

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
КАФЕДРА ВАКУУМНАЯ И КОМПРЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

С.В.Корнеев

(подпись)

« 10 » 06 2024 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

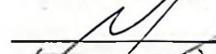
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВАКУУМНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ЗУБЧАТЫХ  
КОЛЁС

Специальность 1 – 36 20 04 «Вакуумная и компрессорная техника»

Обучающийся  
группы 30904120

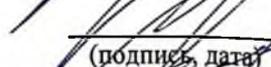
  
(подпись, дата) Я.Е Шимкович

Руководитель

  
(подпись, дата) И.И. Вегера

Консультанты:

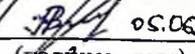
по технологическому разделу

  
(подпись, дата) И.И. Вегера

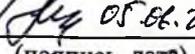
по конструкторскому разделу

  
(подпись, дата) И.И. Вегера

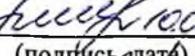
по экономическому разделу

  
(подпись, дата) 05.06.24 Н.В. Зеленковская

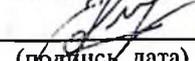
по разделу автоматизации

  
(подпись, дата) 05.06.24 А.Л. Савченко

по разделу охрана труда

  
(подпись, дата) Т.П. Шрубенко

ответственный за нормоконтроль

  
(подпись, дата) Е.П. Орлова

Объем проекта:

пояснительная записка – 79 страниц;

графическая часть – 9 листов;

магнитные (цифровые) носители – 0 единиц.

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: с. 79, рис. 16, табл. 32, источник 43, прил. 0

Объектом исследования являются вакуумные системы установок химико-термической обработки – вакуумной цементации.

Цель работы – разработка технологии вакуумной цементации для обработки зубчатых колес.

В проекте приведены классические методы химико-термической обработки, проанализированы современные вакуумные оборудования для данного технологического процесса, произведен литературный обзор методов химико-термической обработки в машиностроении, выполнен выбор и расчет вакуумных насосов, разработка режима вакуумной цементации, целесообразных для практического использования. Также выполнена автоматизация системы подачи рабочих газов во время процесса вакуумной цементации, проведено технико-экономическое обоснование и освещены вопросы охраны труда.

Расчетно – аналитический материал в дипломном проекте объективно отражает состояние исследуемого процесса. Все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зинченко, В.М. Инженерия поверхности зубчатых колес методами химико-термической обработки / В.М. Зинченко // М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 304 с.

2. Рыжов, Н.М. Особенности вакуумной цементации теплостойкой стали в ацетилене / Н.М. Рыжов [и др.] // Металловедение и термическая обработка металлов. 2004. № 6. С. 10-15.

3. Макушина, М.А. Исследование технологической наследственности разных способов цементации / М.А. Макушина, А.А. Климкина, С.А. Пахомова. – Москва: Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, 2016. – С. 86-89.

4. Лахтин, Ю.М. Термическая обработка в машиностроении: справочник / под ред. Ю.М.Лахтина, А.Г.Рахштадта. – Москва: Машиностроение, 1980.- 783 с.

5. Лахтин, Ю.М. Материаловедение / Ю.М. Лахтин, – Москва: Машиностроение, 1990. –528с.

6. Геллер, А.Л. Цементуемые стали для деталей горных машин / А.Л. Геллер / Технология и организация производства. 1973. – № 3. – С. 46-49.

7. Макушина, М.А. Исследование технологической наследственности разных способов цементации / М.А. Макушина, А.А. Климкина, С.А. Пахомова. – Москва: Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, 2016. – С. 86-89.

8. Козловский, И.С. Химико-термическая обработка шестерен / И.С. Козловский – Москва : Машиностроение, 1970. – 232 с.

9. Рыжов, Д.Н. Разработка организационно-технологических основ промышленного применения инновационных процессов химико-термической обработки: диссертация степени кандидата технических наук / Д.Н. Рыжов. – Москва, 2000.

10. Смирнов, А.Е. Разработка способов активного контроля и автоматизация процесса ионной цементации легированных сталей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1991. – 16 с.

11. Босьяков, М. Н., Моисеенко, А. Н. Выбор режима упрочняющей обработки на установках ионного азотирования промышленного типа / М. Н. Босьяков, А. Н. Моисеенко // Современные методы и технологии создания и обработки материалов, – Минск, 2016 г, – ч. 2. – С. 50–58.

12. Бабад-Захряпин, А.А., Кузнецов. Г.Д. Химико-термическая обработка в тлеющем разряде. / А.А. Бабад-Захряпин, Г.Д. Кузнецов //– М.: Атомиздат, 1975. – 175 с.

13. Рыжов, Н.М. Разработка технологических основ комплексного

управления качеством поверхностного слоя зубьев высоконагруженных зубчатых колес с целью повышения их контактной выносливости. / Н.М. Рыжов // автореф. дис. ... докт. техн. наук. – М., 1988. – 32 с.

14. Арзамасов, Б.Н. Ионная химико-термическая обработка сплавов / Б.Н. Арзамасов, А.Г. Братухин, Ю.С. Елисеев, Т.А. Панайоти // – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 400 с.

