

**Здор В.В.,**  
**Студент магистратуры, 2 курс**  
**Факультет «Энергомашиностроение»**  
**Кафедра «Экология и промышленная безопасность»**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования «Московский государственный**  
**технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный**  
**исследовательский университет)»**  
**Научный руководитель: Девисилов В.А.,**  
**Россия, г. Москва**

## **СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ АЭРОЗОЛИ ПРИ ЦИНКОВАНИИ ПОВЕРХНОСТИ КОРАБЛЕЙ**

**Аннотация:** данная статья посвящена проблеме коррозии в судостроении и методам борьбы с ней. Описан агрегат для нанесения антикоррозионного цинкового покрытия. Рассмотрены экологические проблемы, возникающие при нанесении цинка и предложено решение.

**Ключевые слова:** цинк, коррозия, судостроение, аспирация, очистка воздуха, фильтрация аэрозоли.

**Annotation:** this article is dedicated to the corrosion issue in shipbuilding industry, and to this issue solution methods. Anticorrosion zinc-plating unit is described. Ecological problems, appeared during this unit exploitation, are considered.

**Key words:** zinc, corrosion, shipbuilding, aspiration, air purification, aerosol filtration.

В настоящее время, Президентом и Правительством России поставлена задача интенсивного развития судостроительной промышленности. Одним из

весомых вкладов в решение поставленной задачи может стать внедрение технологии нанесения защитных антикоррозионных покрытий на корпуса судов и любой морской техники, а также на платформы нефтегазодобычи и на металлоконструкции портовых сооружений. Это позволит намного увеличить сроки службы кораблей как гражданских, так и военных, морской техники, а также сэкономить средства на плановые ремонтные работы. При развитии судостроительной промышленности станет возможно освоение Северного морского пути – кратчайшего водного пути между Европейской частью России и Дальним Востоком – с помощью танкеров, исследовательских кораблей и других крупногабаритных судов. Как следствие, станет возможно освоение Арктики. На сегодняшний день этот вопрос является важным и актуальным направлением деятельности в нашей стране, так как России принадлежит значительная часть Арктического бассейна. Уже сейчас там обнаружены огромные запасы полезных ископаемых, которые в данный момент осваиваются, а в перспективе будут осваиваться ещё более быстрыми темпами и в больших объёмах.

Как было отмечено ранее, одной из проблем, с которой сталкиваются исследователи Арктики – это коррозия. Эта проблема особо актуальна для данной местности, ведь климатические условия, в которых приходится работать исследователям, очень агрессивны с точки зрения коррозионного разрушения металлических изделий. Поэтому, необходимо предусмотреть меры для снижения коррозионного воздействия.

Существуют различные методы защиты от коррозии, которые зависят от особенностей материала, который необходимо защищать и особенностей его эксплуатации, а также и от агрессивности окружающей среды. Наиболее часто антикоррозионная защита заключается в нанесении на поверхность защищаемых конструкций слоев защитных покрытий на основе органических и неорганических материалов (барьерный метод защиты), в частности, лакокрасочных материалов (ЛКМ) или металлов.

Одним из наиболее комплексных, надежных и дешевых методов защиты от коррозии для данной задачи является нанесение цинкового покрытия. Существует несколько способов нанесения цинка на поверхности. При использовании метода горячего цинкования, изделие погружают непосредственно в ванну с расплавленным цинком. Суть метода термодиффузионного цинкования (ТДЦ) состоит в помещении изделия в печь с барабаном, в которой распыляется горячий цинк. Метод гальванического цинкования подразумевает нанесения покрытия (цинка) при электрохимическом воздействии. Он подходит как для электропроводящих материалов, так и для неэлектропроводящих материалов. В последнее время широкое распространение получил метод так называемого «холодного» цинкования, заключающийся в окраске металлоизделий грунтами с высоким содержанием высокодисперсного цинкового порошка (содержание цинка в готовом покрытии 89-93%). Распыленный цинк наносят на поверхность как обычную краску при помощи кисточки или валика. Одним из наиболее эффективных методов поверхностной обработки металлов является метод газотермического напыления и заключается в распылении реактивной струёй воздуха или горячего газа расплавленного или нагретого до температуры, близкой к температуре плавления, материала.

