

АНОДНОЕ РАСТВОРЕНИЕ СПЛАВА ВОЛЬФРАМ–ЦИРКОНИЙ В ЩЕЛОЧНОМ ЭЛЕКТРОЛИТЕ

С.Л. Березина

sberezina2008@yandex.ru

В.Н. Горячева

Н.Н. Двудличанская

В.И. Ермолаева

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

Представлены результаты изучения анодного поведения в щелочном электролите образцов сплава вольфрам–цирконий с различным содержанием циркония. Исследована взаимосвязь между содержанием легирующего компонента в сплаве и некоторыми параметрами электрохимического процесса. В потенциодинамическом режиме сняты вольтамперные характеристики; показано, что скорость анодного растворения возрастает с увеличением в сплаве содержания циркония. Изучено влияние состава раствора электролита на характер анодного растворения сплава. Для образцов сплава с содержанием циркония 18 % приведены анодные кривые, полученные в щелочном электролите с анионными добавками органической и неорганической природы; отмечено различие значений стационарных потенциалов и плотности анодного тока. На основании полученных данных установлено, что сплав вольфрам–цирконий (18 %) наиболее электрохимически активен в присутствии в щелочном электролите фторид-ионов, что отмечается на поляризационной кривой смещением электродных потенциалов в сторону отрицательных значений и возрастанием максимума анодного тока

Ключевые слова

Сплав вольфрам–цирконий, электродный потенциал, поляризационная кривая, анодное растворение, плотность тока

Поступила в редакцию 22.04.2016
© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017

Введение. Сплавы на основе вольфрама сочетают коррозионную устойчивость с высокими физико-механическими характеристиками и находят все более широкое применение в аэрокосмическом производстве, машино- и приборостроении, металлургии, энергетике и других областях. Легирование вольфрама позволяет повысить его прочность, жаропрочность, снизить хрупкость, улучшить технологичность. При формообразовании изделий из сплавов тугоплавких металлов в силу их высокой твердости наиболее эффективными являются методы электрохимической размерной обработки и электрохимического полирования. Параметры технологического процесса имеют важное практическое значение, непосредственно влияя на технические и эксплуатационные свойства изделий. Для реше-

ния прикладных задач в условиях электрохимической обработки (производительность, точность, качество поверхности) необходимы представления об особенностях электрохимического поведения обрабатываемых сплавов, свойства которых могут меняться в достаточно широком диапазоне уже при легировании и термомеханической обработке. В связи с этим получение экспериментальных данных по изучению анодного поведения сплавов тугоплавких металлов является актуальной задачей, требующей решения в каждом отдельном случае.

Цель работы — изучение закономерностей анодного растворения сплава вольфрам–цирконий в водных растворах на основе щелочи. В работе поставлены следующие задачи:

- 1) изучение анодного поведения сплава вольфрам–цирконий с различным содержанием циркония в водном растворе 15 % NaOH;
- 2) изучение влияния активирующих добавок неорганической и органической природы к основному электролиту на кинетику анодного растворения для сплава вольфрама с максимальным содержанием циркония.

Методика эксперимента. В качестве исследуемых материалов применялись образцы сплавов системы W–Zr–C с содержанием циркония 0,9...18 %, углерода 0,04 %, в качестве электролитов — водные растворы 15 % NaOH, как приближенные к максимальной электропроводности, с активирующими добавками солей органической и неорганической природы (реактивы марки «х.ч.»).

Измерения электродных потенциалов и регистрация анодных кривых проводились при температуре 25 °С с использованием потенциостата П-5847М с интервалом потенциостатирования до 4 В, скорость линейной развертки потенциала составляла 80 мВ/с. Кривые записывались самопишущим двухкоординатным потенциометром КСП-4. Значения потенциалов пересчитывались по отношению к нормальному водородному электроду.

Рабочие электроды представляли собой образцы пластин сплавов, помещенные в стеклянные трубки с боковыми поверхностями, изолированными эпоксидной смолой, рабочая торцевая поверхность образцов составляла около 1 см². Перед каждым измерением образцы шлифовались, полировались, обезжиривались ацетоном и промывались в дистиллированной воде.

Электроды помещались в электрохимическую ячейку из молибденового стекла с разделенными анодным и катодным пространствами. В качестве катода использован платиновый электрод, в качестве электрода сравнения — насыщенный хлоридсеребряный.

