

1

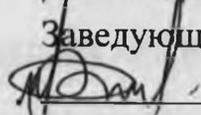
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ

КАФЕДРА «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 В. М. Константинов

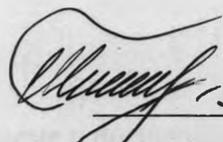
«18» 06 2018 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ**

«Исследование поверхностного упрочения тяжело нагруженных деталей на основе химико-термической обработки и нанесения ионно-плазменного покрытия»

Специальность 1-36 01 02 «Материаловедение в машиностроении»

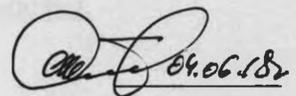
Обучающийся  
Группы 10401113

 3.06.18 А. И. Шостыр

Руководитель

 асс. А. В. Ковальчук

Консультанты:  
по охране труда

 04.06.18, д.т.н, проф. А. М. Лазаренков

по экономической части

 05.06.18, ст. пр. В. М. Шарко

Ответственный за нормоконтроль

 18.06.18 ст. пр. А. Ф. Пантелеенко

Объем работы:

расчетно-пояснительная записка - 81 страниц;

графическая часть - 10 листов;

Минск 2018

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа С.-81, рис.-19, табл.-26, библ.-31.

ПОДШИПНИКИ, ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА,  
ВАКУУМНОЕ ИОННО-ПЛАЗМЕННОЕ ПОКРЫТИЕ, ТРИБОЛОГИЯ,  
ДЮРОМЕТРИЯ.

Цель дипломной работы – получение и исследование свойств комбинации химико-термической обработки и дальнейшего нанесения ионно-плазменного покрытия. В данной работе проанализированы пути увеличения износостойкости подшипников.

В данной работе были проанализированы возможные пути повышения износостойкости упорных роликовых подшипников. Опираясь на традиционные методы упрочнения, такие как химико-термическая обработка, было предложено совместить химико-термическую обработку и нанесение ионно-плазменного покрытия с целью увеличения износостойкости. В исследовательской части дипломной работы были проведены результаты исследования.

Студент-дипломник подтверждает, что приведенные в дипломной работе расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние рассматриваемой технологии, все заимствованные из литературы и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соркин, Л.М. Упрочнение деталей борированием / Соркин Л.М. — М.: Машиностроение, 1972. — 63 с.
2. Грибоедов, Ю.Н., Просвирин В.И. Кинетика и механизм совместного насыщения стали азотом и углеродом // Термическая обработка и превращения в стали // Тр. ЦНИИТмаш. М., 1954. Вып. 64. С. 41-104.
3. Гуляев, А.П. Металловедение / Гуляев А.П. — М.: Metallurgy, 1977. — 544 с.
4. Третьяков, А. В. Механические свойства сталей и сплавов при пластическом деформировании : справочник / А. В. Третьяков, Г. К. Трофимов, М. К. Гурьянова. - М.: Машиностроение, 1971.
5. Лахтин, Ю. М. Химико-термическая обработка металлов / Ю.М. Лахтин, Б.Н. Арзамасов. — М.: Metallurgy, 1985. — 424 с.
6. Борисенок, Г.В. Химико-термическая обработка металлов и сплавов / Г.В. Борисенок, Л.А. Васильев, Л.Г. Ворошнин. — М.: Metallurgy, 1981.
7. Данилин, Б.С. Применение низкотемпературной плазмы для нанесения тонких пленок / Данилин Б.С. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 328 с.
8. Виды подшипников // [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.bearingshops.ru/articles/vidy\\_podshipnikov/id\\_2.html](http://www.bearingshops.ru/articles/vidy_podshipnikov/id_2.html)
9. Лазерный источник энергии. Лазерные технологии // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/4247104/page:2/>
10. Попов, В.Ф., Горин Ю.Н. Процессы и установки электронно-ионной технологии. - М.: Высш. Шк., 1988.
11. Пашенцев, В.Н. Характеристика плазмы магнетрона на больших расстояниях от катода // Прикладная физика. - 2009. № 4. - С. 91-95.
12. Современная трибология: Итоги и перспективы. Под ред. Фролова К.В. - М.: Издательство ЛКИ, 2008.
13. Bunshah R.F. Handbook of hard coatings.: William Andrew Publishing, 2001.
14. Семенов, А.П. Новая вакуумная ионно-плазменная технология изготовления подшипников скольжения // Методы упрочнения поверхностей деталей машин: Сб. научн. тр. - М.: Красанд, 2008. - С. 39-47.
15. Семенов, А.П. Перспективы повышения трибологических свойств вакуумных ионно-плазменных покрытий легированием // Методы

