

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

Министерство образования Республики Беларусь

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА»
(ВГУ ИМЕНИ П.М. МАШЕРОВА)

УДК 542:620.193:671.22(047.3)

Рег.№ 20230911

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе,
д-р пед.н., профессор

_____ Е.Я. Аршанский
«____» _____ 2024 г.

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

МОДЕЛЬНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ОЦЕНКЕ
КОРРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ
МОДЕЛИРОВАНИИ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

согласно договору № 04-Д/23 от 02.05.2023 г.

(заключительный)

Руководитель НИР,
преподаватель

_____ Е.И. Кацнельсон
«____» _____ 2024 г.

Нормоконтроль

Т.В. Харкевич
«____» _____ 2024 г.

Витебск 2024

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

РЕФЕРАТ

Отчет 41 с., 1 кн., 4 табл., 50 источников

КОРРОЗИЯ, ВИДЫ КОРРОЗИЙНОГО РАЗРУШЕНИЯ, ЦИНКОВОЕ ПОКРЫТИЕ, ЭТАПЫ ПРОЦЕССА ОЦИНКОВКИ, КОРРОЗИЙНАЯ СТОЙКОСТЬ ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ

Объект исследования – железные детали, покрытые цинком.

Предмет исследования – химический состав деталей, характеристика цинкового покрытия, коррозийная стойкость цинкового покрытия в атмосферных и водных средах.

Цель работы – оценить устойчивость железных деталей, покрытых цинком при влиянии различных факторов.

Методы исследования: описательно-аналитический, экспериментальный, математический, статистический.

Полученные результаты исследования позволяют углубить имеющиеся знания о коррозии, классификации и видах коррозийного разрушения, о принципах работы цинкового покрытия, устройстве линии цинкования и принципах работы линии, формирование знаний об этапах процесса оцинковки и коррозийной стойкости цинкового покрытия.

Достоверность результатов работы подтверждается корректностью методов исследования, анализом воспроизводимости результатов с применением статистических программных комплексов; исследования осуществлялись с использованием сертифицированного оборудования

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Анализ литературных данных по теме исследования	6
1.1 Общая характеристика и классификация коррозионных процессов	6
1.2 Химические реакции, характеризующие процесс коррозии	9
1.3 Общая характеристика защитного действия противокоррозионных покрытий	12
1.4 Характеристика цинкового покрытия	18
1.5 Принцип работы линии и способ применения гальванической линии цинкования	19
1.6 Характеристика коррозионной стойкости цинкового покрытия в атмосферных условиях	23
2 Материал и методы исследования	26
2.1 Оценка толщины покрытия в лаборатории	26
2.2 Методика оценки качества используемого сырья оптико-эмиссионным анализом	28
2.3 Статистическая обработка результатов	30
3 Результаты и их обсуждения	31
3.1 Характеристика толщины покрытия в лабораторных условиях	31
3.2 Характеристика исходного металла для производства деталей	32
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	355
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	377

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Романов, В.В. Методы исследования коррозии металлов : учеб.пособие / В. В. Романов. – Москва, 1965. – 279 с.
2. Хохлачева, Н. М. Коррозия металлов и средства защиты от коррозии : учебное пособие / Н. М. Хохлачева, Е. В. Ряховская, Т. Г. Романова. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 118 с.
3. Федорченко, В. И. Коррозия металлов : учеб.-метод. пособие / В. И. Федорченко. – М.: Бибком, 2009. – 655 с.
4. Бахвалов, Г. Т. Защита металлов от коррозии : учеб.пособие / Г. Т. Бахвалов. – Москва : Металлургия, 1964. – 284 с.
5. Бахвалов, Г. Т. Коррозия и защита металлов : учеб.-метод. пособие / Г. Т. Бахвалов, А. В. Турковская. – Изд. 2-е. – М. : Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1959. – 309 с.
6. Беленький, М.А. Электроосаждение металлических покрытий: справ.пособие / М.А. Беленький, А. Ф. Иванов. – Москва : Металлургия, 1985. – 288 с.
7. Лайнер, В. И. Современная гальваниотехника : учеб.пособие / В. И. Лайнер. – Москва : Металлургия, 1967. – 384с.
8. Прокуркин, Е. В. Цинкование: справ.пособие / Е. В. Прокурин, В. А. Попович, А. Т. Мороз. – Москва : Металлургия, 1988. – 528 с.
9. Томашов, Н. Д. Пассивность и защита металлов от коррозии : учеб.пособие / Н. Д. Томашов, Г. П. Чернова. – Москва : Наука, 1965. – 208 с.
10. Карпенко Г. В. Прочность стали в коррозийной среде : учеб.пособие / Г. В. Карпенко. – Москва : Металлургия, 1963. – 188 с.
11. Валитов, А. М. Приборы и методы контроля толщины покрытий : справ.пособие / А. М. Валитов, Г.И. Шилов. – Москва : Машиностроение, 1970. – 118 с.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

