержанного в образцах дейтерия сделан вывод об эффективном захвате дейтерия в случае развития пузырьковой структуры.

При облучении аргоном пузырьки также формируются, но аргон в них находится в твердом состоянии и, вероятно, создает большие напряжения в областях, граничащих с пузырьком. Температура, начиная с которой значительная часть дейтерия покидает образец, составляет в этом случае ~300 °С.

В настоящей работе обнаружено увеличение концентрации дейтерия в приповерхностной области при повышении температуры отжига до 90 °С. В [17] было показано, что существование имплантационного максимума в измеренных распределениях концентрации дейтерия по глубине обусловлено характером распределения ловушек дейтерия в облученном объеме. Этот вывод авторы подтверждали тем, что остановка облучения аустенитной стали не приводит к размытию имплантационного максимума, а способствует его росту. Механизм роста сегрегации дейтерия, по мнению авторов, заключается в том, что вакансии в стали недостаточно подвижны для полного ухода на стоки, но достаточно подвижны для того, чтобы образовать в облученной области новые вакансионные кластеры или присоединиться к существующим, образуя новые ловушечные емкости, в которые легко попадает водород.

В настоящей работе увеличение концентрации дейтерия происходит в процессе отжига, когда облучение остановлено. При этом наблюдается уширение профиля распределения дейтерия и совпадение его с профилем аргона. Анализ полученных в настоящей работе результатов позволяет утверждать, что

ионно-имплантированный при $T_{\text{комн}}$ дейтерий накапливается в области распределения пробегов, захватывается и удерживается на ловушках, создаваемых в процессе облучения. При дозах облучения более $3 \cdot 10^{16}$ см⁻² дейтерий уже не удерживается на собственных ловушках. Большая часть дейтерия захватывается на ловушках, созданных в зоне торможения аргона, остальной дейтерий диффундирует вглубь и закрепляется в области глубин за пробегом. Поскольку на этих глубинах наблюдается увеличение деканализации, то, скорее всего, – это область разупорядочения исходной структуры. При отжиге дейтерий освобождается из ловушек в этой области и начинает мигрировать к поверхности в зону торможения аргона. В зоне торможения аргона он удерживается до температуры 300 °С. Данные по термодесорбции свидетельствуют, что при этой температуре начинаются изменения в состоянии аргона, сопровождаемые снижением в несколько раз концентрации дейтерия. Однако эта концентрация на порядок больше той, которая наблюдается при внедрении только одного дейтерия без создания предварительно или одновременно радиационной повреждаемости.

ВЫВОДЫ

1. Результаты настоящей работы показали, что облучение аргоном стали X18N10T приводит к увеличению на порядок количества удерживаемого дейтерия в интервале температур облучения 20...300 °С.
2. Температурный диапазон удержания дейтерия в ловушках, созданных предварительной имплантацией аргона, зависит от концентрации (дозы) внедренного дейтерия.
3. Увеличение концентрации дейтерия и накопление его в приповерхностном слое при температурах отжига 90 °С связано с диффузией дейтерия из области глубин, превышающих его пробег.

ЛИТЕРАТУРА

1. И.М. Неклюдов. Проблемы работоспособности материалов основного оборудования АЭС Украины // *Прогрессивные материалы и технологии*. Киев, 2003, т. 1, 422 с.
2. D.R. Harries, G.H. Broomfield. Hydrogen embrittlement of steel pressure vessels in pressurised water reactor systems // *J. of Nucl. Mater.* 1963, v. 9, N3, p. 327–338.
3. Douglas M. Symons. The effect of hydrogen on the fracture toughness of alloy X-750 at elevated temperatures // *J. of Nucl. Mater.* 1999, v. 265, p. 225–231.
4. H. Takaku, H. Kayano. Combined effects of neutron irradiation and hydrogen absorption on tensile properties and fracture mode of steels for nuclear pressure vessel // *J. of Nucl. Mater.* 1982, v. 110, p. 286–295.
5. Б.Г. Полосухин, Е.П. Баскаков, Е.Н. Сулимов и др. Исследование параметров переноса изотопов

