

**TECHNOLOGIES OF PROVIDING OF LOGISTIC PROCESS
ARE IN TRANSPORT SYSTEMS OF ENTERPRISES**

The terms of macroeconomic dynamics, determining conformities to the law, on which technologies of providing of logistic processes will be realized in transport systems of, industrial enterprises, are considered in the article.

Keywords: *logistic approach, transport systems of enterprises, phase of economic cycle, material streams, operating readiness of rolling stock, coefficient of readiness of park of carriages.*

Рецензент: д.т.н., проф. Парунакян В.Э.
Статья поступила 30.09.2015.

УДК 621.74.06:621.78.019.84

Ищенко А.А., Какарека Д.Л.

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ОТ
КОРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕТАЛОКОНСТРУКЦИЙ
МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК**

Одной из проблем машины непрерывного литья заготовок является коррозионное повреждение металлоконструкции. В связи с этим металлоконструкция МНЛЗ нуждаются в нанесении различных защитных покрытий. В тоже время способы защиты и восстановления деталей металлургического оборудования и несущих металлоконструкции бункера, брони МНЛЗ и арматуры от комплексного воздействия коррозионного износа рассмотрены недостаточно.

Ключевые слова: *оборудование, износ, способы восстановления.*

Постановка проблемы.

Несущие элементы металлургического оборудования работают в экстремальных условиях эксплуатации в ходе технологических процессов, и поэтому к ним предъявляют самые жесткие требования по состоянию металлоконструкций. В связи с этим, несущие элементы оборудования нуждаются в нанесении различных защитных или восстанавливающих покрытий, когда возможен выход из строя несущих элементов оборудования по причине их износа, что не позволяет дальнейшую их эксплуатацию. Поэтому необходимо проведение своевременных мероприятий по защите этих конструкций от коррозионного износа, что является одной из проблем, имеющих большое значение для металлургического производства. Поэтому существует необходимость в анализе существующих способов защиты металлоконструкций, в частности, машин непрерывного литья заготовок.

Анализ последних исследований и публикаций.

Одной из проблем эксплуатации металлоконструкций металлургического оборудования является подверженность их коррозионному износу. Это обусловлено их работой в агрессивных условиях, таких как повышенная влажность, повышенные и пониженные температуры, повышенное содержание кислот и солей в среде и др. В литературе [1-8] описано множество способов оценки степени коррозионного износа и наиболее эффективным и производительным из них является ультразвуковой эхо - метод.

Машинобудування і зварювальне виробництво

Режим доступу: <http://eir.pstu.edu/handle/123456789/2>

Использование механических толщиномеров можно рекомендовать только в случае отсутствия или невозможности применения ультразвуковых толщиномеров (например, при низких температурах воздуха).

В то же время, способы защиты и восстановления деталей металлургического оборудования, несущих металлоконструкций, металлоконструкций бункера, брони МНЛЗ и арматуры от комплексного воздействия коррозионного износа рассмотрены недостаточно. Также в литературе отсутствуют сведения о существующих способах защиты и восстановления деталей металлургического оборудования от воздействия коррозионного износа.

Цель (задачи) исследования.

Целью настоящей работы являются анализ и систематизация процесса коррозионного износа несущих элементов и защиты их от вредных факторов.

Основной материал исследования.

Коррозионный износ - это износ, который возникает в результате химической или электрохимической реакции материала с окружающей средой. Износ характеризуется величиной потери сечения или несущей способности в результате коррозии металлоконструкций. Детали и элементы металлоконструкций или оборудования, подвергающиеся коррозионному износу, работают в агрессивной среде или вблизи ее. На рисунках 1, 2, 3 приведены различные части металлоконструкций МНЛЗ, подверженные износу.