12. Акользин, А. П. Противокоррозионная защита стали пленкообразователями : справ.пособие / А. П. Акользин. – Москва : Металлургия, 1989. – 192 с.
13. Берукштис, Г. К. Коррозионная устойчивость металлов и металлических покрытий в атмосферных условиях : учеб. пособие / Г. К. Берукштис, Г. Б. Кларк. – М. : Наука, 1971. – 159 с.
14. Алкимов, Г. В. Основы учения о коррозии и защите металлов : учеб.-методич. пособие / Г.В. Алкимов. – Москва : Металлургиздат, 1947. – 464 с.
15. Томашов, Н. Д. Теория коррозии металлов : учеб.-методич. пособие / Н. Д. Томашов. – Москва : Металлургиздат, 1952. – 200 с.
16. Клинов, И. Я. Коррозия химической аппаратуры и коррозионностойкие материалы : учеб.пособие / И. Я. Клинов. – Москва : Машгиз, 1954. – 408 с.
17. Гликман, Л. А. Коррозионно–механическая прочность металлов : учеб. пособие / Л. А. Гликман. – Москва :Машгиз, 1955. – 174 с.
18. Лайннер, В. И. Электрическая полировка и травление металлов : учеб. пособие / В. И. Лайннер. – Москва :Машгиз, 1947. – 244 с.
19. Ямпольский, А.М. Защитные покрытия металлов : А. М. Ямпольский. – Ленинград : Лениздат, 1958. – 136 с.
20. Смирнов, А .В. Горячее цинкование : справ. пособие / А. В. Смирнов. – М.: Металлургиздат, 1953. – 284 с. Ленинград :Лениздат, 1958. – 136 с.
21. Ямпольский, А. М. Контроль качества в цехах защитных покрытий : справ. Пособие / А. М. Ямпольский. – Москва :Машгиз, 1952. – 142 с.
22. Бахвалов, Г. Т. Справочник гальваностега : справ. пособие / Г. Т. Бахвалов, Л. Н. Биркган, В. П. Лабутин. – Москва :Металлургиздат, 1954. – 651с.
23. Ямпольский, А. М. Краткий справочник гальванотехника :

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

справ.пособие / А. М. Ямпольский, В. А. Ильин. – Москва :Машгиз, 1962. – 469 с.

24. Окулов, В. В. Цинкование. Техника и технология : справ.пособие / В. В. Окулов. – Москва : Глобус, 2008. – 252 с

25. Гамбург, Ю. Д. Гальванические покрытия : справ.пособие / Ю. Д. Гамбург. – М.: Техносфера, 2006. – 215 с.

26. Берукштис, Г.К. Коррозионная устойчивость металлов и металлических покрытий в атмосферных условиях : учебн. пособие / Г. К. Берукштис, Г. Б. Кларк . – М.: Наука,1971. – 159 с.

27. Проскуркин Е. В. Диффузионные цинковые покрытия :учебн. пособие / Е. В. Проскурин, Н. С. Горбунов. – Москва : Металлургия,1972. – 248 с.

28. Чепкасова, О. А. Коррозия металлов / О. А. Чепкасова, А. И. Садилов, С. В. Хмелев // Молодой ученый. – 2015. – № 23(103). – С. 260– 261.

29. Лайнер, В. И. Современная гальванотехника :учебн. пособие / В. И. Лайнер. – Москва : Металлургия,1967. – 384 с.

