УДК 669.296:621.78.019

ИЗУЧЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ОБРАЗЦОВ ЛЕНТ ИЗ КАЛЬЦИЕТЕРМИЧЕСКОГО СПЛАВА Zr1Nb С СОДЕРЖАНИЕМ КИСЛОРОДА ДО 0,1 МАС. %

В.М. Ажажа, П.Н. Вьюгов, И.А. Петельгузов, Н.И. Ищенко, Н.П. Вьюгов, И.Н. Бутенко

Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт», г. Харьков, Украина;

E-mail: petelg@kipt.kharkov.ua; факс (057)335-27-54, тел. (057)335-67-67

Приведены результаты исследований сплава Zr+1 мас.%Nb (Zr1Nb), полученного на основе кальциетермического циркония с добавлением йодидного циркония, в результате чего общее содержание примеси кислорода снизилось до 0,10 мас. %. Изучена коррозионная стойкость и структурная стабильность сплава в исходном состоянии после получения лент, после отжигов и коррозионных испытаний при 350 и 400 ºС. Проанализирована роль повышенных количеств примеси кислорода в циркониевых сплавах в сравнении с аналогичными характеристиками штатного для труб твэлов реактора ВВЭР-1000 сплава Э110. Сплав Zr1Nb тройной шихты показал сходную коррозионную стойкость, структурную стабильность и пригодность для дальнейших технологических исследований как материала комплектующих твэлов и ТВС

ВВЕДЕНИЕ

Цирконий и его сплавы обладают в отличие от других конструкционных материалов (черных и нержавеющих сталей, цветных металлов) рядом важных особенностей. Прежде всего – способностью к активному поглощению газов: кислорода, азота, водорода. Кроме того, цирконий чувствителен к примесям внедрения, таких как углерод, а также ко многим металлическим примесям.

Указанные примеси являются не только сопутствующими в технологических процессах получения металла и сплава, но и постоянным сопровождающим окружением в технологии получения изделий из сплавов, а также при эксплуатации изделий в реакторах.

Активное растворение газов (кислорода и азота), образование интерметаллических соединений элементов при получении сплавов способствуют резкому упрочнению металла, могут приводить к равномерному или локальному понижению коррозионной стойкости. Все эти вопросы являлись постоянным предметом исследований, начиная от первых периодов использования циркония как реакторного материала.

Содержание кислорода в сплавах начинает сказываться на коррозиии циркония при содержании 0,20...0,25% и выше во время испытаний в воде в области температур 350...360 ºС, хотя точное определение максимальных концентраций кислорода в цирконии и его сплавах, влияющих на ухудшение коррозионной стойкости, не проведено. Часто ссылаются на снижение пластичности сплавов при повышении содержания кислорода, и этого было достаточно, чтобы не заниматься подробным изучением влияния кислорода при повышенных его концентрациях. Однако при получении материалов, а так же при эксплуатации изделий возможно достижение повышенных концентраций в сплавах и в слоях под оксидной плёнкой.

В настоящее время исследователи многих стран ведут работы по усовершенствованию существующих циркониевых сплавов и созданию новых, способных надежно работать в реакторных условиях при температурах 300...350 °С в воде высоких параметров.

В большинстве опубликованных работ показано, что освоение циркониевых сплавов невозможно без глубокого исследования механизма и кинетики процессов их коррозии, структурных превращений, протекающих в агрессивной среде, под облучением и напряжением, без изучения различных факторов, определяющих коррозионное поведение сплавов в воде и паре. Экспериментальные работы по изучению коррозионной стойкости сплавов циркония показали, что исходное состояние сплава и вид термической обработки существенно влияют на полученные результаты. В таких случаях необходимо учитывать повышенную склонность циркония к поглощению различных газов, что приводит к снижению их характеристик.

Одним из факторов, влияющих на коррозионную стойкость твэлов в воде, в реакторных условиях, является структурное состояние сплавов, задаваемое режимами термообработок, в том числе отжигом на заключительной стадии получения. В промышленных условиях применяемые в настоящее время для оболочек твэлов реакторов ВВЭР-1000 трубы проходят финишный отжиг в вакууме при 580 ºС в течение 3 ч. Этим режимом обеспечиваются прочностные и пластические свойства штатного сплава Э110.

Исследуемый в настоящее время для применения в Украине сплав на основе кальциетермического циркония содержит

повышенные количества кислорода (до 0,16 мас.%). С целью уменьшения содержания кислорода в сплаве было предпринято разбавление сплава КТЦ-110 до содержания 0,10 %О иодидным цирконием.

