

Автор регр.
1183

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ЛУГАНЦЕВА Людмила Николаевна

Луган

РАЗРАБОТКА ИМПРЕГУИРУЮЩИХ ДОБАВОК
В ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ
ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

05. 17. 14 - химическое сопротивление материалов
и защита от коррозии

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1992

АВТОРЕФЕРАТ
183

2

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова.

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор Петров Леонид Никитович

Официальные оппоненты - доктор технических наук,
старший научный сотрудник
Кострицкий Анатолий Игоревич

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Олик Анатолий Петрович

Ведущая организация - Научно-производственное объединение
"Спектр" /г. Киев/.

Защита состоится "2" июля 1992г. в 14 ч. 00 мин.
на заседании специализированного совета К 068. 35.04 в Одесском
технологическом институте пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова / 270039, г. Одесса, ул. Свердлова, 112/.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского
технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова.

Автореферат расослан "1" июля

ОНАХТ 02.07.12
Разработка ингибирую



v016987

Ученый секретарь
специализированного совета:
К. Т. Н. ... доцент

В.Н. Тищенко

В.Н. Тищенко

v 0 16987 12

Одесский технологический институт пищевой промышленности

3

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Борьба с коррозией в пищевой промышленности актуальна вдвойне: во-первых - это продление срока службы оборудования, во-вторых - это предотвращение поступления продуктов коррозии в пищевые среды.

Весьма эффективным и зачастую единственным средством борьбы с коррозией оборудования пищевых производств является нанесение на их поверхность лакокрасочных защитных /антикоррозионных/ покрытий. Последние, наряду с хорошей адгезией к металлу и высокими защитными свойствами должны быть нетоксичными, то есть неизбежное поступление компонентов их в пищевые среды не должно отравлять человека.

Известные в настоящее время нетоксичные покрытия, используемые в пищевой промышленности, не обладают достаточными защитными свойствами, однако, их можно повысить до нужного уровня, модифицируя покрытия ингибиторами коррозии. Естественно, данные ингибиторы, наряду с высокими защитными свойствами, должны быть совершенно нетоксичными по отношению к организму человека. Такими ингибиторами могут служить вещества на основе полифосфатов так как они заведомо нетоксичны и обладают высокой способностью адсорбироваться на металле.

Учитывая сказанное, целью настоящей работы заключается в разработке эффективных и нетоксичных ингибиторов на основе полифосфатов для модифицирования ими лакокрасочных покрытий применительно к созданию лакокрасочных композиций эффективного антикоррозионного действия для защиты оборудования, работающего в пищевых средах.

Задачи работы, следовательно, можно сформулировать таким образом:

1. Синтезировать ряд ингибиторов на основе нетоксичных полифосфатов для использования их в качестве добавок в составе лакокрасочных защитных композиций.
2. Исследовать полученные ингибиторы на их защитную активность и растворимость, изучить механизм их действия в составе лакокрасочных антикоррозионных покрытий и найти оптимальную концентрацию их в данных покрытиях.
3. Провести испытания эффективности ингибированного лакокрасочного покрытия.

сочного покрытия в производственных условиях и отработать рекомендации по их внедрению, в частности, для защиты теплообменных аппаратов пищевых производств.

Научная новизна:

- установлен механизм защитного действия разработанных ингибиторов в составе лакокрасочного антикоррозионного покрытия, применяемого для защиты технологического оборудования пищевых производств;

- предложена методика определения проницаемости через покрытие ионов водорода путем измерения их концентрации под покрытием с помощью сурьмяноокисного электрода сравнения, позволяющая оценить защитное действие исследуемых покрытий;

- предложена методика расчета теплопередачи в теплообменных аппаратах, защищенных разработанными ингибированными лакокрасочными покрытиями.

Практическая ценность работы:

- разработана новая высокоэффективная нетоксичная ингибированная лакокрасочная композиция /покрытие/ для защиты от коррозии оборудования пищевых производств;

- предложены научно обоснованные и практически апробированные рекомендации по применению ингибированных антикоррозионных покрытий для защиты технологического оборудования пищевых производств.

