

УДК 620.193.4

ВПЛИВ ДЕЗІНФІКУВАЛЬНОГО РОЗЧИНУ НА КОРОЗІЙНУ ТРИВКІСТЬ СТОМАТОЛОГІЧНОГО ІНСТРУМЕНТУ

Т. Л. ТЕПЛА¹, З. А. ДУРЯГІНА^{1,2}, В. В. КУЛИК¹

¹ Національний університет "Львівська політехніка";

² John Paul II Catholic University of Lublin

Оцінено корозійну тривкість аустенітної сталі типу Immunity Steel, з якої виготовляли стоматологічний інструмент. Для відтворення умов впливу дезінфікувального середовища, зразки досліджуваного матеріалу спочатку витримували у водопровідній воді за кімнатної температури, а потім у дезінфікувальному водному розчині Desco Bohrerbad. Встановлено, що збільшення витримки сталі Immunity Steel у розчині Desco Bohrerbad інтенсифікує корозійні процеси.

Ключові слова: стоматологічний інструмент, сталь медичного призначення, корозійна тривкість.

До матеріалів медичного призначення завжди прикута посилена увага [1–4]. Для підвищення експлуатаційних характеристик та забезпечення належного естетичного вигляду медичного інструменту часто застосовують поверхневу та механічну обробку матеріалів [5–9]. Головними вимогами до матеріалів стоматологічного інструменту є біологічна інертність та високі механічні властивості. Крім цього, слід враховувати ергономічні характеристики інструменту. Але однією з найважливіших властивостей біомедичних матеріалів є корозійна тривкість та здатність витримувати численні дезінфікувальні процедури.

Зарубіжні виробники медичного інструментарію довели переваги свого продукту. Але експлуатаційні характеристики такого інструменту потребують подальшого вивчення.

Мета роботи – оцінити корозійно-електрохімічну поведінку матеріалу моделювального стоматологічного інструменту провідної американської фірми Nu-Friedy за дії водопровідної води за кімнатної температури та дезінфікувального розчину Desco Bohrerbad, який призначений для очищення і повної дезінфекції виробів медичного призначення від бактерій та вірусів.

Матеріал і методики досліджень. Визначали хімічний склад матеріалу Immunity Steel стоматологічного інструменту на рентгенівському флюоресцентному спектрометрі CEP-01 ElvaX Light. Щоб оцінити корозійну тривкість сталі, використовували електрохімічні методи, зокрема, потенціометричний метод та потенціодинамічну поляризацію [10]. Для відтворення умов експлуатації зразок матеріалу витримували у водопровідній воді, в якій інструмент промивають після експлуатації, а також у дезінфікувальному водному розчині Desco Bohrerbad, до складу якого входять гідроксид калію (інгібітор корозії) та ізоприловий спирт. Цей розчин призначений для очищення та повної дезінфекції від бактерій, вірусів та інших негативних чинників. Досліджували за допомогою потенціостата Gill AC, хлоридсрібного електрода порівняння та допоміжного платинового електрода. Швидкість розгортки потенціалу під час поляризаційних досліджень становила 2 mV/s. Тривалість витримки у дезінфікувальному розчині та воді зміню-

вали від 1 до 24 h. Струм корозії матеріалу в робочих розчинах визначали графічною екстраполяцією Тафельєвських ділянок поляризаційних залежностей.

Результати та їх обговорення. Рентгенофлуоресцентним аналізом встановлено елементний склад сталі Immunity Steel, з якої виготовлено стоматологічний інструмент. Вона належить до корозійнотривких сталей аустенітного класу такого хімічного складу, mass%: 72,31 Fe; 0,19 C; 0,55 Si; 1,75 Mn; 17,2 Cr; 0,45 Mo; 6,19 Ni; 0,05 V; 0,04 Nb; 0,48 Cu; 0,57 Al; 0,03 W; 0,13 Co; < 0,03 P; < 0,03 S.

За результатами електрохімічних досліджень показано, що впродовж 3 h витримки значення потенціалів корозії зразка у воді змінювались в діапазоні $-30 \dots -100$ mV, а у дезінфікувальному розчині від -200 до -225 mV. З огляду на значення електрохімічного потенціалу досліджуваного зразка, інгібітор корозії, який додається у дезінфікувальний розчин, не забезпечує повного захисту матеріалу інструменту від корозії.

Слід зазначити, що часові залежності електродного потенціалу поверхні матеріалу у досліджуваних середовищах різняться за характером перебігу. Під час випробування у воді потенціал корозії на початковій стадії стрімко зростає, а після витримки $1 \cdot 10^4$ s стабілізується на рівні приблизно -60 mV (рис. 1a). Водночас за випробування у дезінфікувальному розчині потенціал корозії досліджуваного матеріалу суттєво менший. Після 3 h витримки спостерігаємо незначне його підвищення до -200 mV. Після 21 h витримки значення потенціалу корозії сталі у воді стабілізується на рівні -120 mV, а у дезінфікувальному розчині -150 mV (рис. 1b). Одержані значення потенціалів корозії вказують на схильність матеріалу стоматологічного інструменту до пасивування.