Обсуждение результатов. Системы W–Zr–C образуют твердые растворы с ограниченной растворимостью [1–4]. Образуются одна промежуточная фаза W₂Zr и твердые растворы на основе W и Zr; углерод входит в состав упрочняющих сплав высокодисперсных карбидов WC, W₂C. Исходная микроструктура поверхности образца сплава W–Zr (18 %) показана на рис. 1, а, микрофотография поверхности образца в процессе анодного растворения — на рис. 1, б.

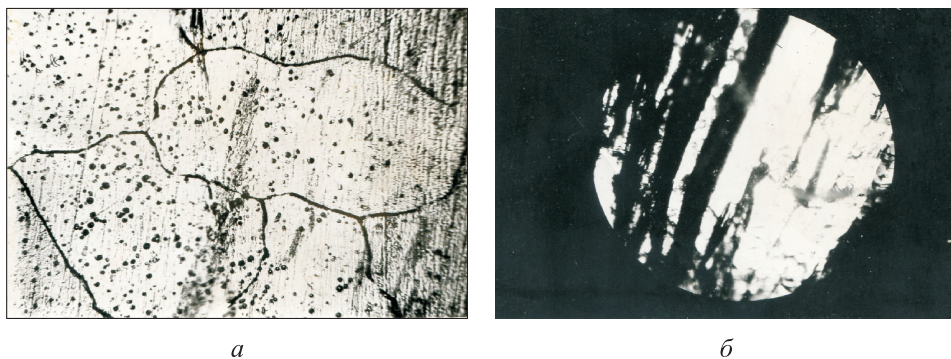
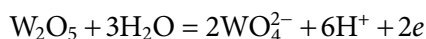
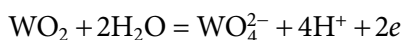
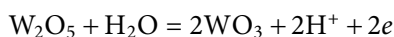
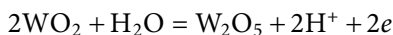
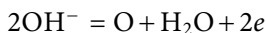


Рис. 1. Исходная микроструктура (а) и микрофотография (б) поверхности сплава W-Zr (18 %) в процессе анодного растворения

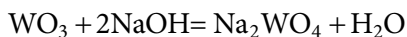
В зависимости от потенциала и pH раствора возможно образование кислородных соединений вольфрама [5–7]:



В области активного анодного растворения возможен разряд гидроксид-ионов



образующийся атомарный кислород окисляет участки анода, свободные от первичной пассивирующей пленки, до высших оксидов WO_3 , частично растворяющихся в щелочи с образованием устойчивых вольфраматов:



Значения стационарных потенциалов $\varphi_{ст}$ в электролите 15 % NaOH + 5 % NaF для образцов сплава с различным содержанием циркония приведены ниже. Увеличение содержания циркония в сплаве от 0,9 до 18 % оказывает активирующее влияние, смещая значения потенциалов $\varphi_{ст}$ в область отрицательных значений. По данным, приведенным в работе [7], присутствие в электролите фторид-ионов способствует модификации сформированной на воздухе оксидной пленки циркония, разблагораживанию его электродного потенциала и активации анодного процесса.

При анодной поляризации образцов наблюдались состояния активного растворения, пассивации и гляцевания. Уменьшение анодной активности образца в процессе анодного растворения связано с образованием на поверхности неравномерной оксидной пленки [8].

Значения стационарных потенциалов $\varphi_{ст}$ в электролите 15 % NaOH + 5 % NaF для сплава W–Zr с различным содержанием циркония

Содержание циркония в образце, % ...	18,0	2,0	1,6	0,9
$\varphi_{ст}$, мВ	-705	-690	-675	-640

Анодные кривые, полученные в электролите указанного состава, показаны на рис. 2, а. Увеличение содержания циркония в сплаве активирует процесс электрохимического растворения, возрастают значения плотности анодного тока. Отдельно выраженные максимумы анодного растворения циркония в области потенциалов, предшествующих пассивации, на кривых не отмечены.