Исследованию коррозионной стойкости и структуры сплава Zr1Nb, полученного путём разбавления, и посвящена данная работа.

1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ОБРАЗЦОВ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ СПЛАВОВ И ОБРАЗЦОВ

Для коррозионных исследований были отобраны образцы из слитков экспериментальных плавок, изготовленные по опытной технологии ИФТТМТ ННЦ ХФТИ, включавшей следующие операции:

- изготовление на предприятии ГНПП "Цирконий" (г. Днепродзержинск) сплава КТЦ-110 (состав Zr1Nb), сходного по составу с российским сплавом Э110, методом кальциетермического восстановления тетрафторида циркония. Содержание кислорода в КТЦ-110 составляло 0,14…0,16 мас. % (что больше, чем у штатного для твэлов сплава Э110, который содержал ~ 0,08 мас. % кислорода);
- разбавление с помощью подшихтовки сплава КТЦ-110 йодидным цирконием (содержание кислорода, в котором составляло менее 0,05 мас.%);
- для имитации промышленного метода составления сплава (по аналогии с заводской технологией получения сплава Э110) при составлении окончательного состава сплава Zr1Nb с пониженным количеством кислорода были использованы обрезки труб (отходы), экспериментально изготовленные из сплава Zr1Nb в Днепропетровском трубном институте (материал отходов содержал 0,14…0,16 мас. % кислорода; по другим примесям эти отходы были аналогичны исходному составу сплава).

Используя подготовленные материалы, была составлена связка полос из заранее прокатанных на прокатном стане дисков из отливки сплава Zr1Nb, полос переплавленного йодидного циркония, листового ниобия и сплющенных труб из сплава Zr1Nb. Такая тройная шихта дважды переплавлялась в вакуумно-дуговой печи, а затем полученная отливка прокатывалась на прокатном стане на полосы толщиной 0,6 мм с деформацией до 90%.

Химический состав полученного материала по легирующим элементам и основным примесям был следующий: 0,9 % Nb; 0,08…0,10 % O; 0,004…0,006 % N; 0,01…0,02 % C; 0,003…0,005 % F. Везде проценты массовые. Этот сплав исследовался в данной работе. Назовём его условно «сплав Zr1Nb тройной шихты».

1.2. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЙ

Для коррозионных экспрессных и долговременных испытаний были изготовлены плоские образцы шириной 8 и длиной 35 мм. Подготовка поверхности производилась по лабораторным методикам коррозионных экспрессных и длительных испытаний МР-4508 и МР-4509 [1, 2].

Для сравнения использовались твэльные трубки из сплава Э110 диаметром 9,1 мм с толщиной стенки 0,65 мм, которые были изготовлены на Чепецком механическом заводе (Удмуртия, Россия) по штатной технологии в 1989 г.

С целью удаления поверхностных загрязнений, получения однородной поверхности, а так же в связи с тем, что поверхность оболочек для промышленных твэлов подвергается на финишном этапе полирующему травлению, в наших экспериментах все образцы протравливались в травителе такого состава:

– фтористо-водородная кислота (плавиковая) 48%-го состава ГОСТ 2567-73 - 5 об.%;

– азотная кислота с удельным весом 1,35 г/см^3, ГОСТ 11125-84 - 45 об.%;

–- бидистиллированная вода (σ =(1…2)·10^{-6} сим/см, pH=6,5) – остальное.

При травлении удалялся слой металла толщиной ~ 15…20 мкм. Поверхность образцов получалась полированная, блестящая.

1.3. ОПИСАНИЕ УСТАНОВОК И ОБОРУДОВАНИЯ

Установки для коррозионных длительных и экспрессных испытаний представляют собой автоклавы высокого давления с внутренним диаметром 48 мм, длиной рабочей части 250 мм, ёмкостью 750 см^3. Автоклавы были оборудованы системой измерения и регулировки температуры, давления, мембранными предохранителями от превышений давления среды в объеме автоклавов, приспособлением для напуска и сброса воды и пара.

Автоклавы рассчитаны на следующие параметры: температуры – на 350 и 400 ºС; внутреннего давление среды – на 16,5 и 20,0 МПа соответственно.

В испытаниях применялась вода с добавками веществ, используемых в теплоносителе реактора ВВЭР-1000. Температура испытаний в воде 350 ºС, в водяном паре — 400 ºС.

