

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО - ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
КАФЕДРА ВАКУУМНАЯ И КОМПРЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Комаровская В.М.

« 09 » 01 2019 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОТКАЧКИ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ ВУ-1А  
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**

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

Обучающийся  
группы 10904114



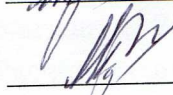
А.А. Казачёк

Руководитель  
Консультанты  
по разделу технологическому



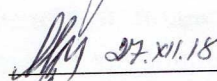
Ж.А. Мрочек

по разделу конструкторскому



Ж.А. Мрочек

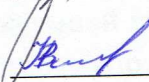
по разделу экономическому



27.11.18

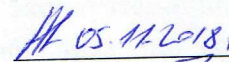
Ж.А. Мрочек

по разделу автоматизации



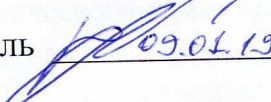
15.12.18 Н.В. Зеленковская

по разделу охраны труда



05.11.2018 Г.Л. Автушко

Ответственный за нормоконтроль  
Объем проекта:



09.01.19 В.М. Комаровская

расчетно-пояснительная записка - 80 страниц;

графическая часть - 9 листов;

магнитные (цифровые) носители - 1 единиц.

Минск 2019

## РЕФЕРАТ

Данный дипломный проект состоит из 9 листов графической части и пояснительной записки объемом в 83 страницы, а также из 31 рисунков, 20 таблиц и 27 источников.

*Ключевые слова:* модернизация, вакуумная установка, оптические покрытия, «сухие» насосы, затвор.

*Объект исследования:* магистраль системы откачки.

*Целью* дипломный проект является модернизация вакуумной установки модели ВУ-1А. Данная установка позволяет наносить оптические покрытия термическим и электронно-лучевым методами.

В ходе написания дипломного проекта были изучены методы нанесения покрытия на изделия, на основе этого был выбран оптимальный метод нанесения покрытия, выполнена модернизация системы откачки, составлена электрическая схема автоматизации для дистанционного управления установкой; проведена оценка эффективности проектных решений, а также был разработан комплекс мероприятий по безопасности труда.

Элементами научной новизны (практической значимости) полученных результатов является безмасленная откачка, за счет использования «сухих» насосов.

Областью практического применения модернизированной установки является использование ее в вакуумной и оптической промышленности.

Результатами проектирования являются – безмасленная откачка, повышение качества оптических покрытий, а также повышение экономических показателей установки.

Приведенные расчетно-аналитические материалы дипломного проекта объективно отражают состояние исследуемого объекта, все заимствованные из литературных и других источников методологические и теоретические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по эксплуатации и ремонту вакуумной установки модели ВУ-1А.
2. Яковлев, П. П. Проектирование интерференционных покрытий / П. П. Яковлев, Б. Б. Мешков Серия: Библиотека приборостроителя. – М.: Машиностроение, 2012. – 1987 –185 с.
3. Duparre, A. Structure-related bulk losses in ZrO<sub>2</sub> optical thin films / A. Duparre, E. Welsch, et. al. // Thin Solid Films. – 1990. – V. 187. – P. 275-288.
4. Муранова, Г. А. Зависимость показателя преломления и микропористости пленок двуокиси циркония от условий напыления / Г. А. Муранова, Э. И. Фадеева, А. Ф. Первеев. – Оптико-механическая промышленность. – 1977. – С. 45-47.
5. АСМ-исследования и оптические свойства оксидных пленок для многослойных просветляющих покрытий / Ю. С. Логушкова [и др.]; под ред. Ю. С. Логушкова – Н. Новгород: ННГУ, 2003. – С. 128-133.
6. Фролов, Е. С. Механические вакуумные насосы / Е. С. Фролов, И. В. Автономова, В. И. Васильев – М.: Машиностроение, 1989. – 288 с.
7. Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях: СанПиН №33.– Минск: Минздрав, 2013. – 16 с.
8. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01.-03. – Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2003. – 82 с.
9. Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: СанПиН №115.- Минск: Минздрав, 2011. – 12 с.
10. 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. – 25 с.
11. Естественное и искусственное освещение: ТКП 45-2.04-153-2009 – Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2009. – 104 с.
12. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление: ГОСТ 12.1.030-81.ССБТ – Москва: Стандартинформ, 1981. – 7 с.
13. Оборудование производственное: ГОСТ 12.2.003-91.ССБТ – Москва: Стандартинформ, 1991. – 10 с.
14. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: ТКП 474-2013 (02300) – Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям, 2013. – 57 с.

15. Ланис, В. Л. Технология вакуумных испытаний / В. Л. Ланис, Л. Е. Левин – Москва: Энергия, 1963. – 26 4с.
16. Ерюхин, А. В. Основы вакуумных измерений / А. В. Ерюхин – М.: Энергия, 1977. – 40с.
17. Гуляев, М. А. Измерение вакуума / М. А. Гуляев, А. В. Ерюхин – М.: Энергия, 1967. – 148 с.
18. Востров, Г. А. Вакууметры / Г. А. Востров, Л. М. Розанов – М.: Энергия, 1967. – 236 с.
19. Горшковский, Я. В. Техника Высокого вакуума / Я. В. Горшковский – М.: Энергия, 1976. – 186 с.
20. Кузьмичев, А. И. Магнетронные распылительные системы / А. И. Кузьмичев – Киев 2008. – 244 с.
21. Кузнецов, В. И. Эксплуатация вакуумного оборудования / В. И. Кузнецов [и др.]. – М.: Энергия, 1978. – 208 с
22. Фролов, Е. С. Вакуумные системы и их элементы / Е. С. Фролов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1968. – 200 с.
23. Демихов, К. Е. Вакуумная техника: справочник / К. Е. Демихов [и др.]. – М.: Машиностроение, 2009. – 590 с.
24. Майселла, Л. Технология тонких плёнок: справочник. В 2 т. / Л. Майселла, Р. Глэнга. – М.: Сов. радио, 1977. – Т.1.
25. Степин, Б. Д. Техника лабораторного эксперимента в химии / Б. Д. Спиридонов – М.: Химия, 1999. – 600 с.
26. Оборудование вакуумное. Размеры фланцев: ГОСТ Р 52856-2007. – введ. РФ 31.05.08. – М.: Стандартреформ, 2008. – 15 с.
27. Савченко, А. Л. Системы управления технологическими объектами / А. Л. Савченко. – Минск: БНТУ, 2013. – 28 с
28. Розанов, Л.Н. Вакуумная техника / Л.Н. Розанов. – Изд. 3-е. – М.: Высш. школа, 2007. – 391с.
29. Фролов, Е.С. Вакуумные системы и их элементы: справочник-атлас / Е. С. Фролов и др., – Москва: Машиностроение, 1968. – 200с