

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ

КАФЕДРА «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

В.М. Константинов

« 06 » 06 2018 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ**

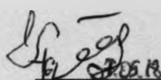
«Структура и триботехнические свойства ионно-модифицированных покрытий из высокохромистых сталей, напыленных с использованием высокоэнтальпийного газа МАФ»

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

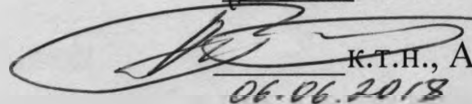
Направление специальности 1-42 01 01 - 01 «Металлургическое производство и
материалобработка (металлургия)»

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

Обучающийся
группы 10405513

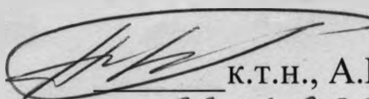
 Е.В. Астрашаб

Руководитель

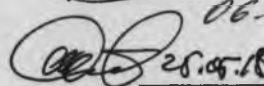
 к.т.н., А.Н. Григорчик
06.06.2018

Консультанты:

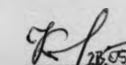
по исследовательской части

 к.т.н., А.Н. Григорчик
06.06.2018

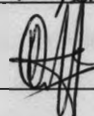
по охране труда

 д.т.н., профессор А.М. Лазаренков

по экономической части

 к.э.н., доцент Л.М. Короткевич

Ответственный за нормоконтроль

 к.т.н., доцент В.А. Стефанович
07.06.2018

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка - 77 страниц;

графическая часть - 10 листов;

Минск 2018

РЕФЕРАТ

Работа: 77 стр., 30 рис., 27 табл., 39 источников.

ГАЗОТЕРМИЧЕСКОЕ НАПЫЛЕНИЕ, ВЫСОКОХРОМИСТЫЕ СТАЛИ, 40X13, LASTIFIL 812, ВЫСОКОЭНТАЛЬПИЙНЫЙ ГАЗ, ИОННО-ПЛАЗМЕННОЕ АЗОТИРОВАНИЕ

Объектом исследования являются газотермические покрытия из высокохромистых мартенситных сталей, напыленные с использованием высокоэнтальпийного газа МАФ, в исходном состоянии и покрытия после ионно-плазменного азотирования.

Цель работы – исследование структурно-фазового состояния, дюрометрических и триботехнических свойств покрытий из высокохромистых мартенситных сталей, напыленных с использованием высокоэнтальпийного газа МАФ в исходном состоянии, а также после ионно-плазменного азотирования.

В работе проведено исследование структуры, фазового состава и трибомеханических свойств газотермических покрытий из высокохромистых мартенситных сталей, напыленных с использованием высокоэнтальпийного газа МАФ, а также покрытий после поверхностного упрочнения – ионно-плазменного азотирования.

Ионно-плазменное азотирование газотермических покрытий из мартенситных сталей 40X13 и Lastifil 812 позволяет повысить их микротвердость до 2-х раз, а износостойкость в условиях трения без смазочного материала до $\approx 2,5$ раз, в условиях граничного трения до $\approx 7,5$ раз, за счет образования в азотируемых слоях высокоазотистых и специальных нитридов ϵ -(Fe, Cr)₂₋₃N, CrN, Mo₂N.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А. Витязь [и др.]. – Минск: Белорус.наука, 1998. – 583 с.
2. Повышение ресурса трибосопряжений активированными методами инженерии поверхности / П.А. Витязь [и др.]. Минск: Белорус.наука, 2012. – 452 с.
3. Витязь, П. А. Основы нанесения износостойких, коррозионно-стойких и теплозащитных покрытий / П. А. Витязь, А. Ф. Ильюшенко, А. И. Шевцов – Минск, 2006. – 363 с.
4. Белоцерковский, М.А. Активированное газопламенное и электродуговое напыление покрытий проволочными материалами / М.А. Белоцерковский, А.С. Прядко // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2006. – №12 – С. 17 – 23.
5. W. E. Ballard: Metal Spraying and the Flame Deposition of Ceramics and plastics. / Griffin. – London, 1963. – 591 с.
6. Хасуи, А., Моригаки, О. Наплавка и напыление /Пер. с яп.–М.: В. Н. Попова; под ред. В. С. Степина, Н. Г. Шестеркина.— М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.
7. Ильюшенко, А. Ф. Процессы формирования газотермических покрытий и их моделирование. / А. Ф. Ильюшенко, А. И. Шевцов, В. А. Оковитый, Г. Ф. Громыко – Минск: Беларус. наука, 2011. – 357 с.
8. Matting A., Steffens H. / Metal., 1963. – Vol. 17. – № 9. – P. 905.
9. Новик, О. Ф. Разработка процессов нанесения электрометаллизационных износ- и коррозионностойких покрытий из композиционной проволоки Al-Ni с использованием электронно-лучевой обработки: дис. канд. техн.наук. – М., 1992. – 153 с.
10. Катц, Н. В. Металлизация распылением. / Н. В. Катц, Е. В. Антошин, Д. Г. Вадивасов – Москва, 1966. – 200 с.
11. Процесс плавления и распыления материала при электродуговой металлизации / В. А. Вакалин, С. Б. Масленников, В. В. Кудинов и др. // Физика и химия обработки материалов. – 1981. – № 3. – С. 58-63.
12. Анализ методов управления параметрами напыляемых частиц при дуговой металлизации / В. А. Агеев, В. Е. Белашенко, И. Э. Фельдман, В. И. Черноиванов // Свароч. производство. – 1989. – № 12. – С. 30-32.
13. Троицкий, И. А. Основы металлизации распылением / И. А.Троицкий – Ташкент, 1960. – 184 с.
14. E. Kretzschmar: Metall, Keramik-und Prastspritzen. / VEB Verlag Technik, Berlin, 1969. – 124 с.