Применяемые методики и техника коррозионных испытаний, разработанные в ННЦ ХФТИ, были аналогичны методикам испытаний труб из циркониевых сплавов по ТУ 95. 405-89 ЛУ России и ASTM B353-71 США.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРОЗИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Экспрессные испытания. Вначале были проведены испытания в парах воды как экспрессные при температуре 400 ºС, давлении 20,0 МПа в течение 72 ч (методика МР-4508).

Результаты испытаний показали следующее:

– все образцы трубок из сплава Zr1Nb тройной шихты имели близкие между собой привесы – 16,8 мг/дм^2, что ниже браковочных привесов (согласно требованиям Технических условий России ТУ. 805–81Е, где предельные привесы для сплава Э110 не должны превышать 22 мг/дм^2), и для сплавов типа циркалой привесы также должны быть

≤ 22 мг/дм^2 (по требованиям ASTM) [3,4]. Привесы образцов труб из штатного сплава Э110 при аналогичных условиях испытаний составили величину 15,7 мг/дм^2;

– испытания не выявили коррозионных разрушений, образований нодулярных коррозионных очагов или признаков побеления плёнок. Величины скоростей коррозии всех типов образцов пластин сплава Zr1Nb тройной шихты и труб из штатного сплава Э110 близки, что говорит о высокой коррозионной стойкости пластин из полученного сплава Zr1Nb тройной шихты.

Длительные испытания. Параллельно проводились длительные коррозионные исследования сплавов при 350 ºС в воде. Состав воды по основным добавкам соответствовал теплоносителю реактора ВВЭР-1000 Он содержал борную кислоту H_3BO_3 в концентрации 7…8 г/л; КОН – 0,025 г/л; NH_3 – 0,014 г/л, остальное – бидистиллированная вода; pH раствора составлял 7,0…7,2. Длительные испытания сплавов проведены в течение 1000 ч. Результаты испытаний при 350 ºС показаны на рис. 1.

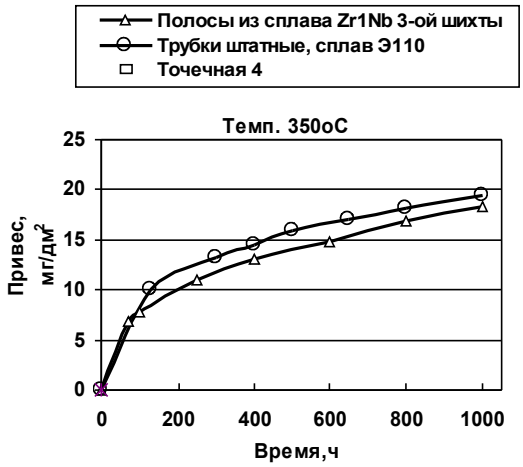


Рис. 1. Кинетика коррозии циркониевых сплавов в высокотемпературной воде состава теплоносителя в реакторе ВВЭР-1000 при температуре 350 ºС и давлении 16,5 МПа

Как видно из графиков, привесы для образцов сплава Zr1Nb тройной шихты близки к привесам образцов штатного сплава Э110: или совпадают по значениям в пределах разброса, или имеют несколько меньшие значения. Вид оксидных пленок практически совпадает у Zr1Nb и Э110.

Длительные испытания образцов обоих типов сплавов, проведенные при температуре 400 ºС в паре (рис. 2), подтвердили данные экспрессных испытаний. На сплавах образовывались сплошные защитные плёнки оксида тёмно-синего и тёмно-серого цвета. Закономерности коррозионных процессов описываются кубическим законом, свойственным процессу коррозии известных циркониевых сплавов (типа циркалой и другим).

