

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО - ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ВАКУУМНАЯ И КОМПРЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Комаровская В.М.

«11» 01 2021 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**ТЕХНОЛОГИЯ АКТИВАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ
МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МАГНЕТРОННОГО
РАСПЫЛЕНИЯ**

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

Студента

группы 109041-16

Подольницкий Д.А.

Руководитель

Латушкина С.Д.

Консультанты

по разделу технологическому

Латушкина С.Д.

по разделу конструкторскому

Латушкина С.Д.

по разделу экономическому

Бутор Л.В.

по разделу автоматизации

Савченко А.Л.

по разделу охраны труда

Автушко Г.Л.

Ответственный за нормоконтроль

Комаровская В.М.

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка - _____ страниц;

графическая часть - _____ листов;

магнитные (цифровые) носители - _____ единиц.

Минск 2021

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 78 с., рис. 29, табл. 23, 37 источников.

Целью проекта является разработка технология активации поверхности полимерных материалов с использованием метода магнетронного распыления.

В процессе проектирования были выполнены следующие задачи:

- проанализированы существующие виды магнетронных распылительных систем;
- разработана принципиальная вакуумная схема;
- рассчитаны графики распределения давления в вакуумной системе;
- спроектирована технология активации поверхности;

Элементами научной новизны (практической значимости) полученных результатов является разработка технологии активации поверхности полимерных материалов с использованием метода магнетронного распыления.

Приведенный в дипломном проекте теоретический и проектный материал 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. Егоров, А.И. Активация полиимидно-фторопластовой пленки в барьерном разряде / А.И. Егоров, О.А. Саркисов, А.А. Железняков, В.В. Щербаков. // *Материалы, технологии, инструменты*. - 2003. - Т. 8, № 1. - С. 42-44.
2. Ших, С.К. Разработка оборудования и технология нанесения защитных покрытий на полимерные рулонные материалы методом дульного магнетронного распыления / С.К. Ших, В.С. Сипач, Е.В. Ковальчук. / Физико-технический институт НАН Беларуси г. Минск, Республика Беларусь. – Минск, 2016. – Т. 50. С. 134-147.
3. Саркисов, О.А. Механизмы изменения поверхностных свойств полимерных материалов в плазме разряда / О.А. Саркисов, П.А. Лучников, А.А. Рогачев, Е.Ф. Певцов, Т.А. Деменкова // XII Международная конференция. Радиационно-тепловые эффекты и процессы в неорганических материалах, IOP Conf. Серия: Материаловедение и машиностроение, Томск, Россия, 4–12 сентября 2017 г. / IOP Publishing Ltd; ред. Гынгазов С.А. и др. - Томск, 2017. - Т. 168. - С. 172–176.
4. Работкин, С.В. Нанесение прозрачных проводящих покрытий на основе оксида цинка методом магнетронного распыления / С.В. Работкин. // Томск.- 2009.- с. 13-25.
5. Yeom, G.Y. Magnetic field designs for cylindrical-post magnetron discharge sources / G.Y. Yeom, J.A. Thornton, A.S. Penfold // *J. Vac. Sci. Technol.*, V. 6, № 6, 1988, p.3156-3158.
6. Патент №642.012 Российская федерация. Нанесение прозрачных проводящих покрытий методом магнетронного распыления [Текст] /Работкин С.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Алт. гос. техн. ун-т. — №2014114085/15; заявл. 09.04.2014; опублик. 27.07.2015.
7. Sputtering process and apparatus [Electronic resource]: pat. US 4166018 / Chaplin J.S. – 01.09.1981. – Mode of access: <https://patents.google.com/patent/US4166018>
8. Arnell, R.D. Recent advances in magnetron sputtering / R.D. Arnell, P.J. Kelly. // *Surf. and Coat. Technol.*, V.112, 1999, p. 170-176.
9. Sproul, W.D. High-rate reactive DC magnetron sputtering of oxide and nitride superlattice coatings / W.D. Sproul. // *Vacuum*, V. 51, № 4, 1991, p.641-646.
10. Engstrom, C. Design, plasma studies, and ion assisted thin film growth in an unbalanced dual target magnetron sputtering system with a solenoid coil / C.D.Engstrom, T. Berlind, J. Birch. // *Vacuum*, V. 56, 2000, p.107-113.
11. Schiller, S. Pused magnetron sputter technology / S. Schiller, K. Goedicke, J. Reschke. // *Surf. and Coat. Technol.*, V.61, 1993, p. 331-337.
12. Kadlec, S. Unbalanced magnetrons and new sputtering system with enhanced plasma ionization / J. Musil, S. Kadlec, W.D. Munz. // *J.Vac.Sci.Technol.*, V. 9, № 3, 1991, p.1171-1177.
13. Достанко, А.П. Плазменные процессы в производстве изделий электронной техники. В 3-х т. Том 2 / А. П. Достанко, С. В. Бордусов, И. В.