30. Фокин, М. Н. Защитные покрытия в химической промышленности : справ.пособие / М. Н. Фокин, Ю. В. Емельянов. – Москва : Химия,1981. – 304с.

31. Орлов, В. А. Цинк-силикатные покрытия : справочное пособие / В. А. Орлов. – Москва : Машиностроение,1984. – 104с.

32. Яхяев, Н. Ш. Лабораторные методы измерения и приборы контроля коррозии / Н. Ш. Яхяев, А. К. Камолов // Молодой ученый. – 2016. – № 12 (116). – С. 455– 458.

33. Ярославцева, О. В. Коррозия и защита металлов : учеб.-методич. пособие / О. В. Ярославцева, Т. Н. Останина, В. М. Рудой. – Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2015. – 90 с.

34. Гринберг, Д. Л. Химическая технология на металлургическом заводе : справ.пособие / Д. Л. Гринберг. – Москва : Металлургия, 1983. – 104 с.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

35. Беняковский, М. А. Производство оцинкованного листа : учебное пособие / М. А. Беняковский, Д. Л. Гринберг. – Москва : Металлургия, 1973. – 256 с.
36. Огинский, М. И. Руководство по горячему цинкованию : справ.пособие / М. И. Огинский. – Москва : Металлургия, 1975. – 376 с.
37. Бакалюк, Я. Х. Производство труб с металлическими покрытиями : справ. Пособие / Я. Х. Бакалюк, Е. В Проскурин. – Москва : Металлургия, 1975. – 216 с.
38. Розенфельд, И. Л. Ускоренные методы коррозионных испытаний металлов : учебное пособие / И. Л. Розенфельд, К. А. Жигалова. – Москва : Металлургия, 1966. – 95 с.
39. Дасоян, М. А. Технология электрохимических покрытий : справ.пособие / М. А. Дасоян, И. Я. Пальмская, Е. В. Захаров. – Москва : Машиностроение, 1989. – 391 с.
40. Ильин, В. А. Цинкование, кадмирование, оловянирование и свинцевание :учебн. пособие / В. А. Ильин. – Москва : Машиностроение, 1983. – 87с.
41. Томашев, Н. Д. Теория атмосферной коррозии металлов :учебн. пособие / Н. Д. Томашев. – Москва : Металлургиздат, 1951. – 308 с.
42. Лобанов, С. А. Практические советы гальванику : справ.пособие / С. А. Лобанов. – Москва : Машиностроение, 1983. – 278 с.
43. Эванс, Ю. Р. Коррозия и окисление металлов :учебн. пособие / Ю. Р. Эванс. – Москва : Машгиз, 1962. – 856 с.
44. Славин, Д. О. Металлы и сплавы в химическом машиностроении : справочное пособие / Д. О. Славин, Е. Б. Штейман. – Москва :Машгиз, 1951. – 464 с.
45. Дороненков, И. М. Защита промышленных зданий и сооружений от коррозии в химических производствах : справ.пособие / И. М. Дороненков. – М.: Химия, 2015. – 262 с.
46. Розенфельд, И. Л. Защита металлов от коррозии лакокрасочными

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

покрытиями : справ.пособие / И. Л. Розенфельд, Ф. И. Рубинштейн, К. А. Жигалова. –М.: Химия, 2019. – 224 с.

47. Гликман, Л. А. Коррозионно-механическая прочность металлов :учебн. Пособие / Л. А. Гликман. – Москва :Машгиз, 1955. – 174 с.

48. Бакалюк, Я. Х. Трубы с металлическими противокоррозионными покрытиями : справ.пособие / Я. Х. Бакалюк, Е. В. Проскурин. – Москва : Металлургия, 1985. – 200 с.

49. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии : учебн.-методич. пособие / И. В. Семенова, Г. М. Флорианович, А. В. Хорошилов. – Москва :Физматлит, 2010. – 416 с.

50. Осадчая, А. А. Методы борьбы с коррозией. Плазменное электролитическое оксидирование как способ формирования антикоррозионных покрытий / А. А. Осадчая, У. А. Ползун. // Молодой ученый. – 2017. – № 2.1 (136.1). – С. 18-21.