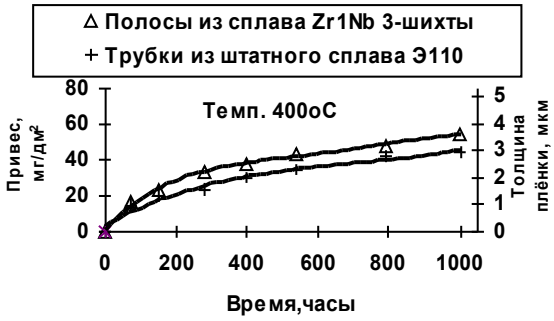


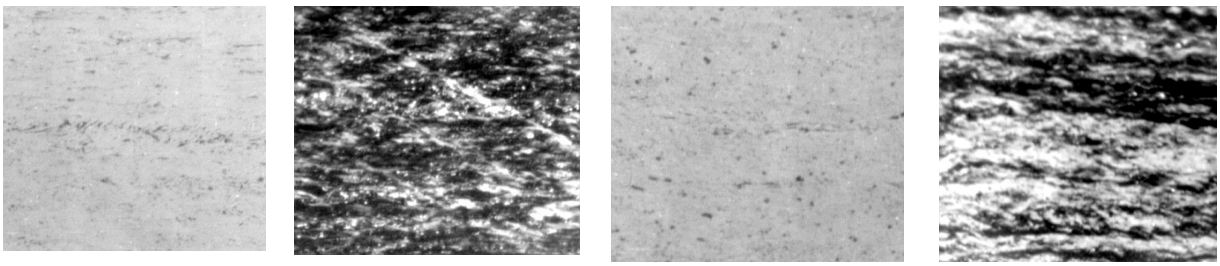
Рис. 2. Кинетика коррозии циркониевых сплавов в водяном паре при температуре 400 ºС и давлении 20 МПа

Сходство кинетики коррозии сплава Zr1Nb тройной шихты и штатного сплава для оболочек твэлов реактора ВВЭР-1000 – Э110 при испытаниях в течение 1000 ч продемонстрировано на графиках рис. 1 и 2.

3. МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

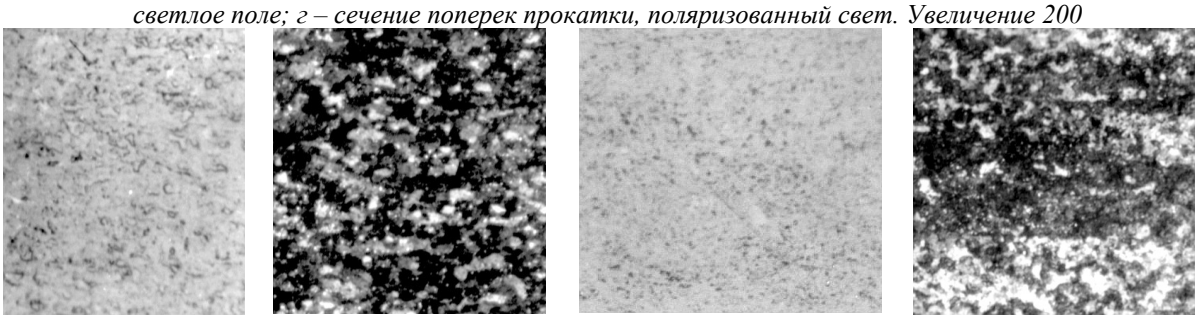
Ввиду того, что сплав Zr1Nb, изготовленный на основе кальциетермического сплава по технологии тройной шихты, исследуется впервые, представляло интерес изучить его структуру в исходном состоянии (после прокатки и рекристаллизационного отжига – 580 ºС, 3 ч) и после коррозионных испытаний в воде и парах воды.

Структуру изучали после приготовления шлифов, их полировки на алмазной пасте и травления во фторсодержащих травителях. Средний размер зерна в поперечном сечении определяли методом секущих по 9 секущим в 3 полях зрения, длину и ширину зерен в сечении вдоль направления прокатки усредняли по 3 секущим в 3 полях зрения. Данные металлографического изучения показаны на рис. 3-5 и в таблице.



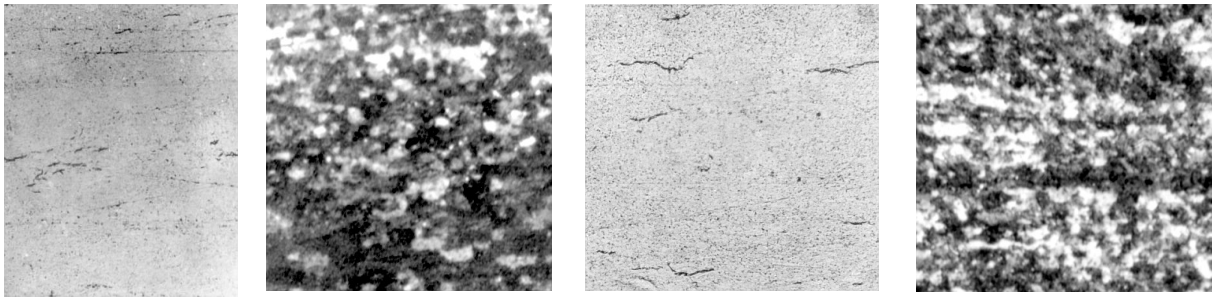
а б в г

Рис. 3. Структура пластин Zr1Nb после прокатки, до отжига: а – сечение вдоль направления прокатки, светлое поле; б – сечение вдоль направления прокатки, поляризованный свет; в – сечение поперек прокатки, светлое поле; г – сечение поперек прокатки, поляризованный свет. Увеличение 200