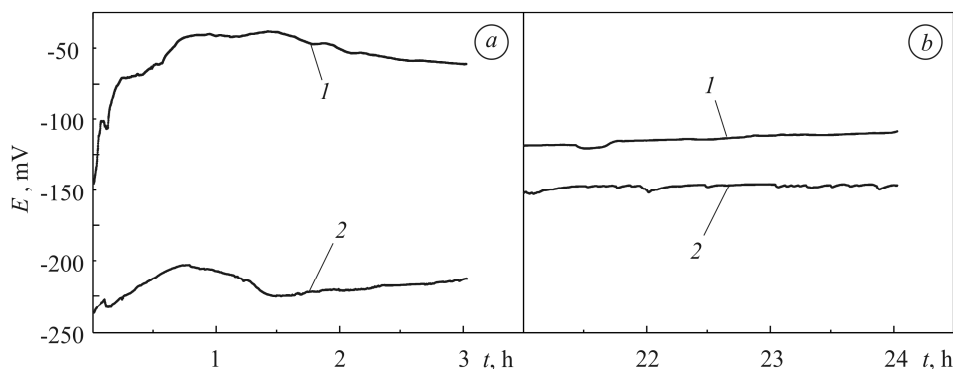


Рис. 1. Кінетичні залежності потенціалу корозії матеріалу стоматологічного зонда у водопровідній воді (1) та розчині Descobohrerbad (2) упродовж 3 (a) та 21...24 h витримки (b).

Fig. 1. Kinetic dependences of the corrosion potential of dental probe material in tap water (1) and in Descobohrerbad (2) solution for 3 h (a) and 21...24 h of exposure (b).

Часові залежності потенціалу корозії вказують лише на якісну оцінку корозійної тривкості досліджуваного матеріалу. Щоб кількісно оцінити швидкість корозії та встановити особливості перебігу анодної та катодної реакцій у воді та дезінфікувальному розчині Descobohrerbad, знімали потенціодинамічні поляризаційні залежності досліджуваної сталі (рис. 2). Встановили, що поляризаційні струми Immunity Steel під час випробування у воді відрізняються від таких у дезінфікувальному розчині. На анодних ділянках кривих у воді спостерігаємо плато пасивності, при цьому значення анодних струмів матеріалу на порядок нижчі, ніж у дезінфікувальному розчині (рис. 2). Перебіг катодної реакції у дезінфікувальному розчині подібний до того, що відбувався у воді. Однак струм катодної поляризації матеріалу дещо менший у воді, ніж у дезінфікувальному середовищі.

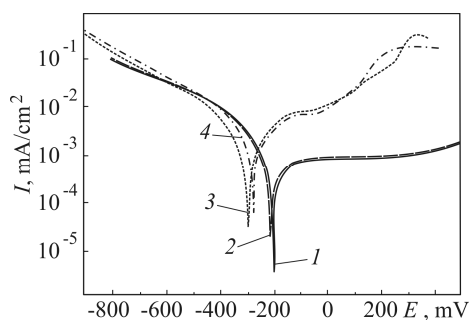


Рис. 2. Потенціодинамічні криві сталі Immunity Steel у воді (1, 2) та розчині Desco Bohrerbad (3, 4) за витримки 3 h (1, 3) та 24 h (2, 4).

Fig. 2. Potential-dynamic curves of Immunity Steel in water (1, 2) and Desco Bohrerbad solution (3, 4). Time of exposure 3 h (1, 3) and 24 h (2, 4).

За результатами, отриманими потенціодинамічними дослідженнями, методом графічної екстраполяції Тафелевських ділянок поляризаційних залежностей обчислили значення струмів та потенціалів корозії сталі Immunity Steel (див. таблицю). Показано, що в дезінфікувальному розчині струм корозії у 4–8 разів більший, ніж у воді. Зі збільшенням тривалості витримки потенціали корозії зміщуються у від'ємну область значень як у воді, так і в дезінфікувальному розчині.

Густина струму та потенціал корозії сталі Immunity Steel у різних середовищах

Середовище	Тривалість витримки, h	I_{corr} , mA/cm ²	E_{corr} , mV
Вода	3	$2 \cdot 10^{-4}$	-200
	24	$1 \cdot 10^{-4}$	-220
Розчин Desco Bohrerbad	3	$7 \cdot 10^{-4}$	-290
	24	$8 \cdot 10^{-4}$	-300

ВИСНОВКИ

Корозійний вплив дезінфікувального розчину на стоматологічний інструмент зі сталі Immunity Steel сильніший, ніж технологічна витримка у водопровідній воді: струми корозії у 4–8 разів більші. Збільшення витримки сталі Immunity Steel у розчині Desco Bohrerbad інтенсифікує корозійні процеси. Щоб уникнути розвитку корозії, дезінфікувати стоматологічний інструмент зі сталі Immunity Steel у розчині Desco Bohrerbad потрібно упродовж необхідного для цього часу.