Рис. 1 – Результат коррозионного износа опоры поворотного стенда МНЛЗ



Рис. 2 – Результат коррозионного износа брони ручьев МНЛЗ

Машинобудування і зварювальне виробництво

Режим доступу: <http://eir.pstu.edu/handle/123456789/2>



Рис. 3 – Результат корозійного износа металоконструкції МНЛЗ (перекрыття)

К основным методам антикоррозионной защиты относятся: легирование металлов, термообработка, ингибирование окружающей металл среды, деаэрация среды, водоподготовка, защитные покрытия, создание микроклимата и защитной атмосферы. Для разработки программы наиболее эффективной защиты металлоконструкций необходимо руководствоваться несколькими факторами.

Первый фактор - выбор материала конструкции. Стойкость против коррозии разных по химическому составу строительных сталей различна. Это различие доходит до двух раз. Наименее стойки кипящие стали. Несколько более стойки (до 10-12%) спокойные и термообработанные стали. При одинаковых сопоставимых характеристиках среды, наибольшей стойкостью против атмосферной коррозии обладают многокомпонентные легированные стали 15ХСНД, 10ХСНД, 10Г2С1Д, содержащие добавки хрома, никеля и меди, а так же кремнисто-марганцовистые стали 15ГС,14Г2 и 10 Г2С. Стойкость стали в морских районах существенно повышает фосфор в сочетании с медью. В последние время широкое использование получили модификации стали 15ХСНД, так как они обладают хорошей сопротивляемостью образованию и развитию трещин, высокой стойкостью против усталостных разрушений. При этом критическая температура перехода стали в хрупкое состояние ниже -65°C . Сталь 10ХСНД по механическим показателям близка к стали 15ХСНД, но по коррозионной стойкости выше. Применение атмосферно-стойких сталей 10ХСНД, 15ХСНД связано с повышенной пластичностью их при низких температурах. Их использование рационально, несмотря на повышенную стоимость, с учетом повышенной коррозионной стойкости.

Второй фактор - эксплуатационная среда. Одна и та же сталь корродирует различно в зависимости от характера воздушной среды, степени её загрязненности газами, запылённости и влажности воздуха. Влажностный режим определяется как технологическими особенностями производства (паровоздушная среда предприятия, объектов химических производств и др.), так и географическим положением района.

Третий фактор - напряжения (деформации). Если в области упругой работы стали заметного влияния напряжений на коррозию не отмечается, то в области пластических деформаций сталь корродирует более интенсивно (различие до 20%). Поэтому участки стали на сгибах (гнутые профили) и зоны пластического деформирования должны подвергаться дополнительной защите.

Четвертый фактор - температура эксплуатации. Температура эксплуатации среды может заметно сказываться на интенсивности коррозионного износа. Нагрев конструкции до 200-300°C практически разрушает защитные покрытия, поэтому требуются специальные меры защиты: экранирование, применение футеровок, бетонирование. В интервале температур от 0 до +40°C, скорость коррозии практически постоянна, а при температуре - 20°C и ниже отмечается заметное замедление коррозионного процесса.

Пятый фактор зависит от кинетики коррозионного процесса. Наибольшая интенсивность коррозии проявляется первые 6-9 месяцев, затем наступает стабилизация процесса, что можно объяснить проявлением, в определенной степени, защитной функции оксидной плёнки, образующейся на поверхности. При этом скорости коррозии могут отличаться до 10 раз. Практический вывод: недопустим длительный перерыв в выполнении работ по грунтовке, консервации конструкций после их изготовления. Общее правило: принятие слитных сечений, без щелей, зазоров и участков, где могли бы задерживаться влага и пыль.

Для защиты оборудования от коррозионного износа в отечественной и зарубежной противоизносной технике применяется большой ассортимент различных износостойких материалов, в том числе и полимерных [9].

Протекторный и катодный метод защиты практически применимы лишь для емкостей, резервуаров для воды. Протекторная защита связана с применением цинка (или его сплавов) с периодической сменой протекторных пластин (являющихся анодом), которые крепятся к корпусу резервуара. Принцип защиты основан на образовании гальванических пар, где сталь является катодом. Разность потенциалов катода и анода 0,4-0,6 В. Для повышения электропроводности воды и увеличения радиуса действия протектора в воду добавляется поваренная соль до получения раствора в 0,03 %. Один из методов гальванизации положен в основу защиты трубчатых опор морских эстакад и глубоководных оснований. Образование защитной плёнки на поверхности, постоянно смачиваемой морской водой - электролитом, происходит при приложении электрического тока к защищаемым конструкциям с помощью передвижного генератора. Недостатком данного метода является невозможность использования его в газоопасных местах, поскольку в данном методе на металлоконструкцию подается электрический ток.

