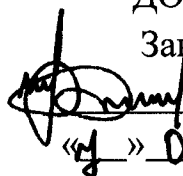


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 В.М. Константинов
«04» 06 2023 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ**


**«ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТИТАНОВЫХ
СПЛАВОВ ТЕРМОДИФФУЗИОННОЙ ОБРАБОТКОЙ»**

Специальность 1-42 01 01 «Металлургическое производство и
материалобработка»

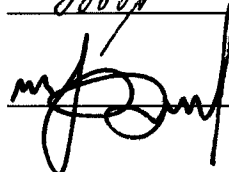
Направление специальности 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и
материалобработка (металлургия)»

Специализация 1-42 01 01-01 03 «Металловедение, технология и оборудование
термической обработки металлов»

Обучающийся
группы 10405119:

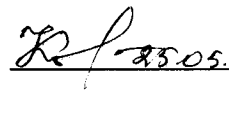
 И.М. Матюков

Руководитель:

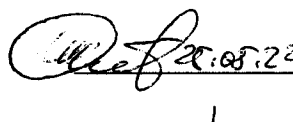
 В.М. Константинов
проф., д.т.н.

Консультанты:

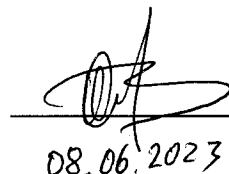
по разделу «Экономическая часть»

 Л.М. Короткевич
доц., к.э.н.

по разделу «Охрана труда»

 А.М. Лазаренков
проф., д.т.н.

Ответственный за нормоконтроль:

 В.А. Стефанович
доц., к.т.н.
08.06.2023

Объем проекта:

Пояснительная записка – 81 страниц;

Графическая часть – 9 листов;

Магнитные (цифровые) носители – 1 единиц.

Минск 2023

РЕФЕРАТ

Дипломная работа: с. 90, рис. 16, табл. 18, источников 38, прил. 4.

ТИТАН, ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ, ТЕРМОДИФФУЗИОННАЯ ОБРАБОТКА, ИОННО-ПЛАЗМЕННОЕ АЗОТИРОВАНИЕ, МИКРОТВЕРДОСТЬ, ТВЕРДЫЙ РАСТВОР АЗОТА В ТИТАНЕ, НИТРИДНЫЙ СЛОЙ.

Целью дипломной работы является изучение влияния параметров ионно-плазменного азотирования (ИПА) на формирование диффузионного слоя, состоящего из тонкого поверхностного слоя нитрида титана и подслоя из твердого раствора азота в титане.

Для выполнения цели дипломной работы будут решены следующие задачи:

- Провести анализ литературных источников по теме;
- Провести ИПА технически чистого титана при режиме, обеспечивающего получение преимущественно диффузионного слоя из нитрида титана с подслоем из твердого раствора азота в титане;
- Провести анализ влияния проведенного ИПА на эксплуатационные характеристики технически чистого титана с сформированным диффузионным слоем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуляев А.П. *Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп.* М.: *Металлургия*, 1986. – 544 с.
2. *Материаловедение: учебное пособие / И.М. Жарский [и др.]* – Минск: *Вышэйшая школа*, 2015. – 577 с.
3. Л.Г. Ворошнин *Теория и технология химико-термической обработки: учеб. пособие / Л.Г. Ворошнин, О.Л. Менделеева, В.А. Сметкин.* – Минск: *Новое знание*, 2010. – 304 с.
4. Верещак Н.А. *Исследование процесса азотирования сплавов медицинского назначения: дис. магистр: 17.01.2021.* – БНТУ, Минск – 90 с.
5. G. Lütjering and J.C. Williams: *Titanium*, 2nd ed. (Springer, Berlin, Heidelberg, New York, USA, 2009), p. 449.
6. Nelson, H.G., Williams, D.P. & Stein, J.E. *Environmental hydrogen embrittlement of an α - β titanium alloy: Effect of microstructure.* *Metall Mater Trans B* 3, 473–479 (1972).
7. Wasilewski, R. J., and G. L. Kehl. "Diffusion of nitrogen and oxygen in titanium." *J. Inst. Metals* 83 (1954).
8. Бутенко О.И., Головчинер Я.М., Скотников С.А. *Формирование диффузионного слоя при ионном азотировании.* – В кн.: «Прогрессивные методы термической и химико-термической обработки». М., «Машиностроение», 1972 – 305 с.
9. Шевцов, А. Ю. *Азотирование титана и его сплавов / А. Ю. Шевцов, А. Ю. Савич; науч. рук. Г. А. Ткаченко // Новые материалы и технологии их обработки: сборник научных работ XVI Республиканской студенческой научно-технической конференции, 22 – 24 апреля 2015 года / Белорусский национальный технический университет, Механико-технологический факультет.* – Минск: БНТУ, 2015. – С. 29 - 31.
10. Lapeanche H. *Nituration a l'assigul et ionitration,* - «*Metallurgie et la construction mecanique*», 1963, №10.
11. Прокошкин Д.А., Арзамасов Б.Н., Рыбченко Е.В., Михайлов И.А. *Получение покрытий на металлах в тлеющем разряде.* – В кн.: *Защитные покрытия на металлах*, вып. 3, Киев, «Навукова думка», 1970 – 456 с.
12. Поболь И.Г. *Ионное азотирование: твердость, выносливость, стойкость / И.Г. Поболь // Наука и инновации.* – 2012. - №8. – с. 18-20.