РЕЗЮМЕ. Оценена коррозионная стойкость аустенитной стали типа Immunity Steel, из которой изготавливали стоматологический инструмент. Для воспроизведения условий воздействия дезинфицирующей среды, образцы исследуемого материала сначала удерживали в водопроводной воде при комнатной температуре, а затем в дезинфицирующем водном растворе Desco Bohrerbad. Установлено, что увеличение выдержки стали Immunity Steel в растворе Desco Bohrerbad интенсифицирует коррозионные процессы.

SUMMARY. Corrosion resistance of austenitic steel of the Immunity Steel type, from which the dental instrument was made, was estimated. To reproduce the conditions of exposure to the disinfecting medium, the samples of the test material were first retained in tap water at room temperature and then in Desco Bohrerbad disinfected aqueous solution. It was established that an increase in exposure of Immunity Steel in Desco Bohrerbad solution intensified the corrosion processes.

1. Root canal shaping with manual stainless steel files and rotary Ni-Ti files performed by students / D. Sonntag, A. Guntermann, S. K. Kim, V. Stachniss // Int. Endod. J. – 2003. – 36. – P. 246–255.

2. *Kleier D. J. and Averbach R.* Comparison of clinical outcomes using a nickel titanium rotary or stainless steel hand file instrumentation technique // *Compend Contin. Educ. Dent.* – 2006. – **27**. – P. 87–91.
3. *Sterilization* of re-usable instruments in general dental practice / J. Bagg, A. J. Smith, D. Hurrell, and S. McHugh // *Br. Dent. J.* – 2007. – **202**. – P. 22.
4. *Investigating* steam penetration using thermometric methods in dental handpieces with narrow internal lumens during sterilizing processes with non-vacuum or vacuum processes / S. Winter, A. Smith, D. Lappin, G. McDonagh, and B. Kirk // *J. of Hospital Infection.* – 2017. – **97**, № 4. – P. 338–342.
5. *The effect* of multilayer filtered arc coatings on mechanical properties, corrosion resistance and performance of periodontal dental instruments / V. Gorokhovskiy, B. Heckerman, P. Watson, N. Bekesch // *Surf. and Coat. Techn.* – 2006. – **200**. – P. 5614–5630.
6. *Розрахунок* температурного поля у корозійнотривких сталях під лазерним промінням / З. А. Дурягіна, І. М. Махоркін, Г. В. Лазько, В. І. Бичинський // *Фіз.-хім. механіка матеріалів.* – 2007. – **43**, № 6. – С. 43–48.
(*Duryahina Z. A., Makhorkin I. M., Laz'ko H. V., Bychinskyi V. I.* Evaluation of temperature fields in corrosion-resistance of steels under the action of laser radiation // *Material Science.* – 2007. – **43**, № 6. – P. 800–806.)
7. *Вплив* лазерного мікролегування ніобієм на зносотривкість нержавних сталей / В. В. Широков, Х. Б. Василів, З. А. Дурягіна, Г. В. Лазько, Н. Б. Рацька // *Фіз.-хім. механіка матеріалів.* – 2009. – **45**, № 4. – С. 12–18.
(*Effect* of laser microalloying with niobium on the wear resistance of stainless steels / V. V. Shyrokov, K. B. Vasiliv, Z. A. Duryahina, H. V. Laz'ko, N. B. Rats'ka // *Material Science.* – 2009. – **45**, № 4. – P. 473–480.)
8. *Структура* та корозійно-механічні властивості поверхневих шарів сталей після лазерного легування / М. І. Пашечко, В. В. Широков, З. А. Дурягіна, Х. Б. Василів // *Фіз.-хім. механіка матеріалів.* – 2003. – **39**, № 1. – С. 95–102.
(*Pashechko M. I., Shyrokov V. V., Duryahina Z. A., Vasiliv K. B.* Structure and corrosion-mechanical properties of the surface layers of steels after laser alloying // *Material Science.* – 2003. – **39**, № 1. – P. 108–117.)
9. *Формирование* ультрадисперсных структур на поверхности специальных сплавов плазменным и лазерным излучением / З. А. Дурягина, С. А. Беспалов, Н. Г. Зубрилин, В. Н. Уваров, Т. Л. Тепла // *Наноразмерные системы и наноматериалы: исследования в Украине.* – К.: Академперіодика, 2014. – 768 с.
10. *Baboian R.* Corrosion Tests and Standards. – Philadelphia: ASTM Int., 2004. – 604 p.

Одержано 12.06.2018