

*«Металлургиядағы  
ғылыми - техникалық прогресс»*

**VIII Халықаралық  
ғылыми - тәжірибелік  
конференциясының**

**ЕҢБЕКТЕРІ**



**ТРУДЫ**

**VIII Международной  
научно - практической конференции**

*«Научно - технический  
прогресс в металлургии»*

**Том I 2015**

|                                    |  |   |     |
|------------------------------------|--|---|-----|
| 29.                                | К.А. НОГАЕВ, Н.В. АХМЕТГАЛИНА, Д.Е. ГУРЬЕВ   | Моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) станины прокатной клетки НШПС-1700 .....  | 183 |
| 30.                                | О.М. ЖАРКЕВИЧ  | Упрочнение рабочих поверхностей гидрооборудования наноструктурными покрытиями .....   | 183 |
| 31.                                | А.Д. ГУТОРКА   | Разработка вяжущих смесей для стабилизации дорожного покрытия. ..   | 183 |
| 32.                                | Т.И. СИВЕРСКАЯ, Е.В. КУНТУШ  | Применение энергосберегающих технологий в конверторном производстве .....   | 183 |
| <b>Секция 2. Металлургия</b> ..... |  |   |     |
| 1.                                 | <sup>1</sup> А.Х. НУРУМГАЛИЕВ, <sup>1</sup> Д. ДАУЛЕТЯРОВ, <sup>2</sup> Е.Н. МАХАМБЕТОВ, <sup>2</sup> А.З. ТАНАТАР | Исследование электрофизических свойств углеродистых восстановителей для выплавки комплексных ферросплавов .....                           | 183 |
| 2.                                 | Е.Н. МАХАМБЕТОВ, А.С. БАЙСАНОВ, Н.И. ОСПАНОВ, М.Ш. ОМАРОВ  | Исследование электрофизических свойств шихтовых материалов для выплавки кальций содержащих сплавов .....                                  | 183 |
| 3.                                 | А.Х. НУРУМГАЛИЕВ, А.З. ИСАГУЛОВ, А.Б. АЛКЕНОВА, Р.К. ЖАСЛАН, А.Л. НЕПОЧАТОВ  | Исследования флотационного процесса переработки медно-молибденовой руды .....   | 183 |
| 4.                                 | Л.И. ТИЩУК, К.Н. СОЛОМОНОВ   | Использование неразрушающего контроля для определения несплошности металлоизделий .....   | 183 |
| 5.                                 | Е.К. МУХАМБЕТГАЛИЕВ, С.О. БАЙСАНОВ, В.Е. РОЩИН, А.С. БАЙСАНОВ  | Опыт получения алюмосиликомарганца из Казахстанского сырья .....  | 183 |
| 6.                                 | Т.Г. ЕГОРОВА, Ю.И. ШИШКИН, А.Н. СМЕТАННИКОВ  | Влияние технологических параметров на удаление серы при переделе фосфористых чугунов .....  | 183 |
| 7.                                 | Г.С. ЗИЯШЕВ, А.Х. НУРУМГАЛИЕВ  | Агломерация доменного шлама с получением железосодержащего продукта .....   | 183 |
| 8.                                 | А.В. ШТЕЛИ, Ю.И. ШИШКИН, Ж.З. АХЫЛБЕКОВ  | Исследование брикетируемых отходов производства АО «АМТ» с целью их дальнейшего использования в качестве флюсообразующих материалов ..... | 183 |
| 9.                                 | О.А. АРТЫКБАЕВ, Р.А. ЛИТВИНОВ  | О применении различных видов топлива в агломерационном процессе .....   | 183 |