13. Шевцов, А. Ю. Ионное азотирование титана и его сплавов / А. Ю. Шевцов; науч. рук. Г. А. Ткаченко // Новые материалы и технологии их обработки: сборник научных работ XVI Республиканской студенческой научно-технической конференции, 22 – 24 апреля 2015 года / Белорусский национальный технический университет, Механико-технологический факультет. – Минск: БНТУ, 2015. – С. 38 - 40.

14. Kukareko V.A., Konstantinov V.M., Vereshcak N.A., Grigorchik A.N. Structure of commercial titanium subjected to low-temperature ion nitriding // Mechanics of Machines, Mechanisms and Materials. 2022. №1, P. 48 – 55.

15. Братушка С.Н., Маликов Л.В. Ионно-плазменная модификация титановых сплавов / С.Н. Братушка, Л.В. Маликов // Вопросы атомной науки и техники. – 2011. - №6. – с. 126-140.

16. Белоус В.А., Носов Г.И., Клименко И.О. Упрочнение титановых сплавов ионно-плазменным азотированием / В.А. Белоус, Г.И. Носов, И.О. Клименко // Вопросы атомной науки и техники – 2017. - №5 – с. 72-83.

17. Иванов Ю.Ф., Крысина О.В., Толкачев О.С. Структура и свойства титана, подвергнутого комбинированной ионно-плазменной обработке / Ю.Ф. Иванов, О.В. Крысина, О.С. Толкачев // Современные методы и технологии создания и обработки материалов – 2017 - №6 – с. 95-102.

18. Вершинин Д.С. Низкотемпературное азотирование титана и его сплавов в плазме несамостоятельного дугового разряда низкого давления / Д.С. Вершинин // 8-я международная конференция «Взаимодействие излучений с твердым телом». – Минск, 2009. – с. 160-162.

19. Исследование влияния состава газовой среды при ионно-плазменном азотировании титановых сплавов на глубину упрочненных слоев / И. Г. Олешук [и др.] // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: материалы XIII Международной научно-технической конференции, 12-14 сентября 2018 г. – Минск, 2018.

20. Дробов, А. Н. Влияние ионно-плазменного азотирования на износостойкость и характер изменения шероховатости поверхности титановых сплавов ВТ1-0, ВТ6 и ОТ4-1 / А. Н. Дробов, М. Н. Босяков, И. Л. Поболь // Литье и металлургия. – 2022. – № 2. – С. 78-83.

21. Исследование формирования упрочненных слоев на титановых сплавах методом ионно-плазменного азотирования / И. Л. Поболь [и др.] // Вес.

Нац. акад. наук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2019. – Т. 64, No 1. – С. 25–34

22. Установка ионно-плазменного азотирования. Паспорт. ФТИ 0.361 ПС. – ФТИ НАН Беларусі – 13 с.

23. Микротвердомер ПМТ-3 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://standart-m.com.ua/izmeritelnye-pribory/tverdomery/mikrotverdomer-pmt-3>.

24. Машина полировально-шлифовальная Chennai Metco Bainpol VTD 10 [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://globaltest.by/product/metallografiya-i-probopodgotovka/shlifovalno-polirovalnye-stanki/bainpol-vtd-8-10-12/>.

25. Leica DM2500 P Modular Polarization Microscope [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.leica-microsystems.com/products/light-microscopes/p/leica-dm2500-p/>.

26. ГОСТ 2999-75 Измерение твердости по методу Виккерса.

27. ГОСТ 9450-76 Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников.

28. ГОСТ 19807-91 Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки.

29. ГОСТ 22178-76 Листы из титана и титановых сплавов. Технические условия.

30. Патент №RU0002611251 от 21.02.2017 Method for high density plasma nitriding.

31. Импланты травматологии. Каталог изделий [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://medtech.by/wp-content/uploads/2021/11/Travma2020.pdf>.

32. НИЛ УСИ: [Электронный ресурс] // Белорусский национальный технический университет. URL: <https://bntu.by/departments/mtf/pages/nil-usi> (Дата обращения: 01.05.2023).

33. Короткевич, Л.М. Экономика предприятия промышленности: пособие для слушателей системы повышения квалификации и переподготовки кадров по экономическим специальностям / Л.М.Короткевич; БНТУ, Филиал БНТУ «Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ». – Минск: БНТУ, 2015. – 117 с.

34. Василевич, В.И. Организация производства и управление предприятием: пособие по экономическому обоснованию дипломных проектов и выполнению курсовой работы для студентов специальности 1 – 42 01 02 «Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия» / В.И. Василевич, Л.М. Короткевич. – Минск: БНТУ, 2015. – 35 с.

35. Короткевич, Л.М. Экономика предприятия промышленности: рабочая тетрадь для слушателей системы повышения квалификации и переподготовки кадров по экономическим специальностям / Л.М.Короткевич; БНТУ, Филиал БНТУ «Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики БНТУ». – Минск: БНТУ, 2015. – 72 с.

36. Лазаренков, А. М. Охрана труда в машиностроении: учебное пособие / А. М. Лазаренков. — Минск: ИВЦ Минфина, 2022. — 558 с.

37. Лазаренков, А. М. Охрана труда в металлургии: учебное пособие / А. М. Лазаренков. — Минск: ИВЦ Минфина, 2019. — 376 с.

38. Вершина, Г.А. Охрана труда: учебник / Г.А. Вершина, А.М. Лазаренков. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 564 с.