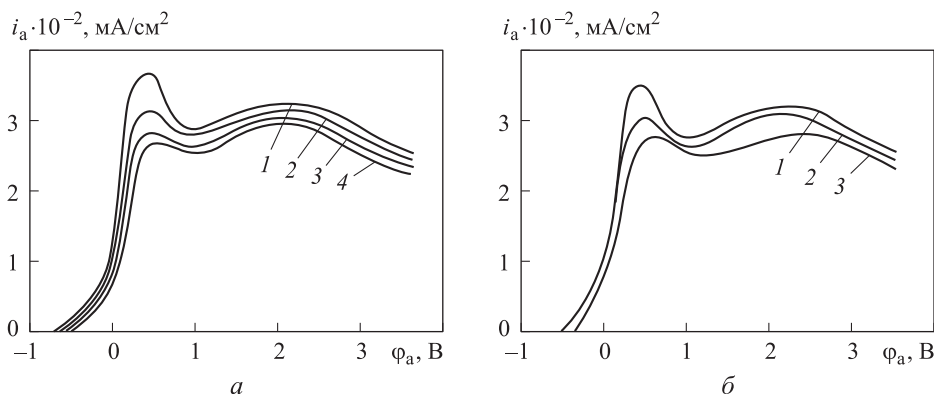


Рис. 2. Анодные поляризационные кривые образцов сплава W–Zr:

а — электролит 15 % NaOH + 5 % NaF (1 — Zr (18 %); 2 — Zr (2 %); 3 — Zr (1,6 %); 4 — Zr (0,9 %));
 б — щелочной электролит (1 — 15 % NaOH + 5 % NaF; 2 — 15 % NaOH + Na₂C₄H₄O₆; 3 — 15 % NaOH)

В настоящей работе было изучено влияние состава электролита на характер анодного растворения сплава W–Zr (18 %). В качестве возможных активирующих добавок к основному электролиту применялись соли органической и неорганической природы, выбор которых основывался на окислительных и комплексообразующих свойствах анионов по отношению к компонентам сплава [9–15].

Приведенные в таблице значения стационарных потенциалов $\varphi_{ст}$ для сплава W–Zr (18 %), измеренные в электролитах с разными анионными добавками, показывают различие их активирующих воздействий уже при отсутствии поляризации. Экспериментальные значения потенциалов окислительно-восстановительных систем вольфрама и его сплавов, приводимые в различных литературных источниках, различаются [16]. Это можно объяснить изначально разным состоянием поверхностного слоя образца и неполной воспроизводимостью поверхности при подготовке к измерениям [17, 18].

Анодные кривые, полученные в электролитах (1–3), приведены на рис. 2, б. Общими для кривых являются участки растворения, пассивные участки и площадки предельного тока. В начале поляризации, при достаточно низких значениях

анодных потенциалов, происходит грубое травление поверхности электрода, при высоких положительных значениях — процесс глянцеваания. Наибольшее значение максимума анодного тока наблюдается в электролите 15 % NaOH + 5 % NaF (кривая 1, см. рис. 2, б); при анодной поляризации химическая активность фторид-ионов возрастает. Активирующее действие галогенид-ионов при достижении определенного значения потенциала может быть связано с адсорбцией ионов на участках поверхности с наибольшей свободной энергией. На поверхности сплава возможны конкурирующие процессы образования поверхностных оксидов и вытеснения кислорода фторид-ионами. При нарушении поверхностного пассивного слоя оксидов происходит растворение компонентов сплава (известны комплексы вольфрама состава Na_2WF_8).

Значения стационарных потенциалов $\varphi_{\text{ст}}$ для сплава W–Zr (18 %) в щелочном электролите с анионными добавками

Состав электролита	$\varphi_{\text{ст}}$, мВ
15 % NaOH	– 685
15 % NaOH + 5 % NaF	–705
15 % NaOH + 5 % NaBr	– 700
15 % NaOH + 5 % Na_2CO_3	–690
15 % NaOH + 5 % $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$	–708
15 % NaOH + 5 % Na_3PO_4	– 460

Действие тартрат-ионов (кривая 2, см. рис. 2, б) связано со способностью металлов к образованию внутрикомплексных растворимых соединений. При увеличении pH среды возрастает тенденция перехода катионных форм в анионные, не вступающие во взаимодействие с винной кислотой. Начиная со значений pH = 8,2 в водном растворе образуется анионный комплекс $[\text{WO}_4\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6]^{4-}$, диссоциирующий при $\text{pH} \geq 11$ на вольфрамат и тартрат-ионы [19, 20]. В случае специфической адсорбции анионов $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ из раствора с образованием комплексов анодное растворение сплава активируется.