а б в г

Рис. 4. Структура пластин Zr1Nb после прокатки и отжига при 580 °С в течение 3 ч в вакууме: а – сечение вдоль направления прокатки, светлое поле; б – сечение вдоль направления прокатки, поляризованный свет; в – сечение поперек прокатки, светлое поле; г – сечение поперек прокатки, поляризованный свет. Увеличение 200



а б в г

Рис. 5. Структура пластин Zr1Nb после прокатки, отжига в вакууме и последующих коррозионных испытаний в паре при 400 °С в течение 400 ч: а – сечение вдоль направления прокатки, светлое поле, увеличение 200; б – сечение вдоль направления прокатки, поляризованный свет, увеличение 400; в – сечение поперек прокатки, светлое поле, увеличение 200; г – сечение поперек прокатки, поляризованный свет, увеличение 400

Данные измерения размеров зёрен и величин микротвёрдости полос из сплава Zr1Nb, полученного из тройной шихты

Пластины сплава Zr1Nb	Видимое зерно, мкм	Микротвердость, МПа
После прокатки, без отжига, выбрано сечение вдоль направления прокатки	Не просматриваются	2254
После прокатки, без отжига, сечение поперек прокатки	Не просматриваются	2136
После прокатки и отжига при 580 ºС в течение 3 ч в вакууме, сечение вдоль направления прокатки	Вытянутые зёрна, размер ≈ 6x11	1823
После прокатки и отжига при 580 ºС в течение 3 ч в вакууме, сечение поперек прокатки	Равноосные зёрна, 6,3	1725
После прокатки, отжига 580 ºС, 3 ч, в вакууме и коррозионных испытаний в паре при 400 ºС в течение 400 ч, сечение вдоль направления прокатки	Вытянутые зёрна, размер ≈ 6x12	1784
После прокатки, отжига 580 ºС, 3 ч, в вакууме и коррозионных испытаний в паре при 400 ºС в течение 400 ч, сечение поперек прокатки	Равноосные зёрна 5,6	1646

Из фотоснимков следует, что в неотожжённом виде зерненная структура в светлом поле и в поляризованном свете не просматривается, хотя в поляризованном свете отмечено волокнистое строение, связанное с прокаткой. После отжига при температуре 580 ºС в течение 3 ч (по режиму, который применяется для стабилизационного отжига штатных твэльных труб) в поперечном сечении получается обычно равноосная структура с малым размером зерна (около 6 мкм), а вдоль направления прокатки формируется структура с вытянутыми зёрнами с соотношением размеров вдоль/поперёк 11 х 6 мкм. Структура обоих сплавов представляется довольно чистой от мелких и крупных включений.

После коррозионных испытаний при 400 ºС в течение 400 ч зёренная структура практически не изменилась, размеры зёрен также остались на прежнем уровне. Однако в структуре появились выделения гидридов, образовавшихся вследствие коррозионного взаимодействия сплава с водяным паром. Расположение гидридов – преимущественно вдоль направления прокатки, паралельно поверхности пластин.

Исследовалась микротвёрдость сплава Zr1Nb тройной шихты в различном состояния после прокатки и термообработок. Микротвёрдость усредняли по 16 точкам измерений в каждом состоянии. Данные таблицы показывают, что в состоянии до отжига микротвёрдость высокая, что, естественно, отражает наличие наклёпа. После отжига и коррозионных испытаний микротвёрдость сплава снижается, приближаясь по значения к микротвёрдости штатного сплава Э110 в твэльных трубах.

4. ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты коррозионных автоклавных испытаний при 350 и 400 ºС образцов пластин, прокатанных из литого сплава Zr1Nb тройной шихты, в сравнении с трубами из штатного сплава Э110 показывают высокую коррозионную стойкость при экспрессных и продолжительных испытаниях. И хотя данные испытания рассматриваются как предварительные и требуют дальнейших исследований, можно сделать следующие выводы.