- упрочнения поверхностей деталей машин: Сб. научн. тр. - М.: Красанд, 2008. - С. 49-65.
16. Самойлов, Н.С. Методы исследования и испытания металлов. Металлографические исследования / Н.С. Самойлов // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.naukaspb.ru/spravochniki/DemoMetall/2.htm](http://www.naukaspb.ru/spravochniki/DemoMetall/2.htm).
17. ГОСТ 9450-76 Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников.
18. ГОСТ 9450-76 (СТ СЭВ 1195-78). Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников (с Изменениями N 1, 2).
19. Трибологические испытания // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studwood.ru/1694672/tovarovedenie/tribologicheskie\\_isslyaniya](https://studwood.ru/1694672/tovarovedenie/tribologicheskie_isslyaniya)
20. Марочник сталей и сплавов. Под ред. Сорокина В.Г. – М.: Машиностроение, 1980.
21. Попов, В.Ф., Горин Ю.Н. Процессы и установки электронно-ионной технологии. - М.: Высш. Шк., 1988.
22. Mahan J.E. Physical vapor deposition of thin films.: John Wiley & Sons, 2000.
23. Современная трибология: Итоги и перспективы. Под ред. Фролова К.В. - М.: Издательство ЛКИ, 2008.
24. Bunshah R.F. Handbook of hard coatings.: William Andrew Publishing, 2001.
25. Семенов, А.П. Новая вакуумная ионно-плазменная технология изготовления подшипников скольжения // Методы упрочнения поверхностей деталей машин: Сб. научн. тр. - М.: Красанд, 2008. - С. 39-47.
26. Семенов, А.П. Перспективы повышения трибологических свойств вакуумных ионно-плазменных покрытий легированием // Методы упрочнения поверхностей деталей машин: Сб. научн. тр. - М.: Красанд, 2008. - С. 49-65.
27. Лазаренков, А.М., Ушакова И.Н. Охрана труда: Учебно-методическое пособие для практических занятий. – Мн.: БНТУ, 2011. – 205 с.
28. Учебно-методическое пособие по дипломному проектированию для студентов специальности Т.02.01.00 – «Металлургические процессы и металлообработка» (специализация Т.02.01.03 – «Металловедение, оборудование и технология термической обработки металлов») и Т.02.02.00 – «Технология, оборудование и автоматизация обработки

материалов» (специализация Т.02.02.06 – «Материаловедении в машиностроении») / Г.Ф. Протасевич, В.А. Стефанович, В.А. Сметкин. – Мн.: БГПА, 2002. – 60 с.

29. Учебно-методическое пособие по экономическому обоснованию курсовых работ и дипломных проектов для студентов специальностей: «Металлургические процессы и материалобработка», «Технология оборудования и автоматизация обработки материалов» / Э.И. Горнаков, В.И. Василевич – Мн.: БНТУ, 2003. – 28 с.
30. Константинов, В. М. Влияние модифицирования поверхности подложки на эксплуатационные свойства покрытий TiN / В. М. Константинов, Г. А. Ткаченко, А. В. Ковальчук // Наука - образованию, производству, экономике : материалы Одиннадцатой Международной научно-технической конференции : в 4 т. / ред. Б. М. Хрусталева, Ф. А. Романюк, А. С. Калиниченко. – Минск : БНТУ, 2013. -Т. 1 – С. 375.
31. Константинов, В. М. Влияние модифицирования подложки на свойства топокомполита / В. М. Константинов, Ф. Ф. Комаров, В. В. Пилько, Г. А. Ткаченко, А. В. Ковальчук // "Актуальные проблемы прочности", международная научная конференция (53 ; 2012 ; Витебск). - 53 Международная научная конференция "Актуальные проблемы прочности", 2-5 октября 2012 года, Витебск, Беларусь : сборник материалов : в 2 ч. - Витебск : ВГТУ. – Ч.1. - С. 155–158.