Свадковский и др.; Под общ. Ред. А. П. Достанко. – Мн.: ФУАинформ, 2001.- 244с.

14. Работкин, С.В. Нанесение прозрачных проводящих покрытий на основе оксида цинка методом магнетронного распыления / С.В. Работкин // Томск, 2009, с. 13-25.

15. Подольницкий, Д. А. Принцип работы дуального магнетрона / Д. А. Подольницкий ; науч. рук. С. Д. Латушкина // Современные технологии в образовании : материалы международной научно-практической конференции (28–29 ноября 2019 г.) : в 2 ч. / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: С. В. Харитончик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2020. – Ч. 2. – С. 198-200.

16. Материал из Википедии — свободной энциклопедии. Полиимиды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Полиимиды> Дата доступа: 12.10.2020.

17. Путеводитель ВВС по образовательным ресурсам сети. Макрогалерея [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pslc.ws/russian/imide.htm> Дата доступа 04.11.2020.

18. Kaufinan, H.R. Harper, M.E. Ion-Assist Applications of Broad-Beam Ion Sources / H.R. Kaufinan M.E. Harper // Proceedings of SPIE, 5527, 50-68, 2004.

19. Kaufinan, H.R. Harper, M.E. /Development and Applications of Ion Sources / H.R. Kaufinan M.E. Harper // 50th Annual Technical Conference Proceedings of the Society of Vacuum Coaters, 2007.

20. Jeong, H.S. Low Energy Ion Beam Interactions with Electronic Polymer Surfaces / H.S. Jeong, R.C. White // J. of Vacuum Science and Technology, All, 2308-2311, 1993.

21. Kohler, L.D. Ability of a Gridless Ion Source to Functionalize Polypropylene Surfaces by Low-Energy (60-100 eV) nitrogen Ion Bombardment. Effects of Ageing in Air and Water / L.D. Kohler // Nuclear Instr. and Meth. in Physics Research.-2001.- p.267-275.

22. Krohn, K.E. Stem, L.A. Self-Developing Resist with Submicrometer Resolution and Processing Stability / K.E Krohn., L.A. Stem // Appl.Phys. Lett.,43, 74-76 1983.

23. Bodo, P. Sundgren, J.E. Adhesion of Evaporated Titanium to Polyethylene: Effects of Ion Bombardment Pretreatment / P. Bodo, J.E.Sundgren // J. of Vacuum Science and Technology, A1, 1498-1502, 1984.

24. Vanderlinde W.E., Ruoff A.L., Reactive Ion Beam Etching of Polyimide Films / W.E. Vanderlinde, A.L. Ruoff // J. of Vacuum Science and Technology, B6, 1621-1625, 1988.

25. Tepermeister, I. Sawin, H. Polyimide Etching in Ar, O₂, and O/F₂ gas Mixtures: Effect of Ion Energy / I. Tepermeister, H. Sawin // J. of Vacuum Science and Technology, A9, 790-795, 1991.

26. Табаков, В.П. Формирование износостойких ионно-плазменных покрытий / В.П. Табаков. – М. : Машиностроение, 2008. – 311 с.

27. Розанов, Л.Н. Вакуумная техника: / Л.Н. Розанов. – Изд. 3-е, Перераб. и доп. Москва: Высш. шк, 2007. – 391 с.

28. Контрольно-измерительные приборы ОВЕН: датчики, контроллеры, регуляторы, измерители, приводная техника, блоки питания и терморегуляторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owen.ru/>
Дата доступа: 01.12.2020.

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. СанПиН №33 от 30.04.2013 «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях».

31. СанПиН «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», утв. Постановлением Министерства здравоохранения РБ от 11.10.2017 г. №92.

32. СНБ 4.02.01-03. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

33. Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: СанПиН №115 от 16.11.2011 г.

34. СанПиН №132 от 26.12.2013 «Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, в административных и общественных зданиях».

35. ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение».

36. ТКП 427-2012 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

37. ТКП 474-2013 (02300) «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».