|     |   |   |     |
|-----|---|---|-----|
| 10. | И.А. ПИЛЮВ, А.А. АМЕНОВА, У.А. САДУАКАС                               | Оптимизация состава и структуры высокопрочных экономнолегированных силуминов .....  | 186 |
| 11. | И.А. ПИКАЛОВА, А.К. ТОРГОВЕЦ  | Рабочие состояния в системе металл-шлак при внепечной обработке восстановительными порошками .....  | 194 |
| 12. | А.В. ДОЛЯ, Ж.К. АМАНЖОЛОВ   | Перспективы внедрения в промышленность Республики Казахстан новой энергоэффективной технологии при производстве высококачественных заготовок для изготовления металлорежущего инструмента ..... | 200 |
| 13. | Н.Е. ПОПОВА, И.И. КРУПЕНЬКИН, С.Н. ЛЕЖНЕВ                             | Применение в медицине сплавов с памятью формы на основе TiNi ....   | 207 |
| 14. | Д.Р. МИНБАЕВ, К.З. САРЕКЕНОВ  | Автоматизация процессов доменного производства .....  | 210 |
| 15. | А.В. ТАРАНОВ, О.К. МАХАМБЕТОВ, М.К. САДВАКАСОВА, С.П. КАМАРОВА        | Разработка и выбор оптимальной схемы выдачи электрической энергии ТЭЦ .....   | 213 |
| 16. | Н.И. ОСПАНОВ, А.С. БАЙСАНОВ, Е.Н. МАХАМБЕТОВ, А.М. МУСИН, М.Ш. ОМАРОВ | Оценка возможности получения ванадиевой лигатуры с использованием в качестве восстановителя кремнийалюминиевых сплавов .....  | 219 |
| 17. | Н.Ф. ГАВВА, А.И. АЛМАЗОВ  | Современные исследования в области коррозии и защиты металлов ..  | 224 |
| 18. | В.В. БАСОВ, О.Н. КРИВЦОВА, С.А. СУЕСИНОВ                              | Моделирование процесса деформирования цилиндрической заготовки с осевым дефектом в скрещивающихся бойках с зазором ...  | 229 |
| 19. | И.А. ТАЛМАЗАН, А.О. ТОЛКУШКИН, Р. КЕРИМОВ                             | Моделирование процесса осадки цилиндрических заготовок в бойках с плавающими элементами .....   | 232 |
| 20. | О.П. КРИВЦОВА, Ж.А. ЖУНУСОВ   | Выбор эффективного способа поверхностного обработки для упрочнения роликов рольганга .....  | 236 |
| 21. | А.К. ТОРГОВЕЦ, Т.Б. ТОЙМАНКУЛОВ, И.А. ПИКАЛОВА, Ю.С. ЮСУПОВА          | Математическое описание диаграммы фазового состава системы Fe-Mn-B .....  | 241 |
| 22. | А.К. ТОРГОВЕЦ, И.А. ПИКАЛОВА, О.А. ОВЕРИНА                            | К вопросу моделирования в процессах непрерывного литья .....  | 244 |
| 23. | А.А. МУХТАР, А.Х. НУРУМГАЛИЕВ, А.Д. МОМЫНБЕКОВ, В.В. КОРОВУШКИН       | Исследование процесса обжигмагнитного обогащения бурожелезняковой руды месторождения Кокбулак .....   | 250 |

## Современные исследования в области коррозии и защиты металлов

Н.Ф. Гавва, А.И. Алмазов

(Карагандинский государственный индустриальный университет)

Проблема защиты металлов от коррозии возникла почти в самом начале их использования. Защитить металлы от атмосферного воздействия люди пытались с помощью жира, масел, а позднее и покрытием другими металлами и прежде всего легкоплавким оловом (лужением). Задачей химиков было и остается выяснение сущности явлений коррозии, разработка мер, препятствующих или замедляющих ее протекание. Коррозия металлов осуществляется в соответствии с законами природы и потому ее нельзя полностью устранить, а можно лишь замедлить. В настоящее время создано большое число нержавеющих сталей путем присадок к железу никеля, хрома, кобальта и др. Такие стали, действительно, не покрываются ржавчиной, но их поверхностная коррозия хотя и с малой скоростью, но имеет место. Установлено правило (правило Таммана), согласно которому резкое повышение устойчивости к коррозии железа наблюдается при введении легирующей добавки в количестве  $1/8$  атомной доли, т.е. один атом легирующей добавки приходится на восемь атомов железа. Считается, что при таком соотношении атомов происходит их упорядоченное расположение в кристаллической решетке твердого раствора, что и затрудняет коррозию.