Защитные покрытия с ингибирующими добавками в отдельных случаях могут дать значительный эффект по сроку сохранения защитных свойств лакокрасочного покрытия. В грунт ХС-068 вводятся органические ингибиторы - хинолин, ацетофенон, придин в количестве 3-9% (от массы сухого остатка). Добавки ингибиторов позволяют уменьшить количество покрывных слоев. Недостатком данного метода являются повышенные требования, предъявляемые к ингибиторам; должно быть их соответствие санитарно-гигиеническим нормам, а также пожаро- и взрывобезопасность, что в местах повышенных температур значительно затруднено.

Водно-дисперсные полимер-фосфатные покрытия «Фанкор-1», «Фанкор-4С» применяются в слабоагрессивных средах взамен перхлорвиниловых и глифталевых покрытий. Их можно использовать как для окончательного окрашивания стальных и алюминиевых конструкций, так и в качестве грунтовки под различные лакокрасочные материалы. Краску можно наносить пневматическим и безвоздушным распылением, окунанием, струйным обливом и валиком, что позволяет использовать ее также при реконструкции и усилении металлических конструкций. Покрытия «Фанкор» имеют высокую скорость и небольшую температуру отверждения, что сокращает технологический цикл окрашивания и обеспечивает существенную экономию электроэнергии (при комнатной температуре сушка происходит в течение 0,5-1,5 часа, камерная сушка при температуре 60-

Машинобудування і зварювальне виробництво

Режим доступу: <http://eir.pstu.edu/handle/123456789/2>

80°C - за 5-15 минут). Краска «Фанкор» полностью лишена токсичных, пожароопасных органических растворителей с резкими раздражающими запахами, что присуще цинко-фосфатным покрытиям. Краска сохраняет свои характеристики при эксплуатации в различных климатических зонах с температурой от -60 до +80°C без ограничения влажности. Недостатком данного метода защиты является невозможность использования в условиях повышенных температур, которые образуются в процессе работы линии МНЛЗ.

Полимерные материалы и композиции, такие как Флекскоат компании Diamant – эластичный двухкомпонентный покрывающий материал, предназначены для защиты от коррозии цистерн, резервуаров, трубопроводов, задвижек и т.п. Полиуретановые композиции нового поколения «Протект», «Праймер», «Экобит», «Суперфлекс» могут использоваться на предприятиях машиностроения и энергетической промышленности, в строительстве (многоэтажных парковках, гаражах, автомастерских, самолетных ангарах, торговых и складских помещениях). Долговечность покрытия 10-15 лет. Недостатком данного метода является невозможность использования его при температурах выше +200°C, а также отсутствие возможности контролировать образование трещин и деформации на металлоконструкциях.

Алгоритм оценки степени коррозионного износа оборудования и металлоконструкций приведен на рис. 4, где видно, какими способами необходимо пользоваться при определении коррозионного износа.