На защиту выносятся:

- новая композиция лакокрасочного покрытия на основе сополимера винилхлорида с винилацетатом с добавлением труднорастворимых пассивирующих ингибиторов /гексаметафосфата цинка, гексаметафосфата кальция/ для защиты технологического оборудования, используемого в пищевых средах;

- механизм защитного действия ингибированных полимерных покрытий на металлах в технологических средах пищевых производств;

- методика определения проницаемости через покрытие ионов водорода путем измерения их концентрации под покрытием с помощью сурьмяноокисного электрода сравнения, позволяющая оценить защитное действие исследуемых покрытий;

- методика расчета теплопередачи в теплообменных аппаратах, защищенных от коррозии разработанными лакокрасочными покрытиями

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены

на IУ Всесоюзной научной конференции "Ингибиторы коррозии металлов" /г.Кириши, Ленинградская обл., 1982г./, на III Всесоюзной конференции по коррозии /г.Пермь, 1983 г./, на Межотраслевой научно-технической конференции "Теория и практика защиты металлов от коррозии" /г.Куйбышев, 1985г./, на Всесоюзном совещании по проблемам коррозионной стойкости пищевого оборудования /г.Черкасы, 1987г./, на научно-технической конференции "Интенсификация технологии и совершенствование оборудования перерабатывающих отраслей АПК" /г.Киев, 1989г./, на научно-технических конференциях Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В.Ломоносова /г.Одесса, 1982-1990 гг./, на научно-практической конференции "Научно-технические проблемы развития агропромышленного комплекса" /г.Одесса, 1990г./.

Публикации. Основные положения диссертации отражены в 9 опубликованных работах.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, общих выводов и приложений. Содержит 138 страниц машинописного текста, 61 рисунок, 8 таблиц, список использованной литературы из 132 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, ее научное и практическое значение, сформулирована цель исследования.

В первой главе приведен обзор и анализ применяемых методов защиты от коррозии оборудования пищевых производств. Отмечено, что одним из наиболее эффективных средств борьбы с коррозией вообще, и в пищевой промышленности в частности, является использование лакокрасочных покрытий. Описаны характеристики, основные преимущества и недостатки применяемых в настоящее время лакокрасочных покрытий, выявлены перспективы улучшения их защитных свойств за счет введения нетоксичных ингибиторов. Приведены данные по влиянию ингибиторов на теплофизические свойства полимерных покрытий. По результатам анализа состояний вопроса сформулированы основные задачи настоящей работы.

Во второй главе приведена характеристика объектов исследования, изложены методы исследований физико-химических и антикоррозионных свойств ингибированных лакокрасочных покрытий. Теоретически обоснован и предложен метод определения проницаемости

ионов водорода через лакокрасочные покрытия и уравнение для количественного расчета проницаемости.

Описана методика и установка для измерения теплопроводности в режиме монотонного нагрева. Предложена усовершенствованная методика расчета теплопередачи в теплообменных аппаратах, защищенных разработанными ингибированными лакокрасочными покрытиями.

В третьей главе приведены результаты исследования вновь синтезированных /гексаметафосфат кальция, гексаметафосфат цинка, триполифосфат кальция/, а также выпускаемых промышленностью полифосфатов, являющихся потенциальными ингибирующими добавками в покрытия пассивирующего действия. Учитывая применимость в дальнейшем полифосфатов в качестве ингибиторов в составе лакокрасочных покрытий, контактирующих с пищевыми средами, была определена их растворимость в воде.

Установлено, что растворимости изученных соединений в воде находятся в пределах $0,24 \cdot 10^{-3} \dots 0,8 \cdot 10^{-5}$ кмоль/м³ и зако-