Одним из наиболее распространенных способов защиты металлов от коррозии является нанесение на их поверхность защитных пленок: лака, краски, эмали, других металлов. Лаки и краски обладают низкой газо- и паропроницаемостью, водоотталкивающими свойствами и поэтому препятствуют доступу к поверхности металла воды, кислорода и содержащихся в атмосфере агрессивных компонентов. Покрытие поверхности металла лакокрасочным слоем не исключает коррозию, а служит для нее лишь преградой, а значит, лишь тормозит коррозию. Компания «НПО КоррЗащита» является производителем промышленных антикоррозионных и огнезащитных лакокрасочных материалов под торговой маркой "Унипол"<sup>®</sup>. Как известно, одной из важнейших проблем антикоррозионной защиты является зависимость проведения окрасочных работ от погодных условий. Материалы "Унипол"<sup>®</sup> - это уникальная научная разработка коллектива «НПО КоррЗащита», которая позволяет расширить сезон окрасочных работ за счет возможности нанесения при отрицательных температурах до минус 25°C и относительной влажности до 100%. Ежегодно материалы «УНИПОЛ» применяются для антикоррозионной защиты металлических конструкций объектов на территории Сибири, Дальнего Востока, Европейского Севера России. Нанесение материалов «УНИПОЛ» при отрицательных температурах подтверждено заключением аккредитованной лаборатории и опытом многих подрядных организаций.

При разработке проектов антикоррозионной защиты и огнезащиты объектов эмали и краски "Унипол"<sup>®</sup> применяют ведущие проектные институты: ОАО «Гипрогазоочистка», ОАО «ВНИПИнефть», ООО «ПермНИПИнефть», ОАО «Гипровостокнефть», ОАО «НИПИгазпереработка», ОАО «ВНИПИгаздобыча», ООО «НПП «Энергоперспектива» и др. Эмали "Унипол"<sup>®</sup> применяются для защиты зданий, мостов, судов, резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов, магистральных трубопроводов и объектов инфраструктуры. Для снижения смачиваемости водой лакокрасочные покрытия иногда, в свою очередь, защищают восковыми составами или кремнийорганическими соединениями.

Создана краска по ржавчине «Фанкор», которую можно применять для защиты поверхностей как из черного металла, так и бетона, кирпича, шифера, дерева. Она может наноситься на прочный слой ржавчины без ее удаления. При повреждении покрытия ржавчина образуется только на незащищенной краской поверхности, не распространяясь под пленку. Обладает очень высокой влагостойкостью. Одной из наиболее серьезных проблем, с которыми сталкиваются потребители при нанесении лакокрасочных покрытий, является оставшаяся в порах металла влага от остатков старой краски. При применении традиционных лакокрасочных покрытий образующаяся сверху пленка консервирует и удерживает эту влагу. Проблему успешно решают однокомпонентные полиуретаны, в частности, грунтовка «Уретан-Антикор». В отличие от традиционных лакокрасочных покрытий полиуретаны твердеют за счет реакции с атмосферной влагой. В результате формируется монолитная интегральная пленка, прочно связанная с поверхностью и проникающая в поры металла. Благодаря этому в порах металла не возникает внутреннего напряжения, вследствие чего во время очередных замерзаний покрытие не набухает. Лаки и краски наиболее эффективны для защиты от атмосферной коррозии. Для защиты подземных сооружений и конструкций практичнее оказалось применять толстослойные покрытия из каменноугольной смолы (битума).

В некоторых случаях пигменты красок выполняют также роль ингибиторов коррозии. К числу таких пигментов относятся хроматы стронция, свинца и цинка. Часто под лакокрасочный слой наносят слой грунтовки. Пигменты, входящие в ее состав, также должны обладать ингибиторными свойствами. Проходя через слой грунтовки, вода растворяет некоторое количество пигмента и становится менее коррозионноактивной. Вместо грунтовки иногда проводят фосфатирование поверхности металла. Для этого на чистую поверхность кистью или напылителем наносят растворы ортофосфатов железа (III), марганца (II) или цинка (II), содержащих и саму ортофосфорную кислоту (препарат «мажеф»). Для этой цели применяют 3%-ный раствор смеси кислых солей  $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  и  $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  с добавками  $\text{KNO}_3$  или  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  в качестве ускорителей. В заводских условиях фосфатирование ведут при 97...99<sup>0</sup>С в течение 30...90 мин. В образование фосфатного покрытия вносят вклад металл, растворяющийся в фосфатирующей смеси, и оставшиеся на его поверхности оксиды. По