- водорода в аустенитных сталях в процессе реакторного облучения // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Ядерная техника и технология»*. 1992, т. 2, с. 10–16.
6. С.А. Карпов, И.Е. Копанец, И.М. Неклюдов, В.В. Ружицкий, Г.Д. Толстолуцкая. Исследование удержания дейтерия в нержавеющей стали 06X18H10, 08X18H10T и 12X18H10T // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»*. 2005, №3, с. 176–178.
 7. Г.Д. Толстолуцкая, В.В. Ружицкий, И.Е. Копанец, С.А. Карпов, В.В. Брык, В.Н. Воеводин. Влияние ионно-имплантированного гелия на удержание дейтерия в стали X18H10T // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»*. 2004, № 3, с. 3–9.
 8. F.A. Garner, V.M. Oliver, L.R. Greenwood, D.J. Edwards and S.M. Bruemer. Generation and Retention of Helium and Hydrogen in Austenitic Steels Irradiated in a Variety of and Test Reactor Spectral Environments // *9th Meeting on Environmental Degradation of Materials*, Tahoe, Utah, August 2001, p. 54–72.
 9. N. Marochov, P.J. Goodhew. A comparison of the growth of helium and neon bubbles in nickel // *J. Nucl. Mater.* 1988, v. 158, p. 81–86.
 10. С.А. Карпов, И.Е. Копанец, И.М. Неклюдов, В.В. Ружицкий, Г.Д. Толстолуцкая. Сочетание метода ядерных реакций, термодесорбционной спектрометрии и двухпучкового облучения при исследовании поведения гелия и водорода в конструкционных материалах // *Труды XIV Международного совещания «Радиационная физика твёрдого тела»*, г. Севастополь, 5-10 июля 2004 г., с. 592–596
 11. С.А. Карпов, В.В. Ружицкий, Г.Д. Толстолуцкая. Влияние пассивирующей пленки на удержание ионно-имплантированного дейтерия в нержавеющей стали типа 18-8 // *Альтернативная энергетика*. 2007, №6, с.44–49.
 12. F. Ziegler, J.P. Biersack, U. Littmark. *The stopping and ranges of ions in solids*. Pergamon, New York, 1985.
 13. E. Bøgh. Defect studies in crystals by means of channeling // *Can. J. Phys.* 1968, v. 46, p. 653–662.
 14. J. Rest and R.C. Birtcher. Precipitation kinetics of rare gases implanted into metals // *J. of Nucl. Mater.* 1989, v.168, p. 312–325.
 15. S.M. Myers, P.M. Richards, W.R. Wampler, F. Besenbacher. Ion-beam studies of hydrogen-metal interactions // *J. of Nucl. Mater.* 1989, v. 165, p. 9–64.
 16. S. Nagata, K. Takahiro. Effect of helium irradiation on trapping and thermal release of deuterium implanted in tungsten // *J. of Nucl. Mater.* 2001, v. 290–293, p. 135–139.
 17. В.Л. Арбузов, Г.А. Распопова и др. Радиационно-индуцированная сегрегация дейтерия в аустенитных сталях. Сообщение 1. Роль титана. // *ФММ*. 2004, т. 97, №6, с. 66.

ЗАХОПЛЕННЯ ДЕЙТЕРІЮ НА УЛОВЛЮВАЧАХ, СТВОРЕНИХ В СТАЛІ Х18Н10Т ПРІ ОПРЕОМІНЕННІ ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНИМИ ІОНАМИ АРГОНУ

І.Є. Копанець, Г.Д. Толстолуцька, В.В. Ружицький, С.А. Карпов

Вплив пошкоджень, створюваних під час імплантації аргону на захоплення ізотопу водню-дейтерія досліджено методами ядерних реакцій, каналування, термодесорбційної мас-спектрометрії і електронної мікроскопії. Досліджені захоплення та утримання дейтерію в сталі Х18Н10Т. Вивчено еволюцію профілю розподілення у процесі спільного та послідовного проникнення дейтерію та аргону.

CAPTURE OF DEUTERIUM ON TRAPS PRODUCED IN STEEL 18Cr10NiTi UNDER IRRADIATION BY HIGH ENERGY

I.E. Kopanetz, G.D. Tolstolytskaya, V.V. Ruzhitskiy, S.A. Karpov

Influence of damages induced at implantation of argon on capture of hydrogen-deuterium isotope is investigated by methods of nuclear reaction, channeling, thermal desorption mass-spectrometry and electron microscopy. Trapping and containment of deuterium in steel 18Cr10NiTi are investigated. Evolution of distribution profiles is studied during joint and successive implantation of deuterium and argon.