


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Инженерно-педагогический факультет
Кафедра «Вакуумная и компрессорная техника»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
 С.В. Корнеев
«18» 06 2024 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ НАПЫЛЕНИЯ
ЗОЛОТА НА КВАРЦЕВЫЙ РЕЗОНАТОР МАГНЕТРОННЫМ МЕТОДОМ

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

Обучающийся
группы 10904120

Руководитель

Консультанты
по технологическому разделу

по конструкторскому разделу

по разделу «Автоматизация»

по экономическому разделу

по разделу «Охрана труда»


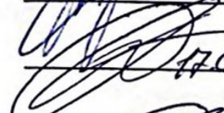
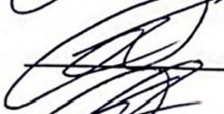
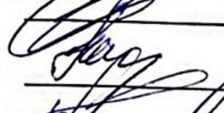
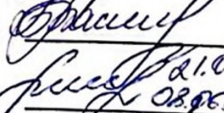
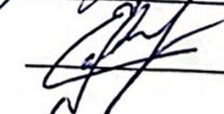
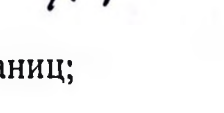
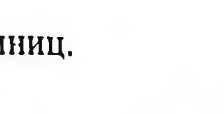
Ответственный за нормоконтроль

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – _____ страниц;

графическая часть – _____ листов;

магнитные (цифровые) носители – _____ единиц.

 А. С. Зеневич
 С. С. Данильчик
 С. С. Данильчик
 С. С. Данильчик
 А. Л. Савченко
 Л. В. Бутор
 Т. П. Шрубенко
 Е. П. Орлова

Минск 2024

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 91 с., 76 рис., 30 табл., 32 источника.

Объектом исследования является вакуумная установка.

Целью дипломного проекта является модернизация вакуумной установки для нанесения золота на кварцевый резонатор магнетронным методом.

В процессе работы выполнены следующие исследования: был произведен обзор по вакуумным методам нанесения покрытий на кварцевый резонатор; был произведен анализ существующего оборудования; были предложены варианты модернизации вакуумной установки; была проведена оценка эффективности проектных решений, а также разработан комплекс мероприятий по безопасности труда.

Элементами научной новизны (практической значимости) полученных результатов является Full face erosion магнетрон.

Областью практического применения являются использование данного оборудования для нанесения покрытий.

Результатами внедрения являются – снижение себестоимости товарной продукции и повышение экономических показателей работы предприятия.

Студент-дипломник подтверждает, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние исследуемого процесса (объекта), все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кварцевый резонатор. Принцип работы и область применения. [Электронный ресурс]. – Электронный источник. – Режим доступа: <https://powercoup.by/radioelektronika/kvartsevyiy-rezonator>.
2. Справочник по кварцевым резонаторам / Андросова В. Г. [и др.]; под ред. П. Г. Позднякова. – М. : Связь, 1978. – 288 с;
3. Кварцевые резонаторы [Электронный ресурс]. – Электронный источник. – Режим доступа: <https://kak-rabotaet-kvarcevyi-rezonator-na-materinskoi-plate/>.
4. Кварцевые резонаторы [Электронный ресурс]. – Электронный источник. – Режим доступа: <http://www.1551a3.ru/quartz.htm>.
5. Методы нанесения покрытий [Электронный ресурс]. – Электронный источник. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/298453/>.
6. Методы термического испарения [Электронный ресурс]. – Электронный источник. – Режим доступа: <https://vactron.ru/index.php/library/lecture/180-metody-termicheskogo-ispareniya>.
7. Ершов, А.В. Напыление тонких пленок испарением в вакууме: практикум / А.В. Ершов, А.В. Нежданов // Нижний Новгород: Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2020. – 30 с.
8. Методы термического испарения [Электронный ресурс]. – Электронный источник. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/298453/>.
9. Плазменные покрытия (методы и оборудование): учебное пособие / В.П. Кривобоков, Н.С. Сочугов, А.А. Соловьёв. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 104 с.
10. Установка вакуумная модели ВУ-1А оптическая [Электронный ресурс]. – Электронный источник. – Режим доступа: https://www.forvak.ru/products_9.html.
11. Вакуумная установка ВУ-2М [Электронный ресурс]. – Электронный источник. – Режим доступа: <https://www.szos.by/vakuumnaya-ustanovka-vu-2m>.
12. Ortus 700 [Электронный ресурс]. – Электронный источник. – Режим доступа: <https://www.czl.ru/catalog/coating-methods/ion-beam-assist/ion-beam-assist>.
13. Гасанов, И.С. Плазменная и пучковая технология // И. С. Гасанов. – Издательство «Элм», 2006. – 174 с.
14. Данилин, Б. С. Магнетронные распылительные системы // Б.С. Данилин, В.К. Сырчин. – М. : Радио и связь, 1982.
15. Технологические процессы и системы в микроэлектронике: плазменные, электронно-ионно-лучевые, ультразвуковые / А. П. Достанко [и