внешнему виду мажеф – это мелкокристаллический порошок белого цвета с соотношением между марганцем и железом от 10:1 до 15:1. Он состоит из 46...52%  $P_2O_5$ ; не менее 14% Mn; 0,3...3,0% Fe. В производственных условиях используют также электрохимический способ – обработку изделий переменным током в растворе фосфата цинка при плотностях тока 4 А/дм<sup>2</sup> и напряжении 20 В и при температуре 60...70<sup>0</sup>С. Фосфатные покрытия представляют собой сетку плотносцепленных с поверхностью фосфатов металлов. Сами по себе фосфатные покрытия не обеспечивают надежной коррозионной защиты. Преимущественно их используют как основу под окраску, обеспечивающую хорошее сцепление краски с металлом. Кроме того, фосфатный слой уменьшает коррозионные разрушения при образовании царапин или других дефектов.

Для защиты металлов от коррозии используют стекловидные и фарфоровые эмали – силикатные покрытия, коэффициент теплового расширения которых должен быть близок к таковому для покрываемых металлов. Эмалирование осуществляют нанесением на поверхность изделий водной суспензии или сухим напудриванием. Эмалевые покрытия в основном наносят на сталь, а также на чугун, медь, латунь и алюминий. Эмали обладают высокими защитными свойствами, которые обусловлены их непроницаемостью для воды и воздуха (газов) даже при длительном контакте. Их важным качеством является высокая стойкость при повышенных температурах. Для цветных металлов применяется эмаль Нержамет-люкс – это антикоррозионная эмаль с превосходными характеристиками по атмосферостойкости. Предназначается для окрашивания как чистых, так и ржавых или частично прокорродировавших металлических поверхностей. Имеет отличные характеристики по морозостойкости, устойчивость к истиранию и ударным воздействиям. Продукт совмещает в себе свойства преобразователя ржавчины, антикоррозионного грунта и декоративной эмали, что позволяет значительно упростить процесс окрашивания. Может наноситься прямо на ржавчину, чрезвычайно быстро высыхает на воздухе. К основным недостаткам эмалевых покрытий относят чувствительность к механическим и термическим ударам.

Для защиты чугунных и стальных водяных труб от коррозии используют цементные покрытия. Поскольку коэффициенты теплового расширения портландцемента и стали близки, а стоимость цемента невысокая, то он довольно широко применяется для этих целей. Недостаток портландцементных покрытий тот же, что и эмалевых, – высокая чувствительность к механическим ударам.

Широко распространенным способом защиты металлов от коррозии является покрытие их слоем других металлов. Покрывающие металлы сами корродируют с малой скоростью, так как покрываются плотной оксидной пленкой. Покрывающий слой наносят различными методами: кратковременным погружением в ванну с расплавленным металлом (горячее покрытие), электроосаждением из водных растворов электролитов

(гальваническое покрытие), напылением (металлизация), обработкой порошками при повышенной температуре в специальном барабане (диффузионное покрытие), с помощью газофазной реакции.

В производстве широко используют химическое нанесение металлических покрытий на изделия. Процесс химического металлизирования является каталитическим или автокаталитическим, а катализатором является поверхность изделия. Раствор, используемый для металлизации, содержит соединение наносимого металла и восстановитель. В настоящее время разработаны методы химического покрытия металлических изделий никелем, кобальтом, железом, палладием, платиной, медью, золотом, серебром, родием, рутением и некоторыми сплавами на основе этих металлов. В качестве восстановителей используют гипофосфит и боргидрид натрия, формальдегид, гидразин. Естественно, что химическим никелированием можно наносить защитное покрытие не на любой металл. Чаще всего ему подвергают изделия из меди. Листовое железо, покрытое цинком, называют оцинкованным железом, а покрытое оловом – белой жстью. Первое в больших количествах идет на кровли домов, а из второго изготавливают консервные банки. И то и другое получают главным образом протягиванием листа железа через расплав соответствующего металла. Для большей стойкости водопроводные трубы и арматуру из стали и серого чугуна часто подвергают оцинковыванию также окунанием в расплав данного металла. Это резко повышает срок их службы в холодной воде. Интересно, что в теплой и горячей воде срок службы оцинкованных труб может быть даже меньше, чем не оцинкованных. Испытания показали, что оцинкованная жсть при толщине покрытия в 0,03 мм, что соответствует 0,036 г/см<sup>2</sup> при покрытии с двух сторон, на крышах домов служит примерно 8 лет. В промышленной атмосфере (в атмосфере больших городов) она же служит всего лишь четыре года. Такое уменьшение срока службы связано с воздействием серной кислоты, содержащейся в воздухе городов.