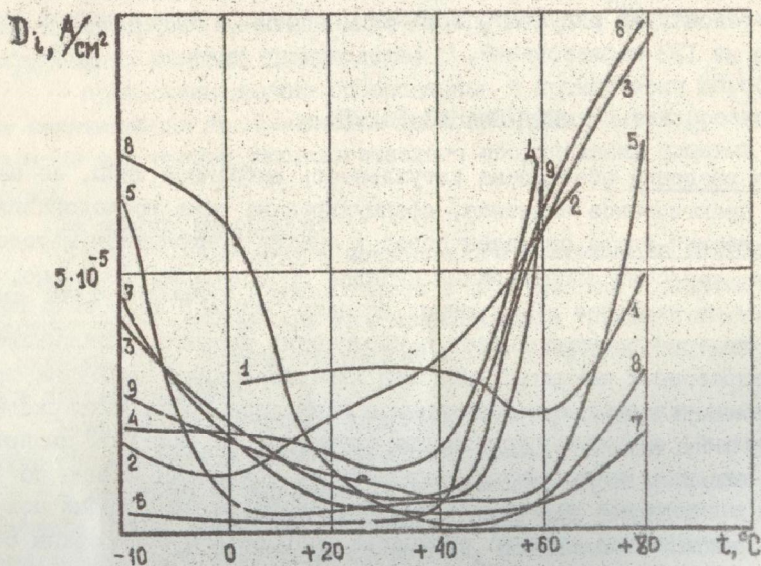


Рис. 1. Зависимость плотности тока коррозии /А/см²/ Ст3 в дистиллированной воде с добавками ПМЭН /2/, ТПЭН /3/, ПЭЭ /4/, ГМЭЦ /5/, ТМЭЦ /6/, ГМЭК /7/, ТМЭК /8/, ГМЭН /9/ от температуры.

номерно уменьшаются в ряду: полифосфат натрия /ПЭН/ - полиметафосфат натрия /ПМЭН/ - гексаметафосфат кальция /ГМЭК/ - гексаметафосфат цинка /ГМЭЦ/ - триполифосфат цинка /ТПЭЦ/ - триполифосфат кальция /ТМЭК/. Полученные данные показали, что по своей растворимости исследуемые вещества принципиально пригодны для использования их в качестве пассивирующих ингибирующих добавок в составе лакокрасочных покрытий. Причина в том, что их растворимость по величине оптимальна, то есть уже достаточна для проявления пассивирующего действия, но еще недостаточна для массового выхода /вымывания/ ингибитора из покрытия.

С целью определения пригодности исследуемых полифосфатов в качестве ингибиторов для использования в составе лакокрасочных покрытий было определено их защитное действие по отношению к стали /Ст 3/ в подкисленной воде в интервале pH от 2 до 6 и при pH=7 в интервале температур, характерных для основных технологических процессов пищевых производств / -10 ... +50° С/.

Защитный эффект исследуемых ингибиторов оценивался нами по общепринятым показателям: по значениям коэффициента торможения γ и степени защиты Z , которые рассчитывались по величине токов коррозии. Последние определялись путем экстраполяции поляризационных зависимостей, снятых на стальном электроде в потенциостатическом режиме на потенциостате П50-П; обработка результатов измерений проводилась на ЭИМ по стандартным программам. Полученные результаты приведены на рис. 1 и рис. 2.

Данные приведенных исследований показывают, что все рассмотренные полифосфаты тормозят электрохимические процессы на поверхности стали, то есть в той или иной степени являются ингибиторами коррозии. Большинство из рассмотренных веществ в нейтральных средах являются ингибиторами коррозии, преимущественно тормозящими катодные процессы. При подкислении среды до pH 2 и менее механизм их действия трансформируется и они становятся ингибиторами преимущественно анодного действия. Характерно, что полифосфаты, содержащие катионы Ca^{2+} и Zn^{2+} проявляют склонность к формированию на поверхности стали весьма прочных пассивирующих защитных пленок за счет образования труднорастворимых оксидов и гидроксидов Ca и Zn .

Установлено, что степень защиты / Z / исследуемых ингибиторов в воде изменяется в пределах 20 ... 99 % и наиболее высокая