Выводы. Потенциодинамическим методом изучено анодное поведение сплава вольфрам–цирконий с содержанием циркония 0,9; 1,6; 2,0; 18 % в щелочном электролите состава 15 % NaOH + 5 % NaF. Общими на анодных кривых являются стадии активного растворения, пассивации и глянцеваания. Установлено, что увеличение концентрации циркония в сплаве оказывает активирующее влияние на процесс растворения; электродные потенциалы смещаются в сторону отрицательных значений, возрастают максимумы анодного тока. Для определения влияния состава электролита на характер растворения сняты анодные характеристики для сплава W–Zr (18 %) в 15 % NaOH с анионными добавками различной природы. Наибольшую электрохимическую активность сплав проявляет в электролите в присутствии фторид-ионов. Полученные дан-

ные расширяют представления об электрохимии сплавов вольфрам–цирконий и, подтверждая данные о влиянии состава электролита на вольтамперные характеристики, позволяют интенсифицировать процесс анодного растворения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лякишев Н.П., ред.* Цирконий–вольфрам // Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник. Т. 3. Кн. 2. М.: Машиностроение, 2000. С. 428–429.
2. *Курлов А.С., Гусев А.И.* Физика и химия карбидов вольфрама. М.: Физматлит, 2013. 270 с.
3. *Солнцев Ю.П.* Металлы и сплавы. Справочник. СПб.: Профессионал, 2003. 268 с.
4. *Лякишев Н.П.* Диаграммы состояния двойных металлических систем. Т. 3. Кн. 1. М.: Машиностроение, 2001. 872 с.
5. *Pourbaix M.* Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solution. Oxford: Pergamon Press Limited, 1966. 644 p.
6. *Сухотин А.М.* Справочник по электрохимии. М.: Химия, 1981. 488 с.
7. *Цыганкова Л.Е., Сенова Л.А.* Закономерности активного анодного растворения циркония в кислых фторидсодержащих средах // Вестник ТГУ. Сер. Естественные и технические науки. 1999. Т. 4. № 3. С. 301–304.
8. *Березина С.Л., Голубев А.М., Пучков Ю.А.* Кинетика анодного окисления вольфрама в щелочных растворах // Труды Шестой Всероссийской конференции «Необратимые процессы в природе и технике». М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. С. 299–301.
9. *Поздеева А.А., Антоновская Э.И., Сухотин А.М.* Электрохимическое поведение вольфрама в кислых и щелочных средах. Природа и состав анодных оксидных пленок // Труды ГИПХ. 1970. № 66. С. 75–93.
10. *Колосницын В.С., Япрынцева О.А., Яцык Н.В., Красногорская Н.Н.* Анодное растворение молибдена и вольфрама в растворе сульфата натрия // Журнал прикладной химии. 2002. Т. 75. № 4. С. 678–679.
11. *Anik M., Osseo-Asare K.* Effect of pH on the anodic behavior of tungsten // J. of The Electrochemical Society. 2002. Vol. 149. No. 6. P. 224–233. DOI: 10.1149/1.1471544
URL: <http://jes.ecsdl.org/content/149/6/B224>
12. *Смирнова Л.В., Балмасов А.В., Румянцев Е.М.* Анодное поведение вольфрама в водно-органических растворах хлорида натрия // Электрохимия. 2000. Т. 36. № 7. С. 803–807.
13. *Баешов А.Б., Иванов К.С., Абдувалиева У.А., Баешова А.К.* Потенциодинамические поляризационные кривые вольфрама в растворе азотной кислоты // Известия НАН Республики Казахстан. 2011. Т. 378. № 4. С. 14–18.
14. *Баешов А.Б., Абдувалиева У.А., Журинов М.Ж.* Исследование анодного поведения вольфрама в солянокислых растворах методом снятия потенциодинамических поляризационных кривых // Известия НАН Республики Казахстан. 2009. Т. 373. № 1. С. 3–6.
15. *Балмасов А.В., Виноградов В.И., Лилин С.А.* Влияние цитрат-ионов на анодное поведение вольфрама // Защита металлов. 2006. Т. 42. № 5. С. 551–553.
16. *Сперанская Е.Ф., Мерцалова М.В., Кулев И.И.* Электрохимические свойства молибдена и вольфрама // Успехи химии. 1966. Т. 35. № 12. С. 2129–2150.
17. *Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А.* Электрохимия. М.: Колосс, 2006. 672 с.
18. *Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д.* Физико-химические основы электрохимии. Долгосрочный: Интеллект, 2013. 446 с.

19. *Исследование растворов вольфрамата натрия и D-(+)-винной кислоты методами поляриметрии, криоскопии и рН-метрии* / Н.Д. Мусаева, Я.Х. Шахвердиев, Э.И. Ахмедов, К.А. Искендерова, Э.Х. Нагиева // Журнал неорганической химии. 2012. Т. 57. № 5. С. 832–836.