15. Минкевич, А.Н. Химико-термическая обработка стали / А. Н. Минкевич – Москва: ГНТИМЛ, 1950. 434 с.

16. Минкевич, А. Н. Химико-термическая обработка металлов и сплавов / А. Н Минкевич. – Москва: Машиностроение, 1965. 494 с.

17. Семенов, М. Ю. Оптимизация технологического процесса вакуумной цементации зубчатых колес из теплостойкой стали с целью повышения циклической прочности / М. Ю. Семенов, П. Н. Демидов, В. А. Нелюб // Вестник Брянского государственного технического университета, 2013, №2(28). – С. 69–73.

18. Смирнов, А. Е. Система управления активностью атмосферы при ионной цементации и нитроцементации / А. Е. Смирнов, Н. М. Рыжов // 4-е собрание металловедов России. Сборник материалов.- Пенза, 1998. – ч. 1. – С. 88–89.

19. Берлин, Е. В. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей / Е. В. Берлин, Н. Н. Коваль, Л. А. Сейдман. – Москва: Техносфера, 2012. – 464 с.

20. Смирнов, А.Е. Панайоти, А.В. Активный контроль насыщающей способности газовой среды при ионной цементации и нитроцементации / А.Е. Смирнов, А.В. Панайоти // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2002. – № 2. – С. 19-20.

21. Третьяков, В.И. Моделирование процессов формирования диффузионной зоны при химико-термической обработке в тлеющем разряде / В.И. Третьяков, М.В. Родионов, А.Ю. Ампилогов // Металловедение. Термическая и химикотермическая обработка сплавов: Сб. науч. тр. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – С. 78–94.

22. Криони, Н.К. Способ химико-термической обработки деталей из сплава на основе титана: пат. 2606352 / Н.К. Криони, А.Д. Мингажев, Р.К. Давлеткулов, А.А // заявитель Уфимский государственный авиационный технический университет; заявл. 14.02.2014; опубл. 10.01.2017 // Официальный бюллетень – 2017. – № 1.

23. Рыжов, Н.М. Особенности вакуумной цементации в ацетилене теплостойкой стали / Н.М. Рыжов, А.Е. Смирнов, Р.С. Фахуртдинов // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2004. – № 6. – С. 10-15.

24. Рыжов, Н.М. Управление характеристиками диффузионного слоя

при вакуумной цементации теплостойких сталей / Н.М. Рыжов, А.Е. Смирнов, Р.С. Фахуртдинов и др. // *Металловедение и термическая обработка металлов*. – 2004. – № 8. – С. 22-27.

25. Босяков, М.Н. Массоперенос углерода при ионной цементации стали в установках промышленного типа XII МНТК «Современные методы и технологии создания и обработки материалов» / М.Н. Босяков, В.В. Былицкий, В.В. Рудый, И.Л. Поболь // Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2017, стр.28-36.

26. Фролов, Е.С. Механические вакуумные насосы./ Е.С. Фролов, И.В.Автономова и др.-М.:Машиностроение,1989 – 288с.

27. Пипко, А.И. Основы вакуумной техники: Учебник для техникумов / А. И. Пипко // . – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 432 с., ил.

28. Контрольно-измерительные приборы ОВЕН: датчики, контроллеры, регуляторы, измерители, приводная техника, блоки питания и терморегуляторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owen.ru/>. – Дата доступа: 04.29.24.

29. Методика оценки эффективности технологических процессов : метод. пособие для специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств». Белорусский национальный технический университет, кафедра «Экономики и организации машиностроительного производства». // Минск: БНТУ, 2013.

30. Бабук, И.М. Экономика промышленного предприятия: учебное пособие / И.М. Бабук, Т.А. Сахнович. – Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2013. – 439 с.

31. Адаменкова, С.И. Расчет экономической эффективности внедрения новых технологических процессов: учебно – методическое пособие / С.И. Адаменкова [и др] Минск: БНТУ, 2015, 51 с.

32. Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях: СанПиН №33.- Минск: Минздрав, 2013. – 16с.

33. СанПиН «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11.10.2017 № 92.

34. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СН 4.02.03-2019. // Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2019.

35. Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: СанПиН №115.- Минск: Минздрав, 2011. – 12с.

36. Предельно допустимые и допустимые уровни нормируемых параметров при работах с источниками производственной вибрации,

вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий: СанПиН.№132. // Минск: Минздрав, 2012. – 25с.

37. Естественное и искусственное освещение: СН 2.04.03-2020 // Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2020.

38. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ): СанПиН от 05.03.2015 №23, // Минск: Минздрав 2015.

39. ТКП 181-2022. Правило технической эксплуатации электроустановок потребителей.

40. Оборудование производственное: ГОСТ 12.2.003-91.ССБТ // Москва: Стандартиформ, 1991. - 10с.

41. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: СН 2.02.05-2020 // Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям, 2020.

42. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации ТКП 295-2011 (02300).

43. Пожарная автоматика зданий и сооружений: СН 2.02.03-2019 // Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2019.