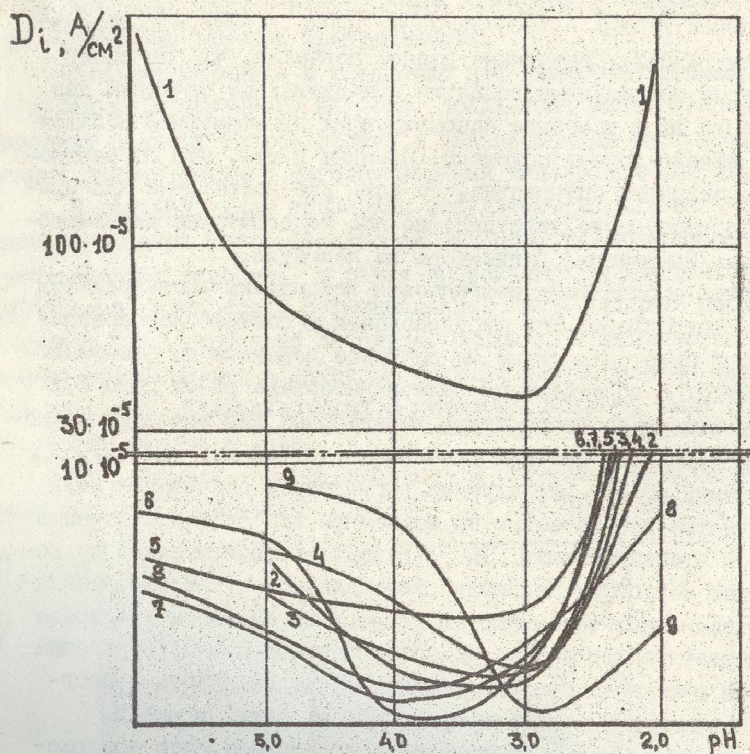


Рис.2. Зависимость плотности тока коррозии $I_{i, \text{A/cm}^2}$ Ст3 в дистиллированной воде, подкисленной ортофосфорной кислотой, с добавками ПМФН /2/, ТПФН /3/, ЦФН /4/, ГМФЦ /5/, ТМФЦ /6/, ГМЭК /7/, ТПЭК /8/, ПМЭН /9/ от pH среды.

в случае гексаметафосфата цинка и гексаметафосфата кальция. С ростом температуры ингибирующий эффект практически не изменяется для гексаметафосфата цинка, триполифосфата цинка; для других веществ он несколько снижается. В случае гексаметафосфата кальция, триполифосфата цинка и триполифосфата кальция степень защиты от величины pH среды незначительно изменяется $Z = 94,3 \dots 99,8 \%$. В случае полифосфата натрия, гексаметафосфата натрия и триполифосфата натрия $Z = 93,1 \dots 60,0 \%$ с уменьшени-

ем величины pH защитный эффект снижается.

На основании полученных данных можно считать, что основным ингибирующим ионом, обуславливающим пассивирующее действие полифосфатов, служит фосфорсодержащий анион, образующий на поверхности металла труднорастворимое соединение. Показано также, что введение ионов цинка и кальция в полифосфатные комплексы усиливают их ингибирующий эффект и триполифосфат цинка и гексаметафосфат кальция в рассматриваемых условиях являются наиболее эффективными ингибиторами коррозии. Последние и рекомендованы нами в качестве добавок в покрытия.

В четвертой главе изложены результаты исследования механизма защитного действия полимерных покрытий на основе эмали ХС-768П, которые модифицированы разработанными ингибиторами.

Защитное действие модифицированных покрытий и стабильность таковых во времени количественно оценивалось по косвенному показателю - по величине сдвига стационарного электродного потенциала стали после нанесения покрытия. Потенциалы стали /Ст 3/ определялись с помощью иономера ЭВ-40 относительно $\text{Cl}^-/\text{Ag}-\text{Cl}_2/\text{Ag}$ электрода.

Наряду с величинами потенциала, защитные свойства покрытий и их стабильность оценивались также по их водородопроницаемости, по водонабухаемости и по величине и стабильности импеданса стального электрода с покрытием; последний определялся с помощью моста переменного тока Р-50Э7 /рис.3, 4, табл.1,2/. Водородопроницаемость покрытий исследовалась по специально разработанной нами методике, согласно которой проникновение ионов H^+ через покрытие оценивалось по изменению величины pH под покрытием. Значение pH под покрытием определялось с помощью сурмяноокисного электрода сравнения. Исследования проводились в средах, имитирующих пиде-ные: а/ раствор уксусной кислоты массовой концентрации 2% с добавлением $0,3 \text{ кмоль/л}^3$ хлористого натрия; б/ раствор лимонной кислоты с массовой концентрацией 2%; в/ раствор этилового спирта массовой концентрации 20%.