20. *Исследование взаимодействия тартратвольфраматного комплекса и гидроксида натрия в водных растворах* / Н.Д. Мусаева, Я.Х. Шахвердиев, К.А. Искендерова и др. // Научные труды Азербайджанского технического университета. 2008. Т. VII (27). № 3. С. 136–140.

Березина Светлана Львовна — канд. техн. наук, доцент кафедры «Химия» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5).

Горячева Валентина Николаевна — канд. хим. наук, доцент кафедры «Химия» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5).

Двуличанская Наталья Николаевна — д-р педагог. наук, канд. техн. наук, профессор кафедры «Химия» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5).

Ермолаева Виолетта Ивановна — канд. техн. наук, доцент кафедры «Химия» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5).

Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:

Березина С.Л., Горячева В.Н., Двуличанская Н.Н., Ермолаева В.И. Анодное растворение сплава вольфрам–цирконий в щелочном электролите // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. 2017. № 2. С. 96–104.

DOI: 10.18698/1812-3368-2017-2-96-104

**ANODIC DISSOLUTION OF TUNGSTEN–ZIRCONIUM ALLOY
IN ALKALINE ELECTROLYTE**

S.L. Berezina

sberezina2008@yandex.ru

V.N. Goryacheva

N.N. Dvulichanskaya

V.I. Ermolaeva

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

This article presents the results of studying the anodic behavior of W–Zr alloy samples with different Zr content in alkaline electrolyte. We examined the relationship between content of alloying ingredient and some parameters of electrochemical process and used potentiodynamic method for measuring volt-ampere curves. The rate of anodic dissolution was shown to increase with growth of zirconium content. In our research we investigated the influence of electrolyte composition on kinetics of W–Zr alloy anodic process and measured anodic curves obtained for 18 % Zr samples in the presence of anionic additives of

Keywords

Tungsten-zirconium alloy, electrode potential, polarization curve, anodic dissolution, current density

organic and non-organic nature. As a result, we found the differences in stationary potentials and anode-current density. Findings of the research showed that the 18 % W–Zr alloy was the most electrochemical active in the presence of fluoride ions in alkaline electrolyte. This fact was proved by the shifts of electrode potentials on polarization curves to negative values and by growth of anodic current maximum

REFERENCES

- [1] Lyakishev N.P., ed. Tsirkoniy–vol'fram. Diagrammy sostoyaniya dvoynykh metallicheskih sistem: Spravochnik. T. 3. Kn. 2 [Zirconium–tungsten. In: State diagram of two-metal systems. Vol. 3. P. 2]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2000, pp. 428–429.
- [2] Kurlov A.S., Gusev A.I. Fizika i khimiya karbidov vol'frama [Physics and chemistry of tungsten carbide]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2013. 270 p.
- [3] Solntsev Yu.P. Metally i splavy [Metals and alloys]. Sankt-Petersburg, Professional Publ., 2003. 268 p.
- [4] Lyakishev N.P. Diagrammy sostoyaniya dvoynykh metallicheskih sistem. T. 3. Kn. 1 [State diagram of two-metal systems. Vol. 3. P. 1] Moscow, Mashinostroenie Publ., 2001. 872 p.
- [5] Pourbaix M. Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solution. Oxford, Pergamon Press Limited, 1966. 644 p.
- [6] Sukhotin A.M. Spravochnik po elektrokhemii [Handbook on electrochemistry]. Moscow, Khimiya Publ., 1981. 488 p.
- [7] Tsygankova L.E., Senova L.A. The regularities of zirconium active dissolution in acidic fluoride media. *Vestnik TGU. Ser. Estestvennyye i tekhnicheskie nauki* [Tambov University Reports. Ser. Natural and Technical Sciences], 1999, vol. 4, no. 3, pp. 301–304 (in Russ.).
- [8] Berezina S.L., Golubev A.M., Puchkov Yu.A. Anodic oxidation kinetics of tungsten in alkaline solution. *Trudy Shestoy Vserossiyskoy konferentsii "Neobratimye protsessy v prirode i tekhnike"* [Proc. Russ. conf. "Irreversible processes in nature and technique"]. Moscow, Bauman MSTU Publ., 2011, pp. 299–301 (in Russ.).
- [9] Pozdeeva A.A., Antonovskaya E.I., Sukhotin A.M. Tungsten electrochemical behavior in acid and alkaline environment. Nature and composition of anodic oxide films. *Trudy GIPKh*, 1970, no. 66, pp. 75–93 (in Russ.).
- [10] Kolosnitsyn B.C., Yapryntseva O.A., Yatsyk N.V., Krasnogorskaya N.N. Anodic dissolution of molybdenum and tungsten in a solution of sodium sulfate. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 2002, vol. 75, no. 4, pp. 662–664. DOI: 10.1023/A:1019593820191 Available at: <http://link.springer.com/article/10.1023/A%3A1019593820191>
- [11] Anik M., Osseo-Asare K. Effect of pH on the anodic behavior of tungsten. *J. of The Electrochemical Society*, 2002, vol. 149, no. 6, pp. 224–233. DOI: 10.1149/1.1471544 Available at: <http://jes.ecsdl.org/content/149/6/B224>
- [12] Smirnova L.V., Balmasov A.V., Rummyantsev E.M. Anodic behavior of tungsten in water—organic solutions of sodium chloride. *Russian Journal of Electrochemistry*, 2000, vol. 36, no. 7, pp. 712–715. DOI: 10.1007/BF02757668 Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF02757668>