- др]; под ред. А.П. Достанко // Белорус, гос. Ун-т информатики и радиоэлектроники. – Минск : Бестпринт, 2009. – 199 с.
16. Контроль толщины покрытия [Электронный ресурс]. – Электронный источник. – Режим доступа: <https://avacuum.ru/rus/components/92/>.
17. Пневматический шибберный затвор [Электронный ресурс]. – Электронный источник. – Режим доступа: <https://lesintech.spb.ru/zatvory/shibernyj/>.
18. Розанов, Л.Н. Вакуумная техника / Л.Н. Розанов – Изд. 3-е, Перераб. и доп. – Москва : Высш. шк, 2007. – 391 с.
19. Пожарная безопасность организации (предприятия) для руководителей объектов различного функционального назначения: практическое пособие. – Мн.: МЧС Республики Беларусь, 2014. – 48с.
20. Об охране труда: Закон Республики Беларусь от 12.07.2013г. №61-3 / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2013.
21. Жданов, С.К. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках / С.К. Жданов [и др.]; под ред. В.А. Курнаева. – М : МИФИ, 2007. – 368 с.
22. Панин, А.В. Методы нанесения защитных покрытий: учебное пособие / А.В. Панин, А.Р. Шугуров, А.Г. Колмаков // Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во ООО «СПБ Графика», 2020. – 109 с.
23. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление: ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ – Москва: Стандартинформ, 1981. – 7с.
24. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [текст]. – Взамен ГОСТ 12.1.005-76; введ. 01.01.1989. – М: Изд-во стандартов, 1988. – 49 с.
25. Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях [Текст]: СанПиН №33: утв. М-вом здравоохран. Респ. Беларусь 30.04.2013: введ. в действие с 27.05.2013. – Минск: Минздрав, 2013. – 13 с.
26. Охрана труда: учебно-методическое пособие для практических занятий / А.М. Лазаренков, И.Н. Ушакова. – Минск: БНТУ, 2011. – 205 с.
27. Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ [Текст]: СанПиН №240: утв. М-вом здравоохран. Респ. Беларусь 30.11.2008: введ. в действие с 01.07.2009. – Минск: Минздрав, 2008. – 205 с.
28. Естественное и искусственное освещение [Текст]: СН 2.04.03-2020: утв. М-вом архит. и строит. Респ. Беларусь 30.10.2020: введ. в действие с 22.01.2021. – Минск: М-во архит. и строит., 2020 – 63 с.

29. Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [Текст]: СанПиН №115: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 16.11.2011: введ. в действие с 01.01.2012. – Минск: Минздрав, 2011. – 20 с.

30. Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, в административных и общественных зданиях [Текст]: СанПиН №132: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 26.12.2013: введ. в действие с 10.01.2014. – Минск: Минздрав, 2013. – 25 с.

31. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона [Текст]: СанПиН №23: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 05.03.2015: введ. в действие с 20.03.2015. – Минск: Минздрав, 2015.

32. **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВЫСОКОВАКУУМНОГО НАПЫЛЕНИЯ И ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР.** Вдовичев С.Н. Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 60 с.