Установлено, что неингибированное покрытие смещает значение электродного потенциала стали в положительную сторону всего на $0,05 - 0,08 \text{ В}$. Введение в покрытия предлагаемых нами ингибиторов /МФН, ГМЭК, ГМФЦ, ТПФН, ТПЭК, ТПОЦ/ обуславливают весьма значительное разблатораживание электродного потенциала, состав-

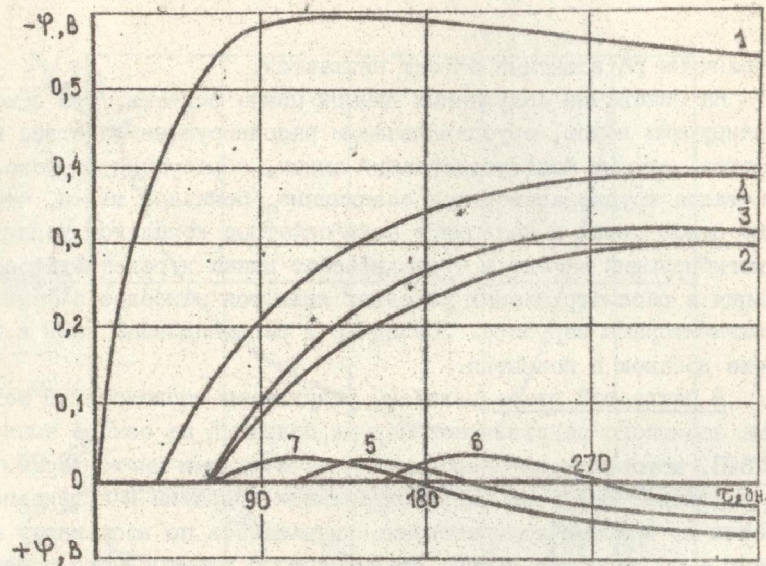


Рис.3. Хронограмма электродного потенциала стального образца, покрытого эмалью XC-769П с добавлением ГМФН /кривые 2, 3, 4/ различной концентрации и с добавлением ГМФЦ /кривые 5, 6, 7/ различной концентрации в растворе уксусной кислоты с массовой концентрацией 2 % и $0,2 \text{ кг/м}^3$ хлористого натрия. Кривая I - контрольное покрытие эмаль XC-769П.

ляющее $0,2 - 0,6 \text{ В}$, что свидетельствует о существенном усилении защитного действия покрытий за счет их ингибирования.

Рост защитного действия покрытия при его ингибировании подтверждается данными импедансных измерений /табл.1/, а также результатами исследований водонабухаемости покрытий /рис.4/ и их водородопроницаемости /табл.2/. Полученные данные указывают также на высокую стабильность защитных антикоррозионных свойств ингибированных покрытий по времени, что очень важно.

Лучшими из рассмотренных ингибиторов для использования в составе лакокрасочных покрытий являются гексаметафосфат цинка, гексаметафосфат кальция и триполифосфат кальция. Высокая стабильность защитных свойств ингибированных данными веществами покрытий связана со слабой их растворимостью в воде; то есть

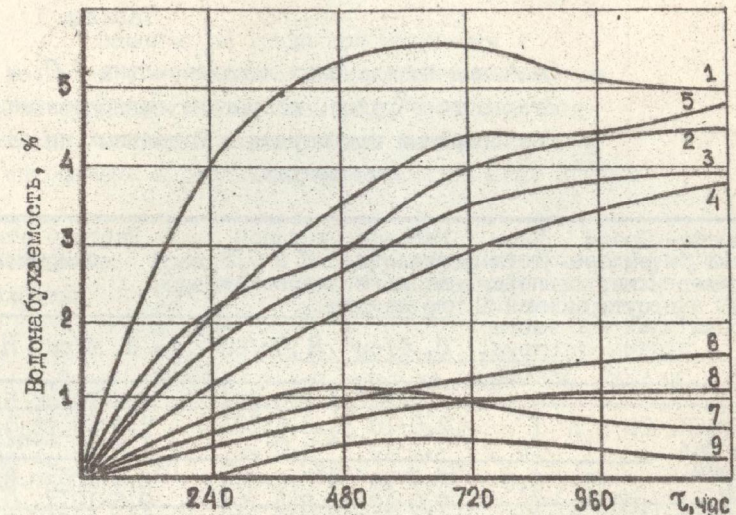


Рис.4. Водонабухаемость / в %/ ингибированных покрытий: контрольное покрытие - эмаль XC-769П /1/; эмаль XC-769П с добавлением ГМФН /2,3/ 3,5 мас. % соответственно; эмаль XC-769П с добавлением ГМФЦ /4,5/ 3,5 мас.% соответственно; эмаль XC-769П с добавлением ГМФЦ /6,7/ 3,5 мас. % соответственно; эмаль XC-769П с добавлением ГМФЦ /8,9/ 3,5 мас. % соответственно.