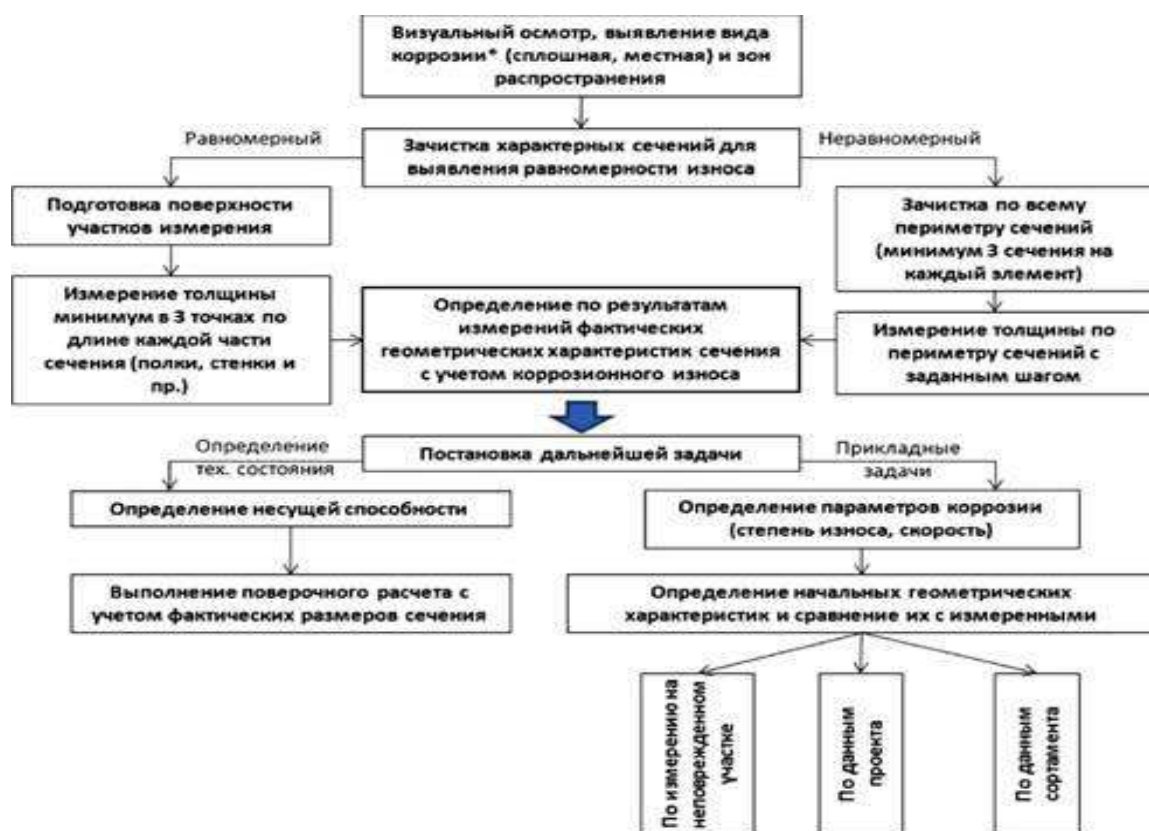


Рис. 4 – Алгоритм оценки коррозионного износа

Проведённый анализ позволяет констатировать, что защиту металлоконструкций МНЛЗ целесообразно и экономически оправданно выполнять полимерными защитными

покрытиями, которые не требуют для своего использования специального оборудования и могут быть применены для покрытия больших площадей металлоконструкций.

При этом алгоритм их применения выглядит следующим образом:

- зачистка поверхностей от краски или коррозионных наростов;
- обезжиривание поверхности;
- просушка поверхности;
- нанесение полимерно-защитного покрытия при помощи кисти или шпателя.

Как видно из этого перечня, работы по защите не будут занимать много времени, и могут быть выполнены в период плановой остановки оборудования на текущий ремонт.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного анализа систематизированы основные существующие методы исследований коррозионного износа. Установлено, что существующие материалы для защитных покрытий не позволяют комплексно решить проблему защиты от коррозионного износа, и при этом имеют достаточно высокую стоимость, что не позволяет применять их для покрытий значительной площади металлоконструкций МНЛЗ и другого оборудования. Поэтому разработка с помощью полимерных материалов способа защиты и уменьшения воздействия агрессивной среды на металлоконструкцию МНЛЗ является актуальной задачей.