- [13] Baeshov A.B., Ivanov K.S., Abduvalieva U.A., Baeshova A.K. Potentiodynamic polarization curves of tungsten in nitric acid solution. *Izvestiya NAN Respubliki Kazakhstan* [Bulletin of NAS RK], 2011, vol. 378, no. 4, pp. 14–18 (in Russ.).
- [14] Baeshov A.B., Abduvalieva U.A., Zhurinov M.Zh. Research on anodic behavior of tungsten in muriatic solutions by taking potentiodynamic polarization curves. *Izvestiya NAN Respubliki Kazakhstan* [Bulletin of NAS RK], 2009, vol. 373, no. 1, pp. 3–6 (in Russ.).
- [15] Balmasov A.V., Vinogradov V.I., Lilin S.A. The effect of citrate ions on the anodic behavior of tungstate. *Protection of Metals*, 2006, vol. 42, no. 5, pp. 510–512.
DOI: 10.1134/S0033173206050122
Available at: <http://link.springer.com/article/10.1134/S0033173206050122>
- [16] Speranskaya E.F., Mertsalova M.V., Kulev I.I. The electrochemical properties of molybdenum and tungsten. *Russian Chemical Reviews*, vol. 35, no. 12, pp. 892–903.
DOI: 10.1070/RC1966v035n12ABEH001547
Available at: <http://iopscience.iop.org/article/10.1070/RC1966v035n12ABEH001547/pdf>
- [17] Damaskin B.B., Petriy O.A., Tsirlina G.A. *Elektrokhimiya* [Electrochemistry]. Moscow, Koloss Publ., 2006. 672 p.
- [18] Lukomskiy Yu.Ya., Gamburg Yu.D. *Fiziko-khimicheskie osnovy elektrokhimii* [Physical-chemical fundamentals of electrochemistry]. Dolgoprudnyy, Intellect Publ., 2013. 446 p.
- [19] Musaeva N.D., Shakhverdiev Ya.Kh., Akhmedov E.I., Iskenderova K.A., Nagieva E.Kh. Investigation of solutions of sodium tungstate and D-(+)-tartaric acid by polarimetry, cryoscopy, and potentiometry. *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 2012, vol. 57, no. 5, pp. 763–767. DOI: 10.1134/S0036023612050178
Available at: <http://link.springer.com/article/10.1134/S0036023612050178>
- [20] Musaeva N.D., Shakhverdiev Ya.Kh., Iskenderova K.A., et al. Research on interaction of tartrate-tungstate's complex and sodium hydroxide in water solution. *Nauchnye trudy Azerbaydzhanskogo tekhnicheskogo universiteta*, 2008, vol. VII (27), no. 3, pp. 136–140 (in Russ.).

Berezina S.L. — Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor of Chemistry Department, Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation).

Goryacheva V.N. — Cand. Sc. (Chem.), Assoc. Professor of Chemistry Department, Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation).

Dvulichanskaya N.N. — Dr. Sc. (Pedagog.), Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor of Chemistry Department, Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation).

Ermolaeva V.I. — Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor of Chemistry Department, Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation).

Please cite this article in English as:

Berezina S.L., Goryacheva V.N., Dvulichanskaya N.N., Ermolaeva V.I. Anodic Dissolution of Tungsten–Zirconium Alloy in Alkaline Electrolyte. *Vestn. Mosk. Gos. Tekh. Univ. im. N.E. Bauman, Estestv. Nauki* [Herald of the Bauman Moscow State Tech. Univ., Nat. Sci.], 2017, no. 2, pp. 96–104. DOI: 10.18698/1812-3368-2017-2-96-104