они практически не вымываются из покрытий, а также и с тем, что они снижают водонабухаемость покрытий и препятствуют диффузии ионов водорода через покрытие. Оптимальный состав покрытия 3 -5 мас. % ингибитора, а остальное - эмаль XC-769П.

Резюмируя полученные результаты, можно считать, что добавление в лакокрасочное покрытие на основе сополимера винилхлорида с винилацетатом гексаметафосфата цинка, гексаметафосфата кальция или же триполифосфата цинка в количестве 5 мас. %, увеличивает защитные свойства покрытий и, что так же очень важно, способствует стабилизации таковых во времени. Данные ингибированные покрытия можно рекомендовать промышленности.

В пятой главе изложены результаты исследований теплофизических свойств разработанных ингибированных лакокрасочных покрытий, а также практические результаты работы.

максимум λ , неодинаково для различных полифосфатов и колеблется в пределах 3-5 мас. %.

Нами была усовершенствована методика расчета теплопередачи в теплообменном аппарате, входящем в состав комплекса оборудования для производства безалкогольных напитков. Данная методика позволяет рассчитать коэффициент теплопередачи в аппаратах, защищенных ингибированными покрытиями.

Проведенные исследования показали, что предложенные нами ингибированные полимерные покрытия тормозят коррозию и отложение солей, существенно снижая интенсивность образования коррозионных и солевых отложений на теплопередающих поверхностях. Таким образом, использование антикоррозионных покрытий в теплообменниках позволяет не только защитить таковые от коррозии, но дает также возможность поддерживать постоянным коэффициент теплопередачи в процессе эксплуатации. За счет этого, как показали наши исследования, практически вдвое увеличивается срок службы теплообменного аппарата.

Были проведены производственные испытания эффективности разработанных покрытий на ряде промышленных предприятий; испытания дали возможность разработать и апробировать в производстве практические рекомендации по применению ингибированных антикоррозионных покрытий. Испытания показали, что рекомендуемые ингибированные покрытия сохраняют свои защитные действия в пищевых средах в течение года и более. Покрытие: эмаль ХС-769П с добавлением гексаметафосфата кальция с массовой концентрацией 5 % внедрено на Одесском заводе пивобезалкогольных напитков № 1 для защиты от коррозии аппаратов инверсии сахарного сиропа.

Расчет экономической эффективности внедрения ингибированных покрытий для защиты теплообменника в аппарате инверсии сахарного сиропа на Одесском заводе пивобезалкогольных напитков № 1 показал, что экономический эффект составил 11,9 тыс. рублей в год на каждые 100 м² покрытия.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Синтезирован ряд нетоксичных труднорастворимых ингибиторов на основе полифосфатов. Показано, что введение в полимерные

лакокрасочные покрытия /ЛКП/ данных полифосфатов приводит к существенному повышению их защитного свойства.

2. Определено ингибирующее действие синтезированных, а также ряда нетоксичных полифосфатов в средах, имитирующих среды пищевых производств. Установлено, что основным ингибирующим ионом в полифосфатах, обуславливающим их пассивирующее действие, является фосфоросодержащий анион, который образует с ионами металла труднорастворимые соединения. Показано, что гексаметафосфат цинка, триполифосфат цинка и гексаметафосфат кальция наиболее эффективны в заданных условиях.

3. Определено защитное ингибирующее действие лакокрасочных покрытий /эмаль ХС-739П/ с добавлением гексаметафосфата кальция, гексаметафосфата цинка, триполифосфата цинка, триполифосфата кальция, гексаметафосфата натрия, триполифосфата натрия. Установлено, что наиболее перспективными для пищевых сред являются покрытия, содержащие труднорастворимые соединения гексаметафосфат цинка, гексаметафосфат кальция, триполифосфат цинка, в найденных нами оптимальных концентрациях, что позволяет обеспечить устойчивую защиту металла в течение длительного периода эксплуатации.

4. Исследовано влияние ингибитора, вводимого в лакокрасочное покрытие, на термическое сопротивление элементов теплообменного аппарата; найдена оптимальная концентрация ингибитора в покрытии. Показано, что термическое сопротивление элементов аппарата, защищенных ингибированными покрытиями, практически не уступает термическому сопротивлению элементов аппаратов без покрытия. Уточнена методика расчета теплопередач в теплообменном аппарате, защищенном разработанными лакокрасочными покрытиями от коррозии и отложения солей.