Применение ингибиторов – один из эффективных способов борьбы с коррозией металлов в различных агрессивных средах ( в атмосферных, в морской воде, в охлаждающих жидкостях и солевых растворах, в окислительных условиях и т.д.). Название ингибитор происходит от лат. *Inhibere*, что означает сдерживать, останавливать. По современным представлениям защитное действие ингибиторов связано с их адсорбцией на поверхности металлов и торможением анодных и катодных процессов. Одним из наиболее простых ингибиторов атмосферной коррозии металлов является нитрит натрия  $\text{NaNO}_2$ . Его используют в виде концентрированных водных растворов, а также растворов, загущенных глицерином, оксиэтилцеллюлозой или карбоксиметилцеллюлозой.

Эмаль «Марион» на основе хлорсульфированного полиэтилена можно наносить на конструкции, имеющие и металлические, и бетонные поверхности.

Есть средство, которое позволяет разъединить приржавевшие детали: гайки, сгоны, муфты труб. Авторы дали очень выразительное название – «Автофомка». С помощью технологического набора «Автофомка» состоящего из эмульсионного раствора и дозатора, легко разъединить не только приржавевшие резьбовые соединения труб и сгонов, но и прикипевшие (и пригоревшие) металлические части самых различных двигателей, электромоторов, насосов.

Удаление воды с механических поверхностей узлов, деталей или агрегатов и защита их от ржавчины и коррозии чрезвычайно эффективно решается с помощью аэрозоля «WD-40»: он проникает в те части металлических конструкций, которые покрыты ржавчиной, смазывает их и устраняет образовавшиеся заторы в заржавевших или промерзших механизмах. «WD-40»- идеальный попутчик для водителей, обработанные им шарниры дверей перестают скрипеть. Препарат легко справляется с ржавчиной, образовавшейся и внутри дверного замка калитки, гаража, в «суставах» газонокосилок, насосов. Электрические контакты будут надолго защищены от образования на них ржавчины, если покрыть их тонким слоем «WD-40», который сам, кстати, не является проводником электричества. Если в двигатель электрогенератора попала вода, произошло короткое замыкание или потеря электропроводности из-за влаги, направьте струю «WD-40» на распределитель, штепсельные разъемы, контакты, и двигатель заведется через несколько минут.

Тонкопленочное цинк-силикатное покрытие Черал-01 на водной основе обеспечивает одновременно и активную (катодную), аналогичную горячей оцинковке и пассивную (барьерную), как у красок, защиту черных металлов от коррозии. Им можно защищать от коррозии поверхности стальных конструкций при их контакте с атмосферой или водой (емкости питьевой или пресной воды, мачты линий электропередач, теплообменники, дымогарные трубы, системы горячего и питьевого водоснабжения и т.п.). Черал-01 восстанавливает поврежденные участки ранее оцинкованных поверхностей. Быстрое высыхание нанесенного слоя и отсутствие вредных испарений минимизирует требования санитарно-эпидемиологических служб к организации технологического процесса, особенно, при проведении работ в закрытых помещениях

#### Литература

1. Улиг Г.Г., Ревя Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику /Под ред. А.М.Сухотина –Л.;Химия, 1989. -456 с.
2. Баранов А.Н. Защита металла от коррозии: учебное пособие по дисциплине «Коррозия и защита металлов» / А.Н.Баранов, Б.Н. Михайлов, -3е изд. –Иркутск: ИрГТУ, 2012. -151 с.