Список использованных источников

1. *Кормильцин Г.С.* Основы диагностики и ремонта химического оборудования / *Г.С. Кормильцин.* – Тамбов.: Издательство ТГТУ, 2008.- 120с.
2. *Ермаков В.И.* Ремонт и монтаж химического оборудования / *В.И. Ермаков, В.С. Шейн.* – Л.: Химия, 1981.- 367с.
3. *Кормильцин Г.С.* Основы монтажа и ремонта технологического оборудования / *Г.С. Кормильцин, О.О. Иванов.* – Тамбов. Издательство ТГТУ, 2001.- 87с.
4. *Кормильцин Г.С.* Диагностика и ремонт технологического оборудования / *Г.С. Кормильцин, Р.А. Шубин, А.М. Воробьев.* – Тамбов.: Издательство ТГТУ, 2009.- 30с.
5. *Ермолов И.Н.* Методы и средства неразрушающего контроля качества / *И.Н. Ермолов, Ю.Я. Останин.* – М.: Высшая школа, 1988.- 368с.
6. Неразрушающий контроль и диагностика / под ред. *В.В. Клюева.* – М.: Машиностроение, 2005.- 656с.
7. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: справочник. В 2 кн. / под ред. *Клюева В.В.* – М.: Машиностроение, 1986.
8. *Ищенко А.А.* Технологические основы восстановления промышленного оборудования современными полимерными материалами. – Мариуполь: ПГТУ, 2007. – 250с.
9. *Артюх В.Г.* Основы защиты металлургических машин от поломок: монография / *В.Г. Артюх.* – Мариуполь, Изд. группа «Университет», 2015.- 288с.

Ищенко А.О., Какарека Д.Л.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ ЗАХИСТУ ВІД КОРОЗІЙНИХ ПОШКОДЖЕНЬ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ МАШИНИ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ ЗАГОТОВОК

Однією з проблем машини безперервного лиття заготовок є корозійне пошкодження металоконструкцій. У зв'язку з цим металоконструкція МБЛЗ потребують нанесенні різних

Машинобудування і зварювальне виробництво

Режим доступу: <http://eir.pstu.edu/handle/123456789/2>

захисних покриттів. У той же час способи захисту і відновлення деталей металургійного устаткування і несучих металлоконструкції бункера, броні МНЛЗ і арматури від комплексного впливу корозійного зносу розглянуті недостатньо.

Ключові слова: обладнання, знос, способи відновлення.

Ishenko A.A. , Kakareka D.L.

ANALYSIS OF EXISTING WAY TO PROTECT AGAINST CORROSION DAMAGE STEEL CONTINUOUS CASTING MACHINE

One of the problems of continuous casting machine is corrosive damage of metal framework. Due to this one metal framework of continuous casting machine is needed to apply various protective coatings. Meanwhile ways of protecting and restoring the details of metallurgical equipment and bearing metal framework of the hopper, continuous casting machine armor and armature against complex impact of corrosive wear are considered insufficient. Comparative analysis of the characteristics of the materials and methods of protecting metal frameworks of metallurgical equipment. Determination of methods of corrosion wear and their classification, as well as existing methods of protecting metal frameworks .

Keywords: equipment, wear, methods of recovery.

Рецензент: д.т.н., проф. Суглобов В.В.

Статья поступила 1.09.2016 р.

УДК 621.791.927.55

Самотугин С.С., Гагарин В.А., Мазур В.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ УПРОЧНЕННЫХ СЛОЕВ ГРАДИЕНТНОГО СТРОЕНИЯ НА СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Исследовалось влияние геометрии упрочненных плазменным источником нагрева зон на износостойкость стальных изделий. Установлены оптимальные параметры угла наклона и шага упрочненных зон.

Ключевые слова: плазменная закалка, износостойкость, абразивный износ, градиентные покрытия.

Одной из наиболее актуальных задач современного производства является повышение срока службы деталей. Основной причиной их выхода из строя является преждевременный износ контактирующих поверхностей. Известно, что на работоспособность контактирующих поверхностей влияют такие свойства как твердость, шероховатость, способность металла сохранять геометрические размеры в пределах допуска, т.е. износостойкость. Особенно важно решение этой проблемы для тяжелонагруженных деталей металлургии и машиностроения.

Одним из наиболее перспективных методов повышения износостойкости деталей машин является поверхностное упрочнение с использованием высококонцентрированных