5. Разработана методика определения проницаемости ионов водорода через покрытия путем измерения их концентрации под покрытием с помощью сурьмяноокисного электрода. Методика позволяет определять скорость диффузии ионов водорода через лакокрасочные покрытия и оценить защитное действие покрытий.

6. Показано, что защитное действие ингибированных ЛКП обусловлено возникновением на поверхности металла пассивирующих пленок, состоящих из комплексных соединений фосфатных ионов и ионов корродирующего металла на границе металл - покрытие. Уста-

новлено, что подобные пленки в состоянии эффективно тормозить коррозионные процессы в течение длительного /более 400 дней/ времени.

7. Установлено, что лакокрасочное покрытие ХС-769П с добавлением гексаметафосфата цинка в количествах 3-5 кг/м³ наиболее эффективно для защиты от коррозии аппаратов пищевых производств в слабокислых и кислых средах /фруктовые и овощные соки, консервы/; лакокрасочное покрытие ХС-769П с добавлением триполифосфата цинка и гексаметафосфата кальция в количестве 3-5 кг/м³ эффективно для защиты металлических конструкций в нейтральных пищевых средах /оборудование для мучья тары и сырья/.

8. Проведены производственные испытания покрытий, модифицированных разработанными нами ингибиторами, на Каменском консервном заводе и Одесском пивзаводе № 1. Разработаны практические рекомендации по использованию покрытий. Испытания показали высокую защитную способность данных покрытий в эксплуатационных условиях; разработанные покрытия внедрены в производство на Одесском пивзаводе № 1 с экономическим эффектом 11,9 тыс.рублей в год на каждые 100 м² покрытия.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Луганцева Л.Н., Осадчук И.П. Исследование электрохимических параметров ингибированного покрытия для защиты от коррозии консервной тары //Ингибиторы коррозии металлов: Тез. докл. на IV Всесоюзной конференции.- Кириши, Ленинградская обл., 1982.

2. Петров Л.Н., Зобов Е.В., Луганцева Л.Н. Исследование устойчивости ингибирующего эффекта ряда полифосфатов при различных температурах и pH среды: Тез. докл. на III Всесоюзной конференции по коррозии.- Пермь, 1983.

3. Петров Л.Н., Калинин А.Ю., Борисов В.А., Луганцева Л.Н. Некоторые аспекты электрохимической теории зарождения и развития трещин коррозии под напряжением //Теория и практика защиты металлов от коррозии: Тез. докл. на межотраслевой научно-технической конференции.- Куйбышев, 1985.

4. Зобов Е.В., Луганцева Л.Н., Петров Л.Н. Исследование защитных свойств ряда пассивирующих пигментов //Лакокрасочные материалы и их применение.- М.: Химия, 1987.- № 5.- С.19-21.

5. Луганцева Л.Н., Таньков Н.К., Петров Л.Н., Борисов В.А.,

Тищенко В.Н. Исследование влияния различных ингибированных добавок на стабильность растворов для химического никелирования // Тез. докл. Всесоюзного совещания по проблемам коррозионной стойкости пищевого оборудования.- Черкассы, 1987г.

6. Титова А.А., Луганцева Л.Н., Бразовская О.М. Подавление коррозии жестяной консервной тары путем добавления ингибитора в лаковое покрытие // Пищевая технология.- 1988.- № II.- С.33-36,

7. Петров Л.Н., Луганцева Л.Н., Борисов В.А., Зобов Е.В. Влияние пассивирующих ингибиторов на защитные свойства покрытий //Защита металлов.- М.: 1989, № 4.- С.325-327.

8. Луганцева Л.Н. Влияние пассивирующих ингибиторов на защитные свойства покрытий //Интенсификация технологии и совершенствование оборудования перерабатывающих отраслей АПК: Тез. докл. на научно-технической конференции.- Киев, 1989.

9. Луганцева Л.Н. Исследование защитных свойств антикоррозионных покрытий, модифицированных полифосфатами //Научно-технические проблемы развития агропромышленного комплекса: Тез. докл. Юбилейной 50-й научно-практической конференции УИИП им.М.В.Ломоносова - Одесса, 1990.

С. В. 0-6987

Одесский технологический институт пищевой промышленности им. А. В. Ломоносова
БИБЛИОТЕКА