Величины привесов в функции времени для образцов лент-полос для температур 350 и 400 ºС, приведенные на рис. 1 и 2, показывают, что при температуре испытаний 350 ºС величина коррозионного привеса у образцов из полос сплава Zr1Nb тройной шихты несколько меньше, чем у образцов Э110, в то время как при температуре испытаний 400 ºС зависимость обратная, т.е. по сравнению с привесами трубчатых образцов из сплава Э110 привесы пластин за одинаковое время, хотя и незначительно, но выше. Причины такого поведения пока не выяснены. В целом, коррозионная стойкость образцов пластин из сплава Zr1Nb оценивается как высокая, близкая к стойкости образцов сплава Э110 при этой температуре.

Данные химического состава сплава Zr1Nb тройной шихты свидетельствуют о достаточно высокой чистоте сплава по примесям и о сходстве этого состава с составом сплава Э110. Такое представление подтверждается результатами металлографического анализа, который не выявил крупных включений. Имеющиеся выделения по их размерам не представляются большими (до 3 мкм), а качественная картина распределения выделений у сплавов Zr1Nb тройной шихты и Э110 достаточно сходная.

Таким образом, различие между химическими составами изучаемых типов сплавов (исходному - до разбавления, штатному Э110 и экспериментальному, изготовленному по тройной шихте) сводится по существу к разнице в количестве примеси кислорода. В литературе существует представление о том, что кислород не является существенно вредной примесью в цирконии, снижающей его коррозионную стойкость.

Однако приведенных в литературе данных недостаточно, чтобы однозначно определить влияние примеси кислорода на коррозионную стойкость кальциетермического сплава Zr1Nb при различных температурах и длительных временах коррозионной выдержки. В работе [5] сообщается, что добавка кислорода до 0,16% в сплаве Zr+1%Nb (Э110К) не ухудшает его коррозионную стойкость, а упрочнение, вызываемое добавкой кислорода, может представляться полезным для работоспособности твэлов в аварийных ситуациях. Во Франции предложен сплав (M5), аналогичный Zr1Nb, но с добавкой 0,14…0,16% кислорода и небольшого количества (порядка тысячных процента) серы, показавший высокие защитные свойства при реакторных испытаниях тепловыделяющих элементов [6]. В штатном сплаве циркалой-4 допускается легирование кислородом в количестве до 0,14 % без ущерба для работоспособности оболочек твэлов. В работе [7] отмечено некоторое возрастание привесов при длительных коррозионных испытаниях в воде сплавов Zr1Nb при увеличении содержания кислорода в диапазоне 0,11...0,16 мас.%

Данная работа имела основную цель исследовать коррозионную стойкость, некоторые структурные характеристики пластин из сплава Zr1Nb, полученных из экспериментальных слитков, изготовленных на украинских предприятиях и состоящих из кальциетермического сплава тройной шихты. Полезным качеством методики, применённой в данной работе, является использование в качестве «эталона» для оценки характеристик коррозии сплава Zr1Nb сплава Э110 штатных твэльных труб, которые испытывались параллельно с трубами из исследуемого кальциетермического сплава. Это позволяет нам получать сравнительные данные по коррозионной

стойкости кальциетермического сплава Zr1Nb тройной шихты с данными коррозионного поведения штатного сплава Э110.

Вышеописанные результаты измерений скорости коррозии свидетельствуют о том, что до определённого времени кинетики коррозии сплава Zr1Nb и Э110 близки. Сравнение видов поверхности в процессе коррозии обоих типов труб также показало сходный характер.

Анализ результатов проведенных исследований лент из экспериментального сплава Zr1Nb тройной шихты с пониженным содержанием кислорода показали достаточно высокие характеристики коррозионной стойкости и стабильного состояния структуры такого сплава Zr1Nb после испытаний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведены коррозионные исследования нового сплава Zr1Nb тройной шихты, содержащего до 0,1 мас.% кислорода, прокатанного в виде ленты до толщины 0,6 мм.

2. Испытания проводились как экспрессные по методике НТК ЯТЦ ННЦ ХФТИ МР.4508 ПМ в водяном паре при температуре 400 ºС (давлении 20,0 МПа) и в высокотемпературной воде при рабочей температуре оболочек твэлов реактора ВВЭР-1000 – 350 ºС (давление 16,5 МПа) по методике МР-4509 ПМ.