15. V. Williams, H. Hermann: 8th Int. Thermal Spray / Conference – Rep. of Papers, 1976. – 83 с.

16. Справочник по напылению: японский институт сварки «Nikkan Kogyo Simbun Sya», – 1964. – 325 с.

17. W. E. Ballard: Proc. of Phys. / Soc. 57-320 – Part 2 – 1945.

18. Khasui, A. Kudzareken kyousho kenkyu hokoku / A. Khasui, S. Kitar, S. Nagiwara - 1964. - Т.9 - No.4 - p.319

19. Белоцерковский, М.А. Методы и оборудование для формирования высокоэнергетических двухфазных потоков / М.А. Белоцерковский, А.С. Прядко, А.Е. Черепко // Физика плазмы и плазменные технологии. – Минск, 1997. – Т.4. – С. 670-673.

20. Белоцерковский, М.А. Технологии активированного газопламенного напыления антифрикционных покрытий / М.А. Белоцерковский – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 200 с.

21. Кукареко, В.А. О природе формирования метастабильной аустенитной структуры при газотермическом напылении высокохромистой стали мартенситного класса 95X18 / В.А. Кукареко, А.Н. Григорчик, М.А. Белоцерковский, А.В. Сосновский // Упрочняющие технологии и покрытия. – Минск, 2017. – Т.13. – №7(151). – С. 318-322.

22. Кукареко, В.А. Деформационно-активированное мартенситное превращение в газотермических покрытиях из высокохромистых сталей при сухом трении / В.А. Кукареко, М.А. Белоцерковский, А.Н. Григорчик // Тезисы докладов международной научно-технической конференции «ПОЛИКОМТРИБ-2015» ; редкол.: В.Н. Адериха [и др.] – Гомель, 2015. – С. 75.

23. Витязь, П.А. Структура и свойства покрытий из стали 40X13, полученных с использованием различных методов газотермического напыления / П.А. Витязь, М.А. Белоцерковский, В.А. Кукареко [и др.] // Физическая мезомеханика, 2002. – Т.5. – № 1. – С. 29-36.

24. Кукареко, В.А. Влияние ионно-лучевого азотирования на структурно-фазовое состояние и триботехнические свойства экономичных газотермических покрытий из проволочных сталей различных классов / В.А. Кукареко, М.А. Белоцерковский, А.В. Белый, А.Н. Григорчик // Трение и износ. – 2013 (34). – № 6. – С. 621–627.

25. L. V. Krasnichenko: Metal Industry, 94 / Krasnichenko L. V. – 1959. – №. 6. – 461 с.

26. Ворошин, Л.Г. Теория и технология химико-термической обработки : учеб. пособие / Л.Г. Ворошин, О. Л. Менделеева, В. А. Сметкин. – М.: Новое знание; Минск: Новое знание, 2010. – 304 с.

27. Арзамасов, Б.Н. Химико-термическая обработка металлов в активизированных газовых средах / Б.Н. Арзамасов. – М.: Машиностроение, 1979. – 224 с.

28. Лахтин, Ю.М. Химико-термическая обработка металлов / Ю.М. Лахтин, Б.Н. Арзамасов. – М.: Металлургия, 1985. – 255 с.

29. Химико-термическая обработка металлов и сплавов: справочник / Г.В. Борисенок [и др.] – М.: Металлургия, 1981. – 424 с.

30. Арзамасов, Б.Л. Ионная химико-термическая обработка сплавов / Б.Н. Арзамасов. М.: Изд-во МГТУ, 1999. – 400 с.

31. Лахтин, Ю.М. Азотирование стали / Ю.М. Лахтин, Я.Д. Коган. – М.: Машиностроение, 1976. – 256 с.

32. Об институте [Электронный ресурс] / ГНУ «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси». – Режим доступа: <http://oim.by/>. – Дата доступа: 02.04.2018.

33. Способы металлографического травления: Справ. изд.: Пер. с нем. Беккерт М., Клемм Х. 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Металлургия, 1988. – 400 с.

34. Белоцерковский, М.А. Активированное напыление покрытий комплексом «ТЕРКО» / М.А. Белоцерковский, В.Э. Барановский // Газотермическое напыление в промышленности-93. – С.-Петербург, 1993. – С. 74-77.

35. Белоцерковский, М.А. Активированное газопламенное и электродуговое напыление покрытий проволочными материалами / М.А. Белоцерковский, А.С. Прядко // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2006. – №12 – С. 17 – 23.

36. Белоцерковский, М.А. Перспективы замены гальванического хромирования гиперзвуковой металлизацией с использованием высокохромистых мартенситных сталей / М.А. Белоцерковский, А.В. Сосновский, А.Н. Григорчик, А.С. Прядко, А.Е. Черепко // Создание новых и совершенствование действующих технологий и оборудования нанесения гальванических и их замещающих покрытий: материалы 4-го Республиканского научно-технического семинара : редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2014. – С. 98–101.

37. Попов, А.А. Изотермические и термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита / А.А. Попов, Л.Е. Попова. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1961. – 431 с.

38. Лазаренков, А. М. Охрана труда в машиностроении: учебное пособие / А. М. Лазаренков. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 446 с.

39. Лазаренков, А.М. Охрана труда: Учебно-методическое пособие для практических занятий. / А.М. Лазаренков, И.Н. Ушакова – Мн.: БНТУ, 2011. – 205 с.