3. Для сравнения одновременно испытывались и образцы штатной трубы из сплава Э110.

4. Испытания показали высокую коррозионную стойкость исследуемых образцов лент из сплава Zr1Nb тройной шихты. Данные испытаний за указанное время показывают, что по привесам и по состоянию окисленной поверхности образцы ленты близки к характеристикам образцов труб из сплава Э110.

5. Сплав Zr1Nb тройной шихты имеет структуру, сходную со структурой штатного сплава Э110.

6. Сплав Zr1Nb тройной шихты, содержащий менее 0,10% примеси кислорода, можно рекомендовать к использованию в дальнейших технологических резработках экспериментальных изделий для атомной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лабораторная методика экспрессных коррозионных испытаний циркониевых сплавов.* НТК ЯТЦ ННЦ ХФТИ, МР-4508 ПМ, Харьков, 1999.
2. *Лабораторная методика долгосрочных коррозионных испытаний циркониевых сплавов.* НТК ЯТЦ ННЦ ХФТИ, МР-4509 ПМ, Харьков, 1999.
3. *Технические условия на изготовление трубок из Э110, ТУ 95.405-81Е*. ЧМЗ, г. Глазов, 1990.
4. Стандарт на коррозионные испытания циркониевых сплавов в воде, США //*Aqueous corrosion testing of samples of zirconium alloys, ASTM № G2-74, USA* /Перевод ЦНИИАТОМИНФОРМ, М., 1976.
5. С.В. Иванова, А.В. Никулина. Циркониевые сплавы для компонентов ТВС реакторов типа ВВЭР-1000 и РБМК //*Физика и химия обработки материалов.* 2001, №6, с. 15–25.
6. J.P. Mardon, D. Chaquet, J.L. Aubin, G.L. Garner. Industrial development and irradiation performance of M5 TM alloy //*13th International Symposium on "Zirconium in Nucleare Industry". June 10-14, 2001, Annecy, France.*
7. И.А. Петельгузов. Исследование кинетики коррозии твэльных труб из кальциетермического циркониевого сплава Zr+1%Nb (Zr1Nb) в воде при температуре 350 ºС и в паре при 400 и 500 ºС //*Вопросы атомной науки и техник. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»*. 2002, №6, с. 88–95.

ВИВЧЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ЗРАЗКІВ СТРІЧОК ІЗ КАЛЬЦІЄТЕРМІЧНОГО СПЛАВУ Zr1Nb ЗІ ЗМІСТОМ КИСНЮ ДО 0,10 МАС.%

В.М. Ажажа, П.М. В'югов, І.А. Петельгузов, Н.І. Іщенко, М.П. В'югов, І.Н. Бутенко

Представлені результати досліджень сплаву Zr+1 мас.% Nb (Zr1Nb), отриманого на основі кальцієтермичного цирконію з додаванням иодидного цирконію, у результаті чого загальний зміст домішки кисню знизилося до 0,10 мас.%Вивчено корозійну стійкість і структурну стабільність сплаву у вихідному стані після одержання стрічок, після відпалів і корозійних випробувань при 350 й 400 ºС. У порівнянні з аналогічними характеристиками штатного для труб твелів реактора ВВЕР-1000 сплаву Е110 сплав Zr1Nb потрійної шихти показав подібну корозійну стійкість, структурну стабільність і придатність для подальших технологічних досліджень як матеріалу комплектуючих твелів і ТВС

STUDY OF CORROSION STABILITY SAMPLE TAPES FROM CALCIUM-THERMAL ALLOY Zr1Nb WITH CONTENTS OF THE OXYGEN BEFORE 0,1% WIGHT

V.M. Azhazha, P.N. V'yugov, I.A. Petelguzov, N.I. Ischenko, N.P. V'yugov, I.N. Butenko

Results of the studies of the alloy Zr+1% by weight (Zr1Nb) are presented in the article. The alloy was got on base calcium-thermal zirconium with addition iodine zirconium with the result, that the general contents of oxygen was before 0,10 % by weights. It is studied corrosion stability and structured stability in source condition after reception of the tapes, after annealing and corrosion tests under 350 and 400 ºC. In comparison with analogy feature staff pipes of fuels for of the reactor VVER-1000 by alloy E110. The alloy Zr1Nb by triple mixture has shown cognate corrosion stability, structured stability and fitness for further technological studies as material fuels and fuel assemblies.