Дмитровским филиалом МГТУ им. Н.Э. Баумана разработана горелка для нанесения цинка на поверхности методом газотермического напыления. Компонентами топлива для установки являются керосин и воздух, при этом в струю продуктов сгорания топлива подается при очистке поверхностей абразивный материал разного фракционного состава по размеру частиц абразива (от 0,2 до 1,5 мм) или порошка цинка, алюминия или смеси порошков алюминия с цинком фракционного состава 20-40 мкм при нанесении покрытий на очищенную поверхность. Подача воздуха в горелку осуществляется от компрессора. Установка состоит из непосредственно горелки, оснащенной магистралями подвода компонентов топлива, эжектором и ускорителем частиц абразива, а также систем подачи компонентов топлива в горелку с элементами

запорной арматуры. Применение такой установки в ручном режиме на небольшом судне продемонстрировано на рисунке 1.

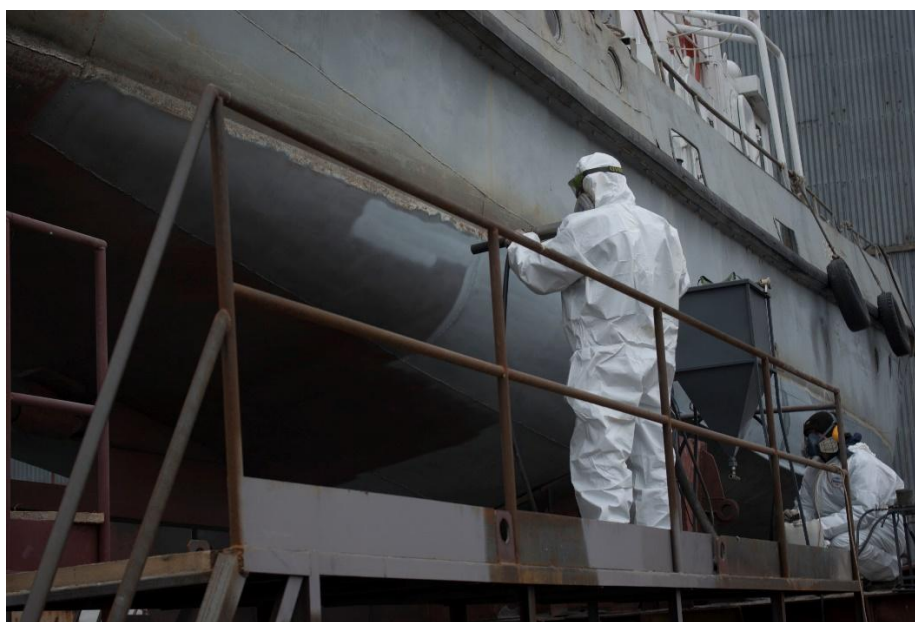


Рисунок 1. Цинкование поверхности корабля с помощью горелки

С точки зрения экологии и охраны труда, существуют две основные проблемы, возникающие при использовании напылителя цинка: шумовое воздействие и загрязнение воздуха мелкими фракциями. При нанесении цинка на поверхность металла, наибольшую опасность представляет образующаяся аэрозоль оксида цинка. Оксид цинка  $ZnO$  появляется при сжигании или окислении цинка в воздухе. Цинк и его соединения относятся к группе высокотоксичных металлов, способных вызывать в реальных условиях острые и хронические отравления и обладающих широким спектром токсического действия с многообразными клиническими проявлениями. Согласно ГН 2.2.5.1313-03, это вещество относится к III классу опасности [3]. Максимальная разовая ПДК для оксида цинка в воздухе рабочей зоны составляет  $1,5 \text{ мг/м}^3$ , а среднесменная ПДК:  $0,5 \text{ мг/м}^3$ . Нормативом ГН 2.1.6.1338-03 установлена [1] среднесуточная ПДК оксида цинка для атмосферного воздуха:  $0,05 \text{ мг/м}^3$ . Максимальная разовая ПДК нормативом не установлена.

Решением этих проблем может стать создание автоматизированной передвижной системы распыления с последующим улавливанием и очисткой

отходящих газов от аэрозолей оксида цинка. Автоматизация позволит исключить человеческое присутствие, тем самым решив проблемы с шумом. Система улавливания и очистки аэрозолей решит проблему с распространением мелких фракций в воздухе. Предлагается система, состоящая из улавливающего зонта, группового циклона с обратным конусом, рукавного фильтра и вентиляторов, создающих необходимое разрежение для улавливания. Это решение представлено на рисунке 2.

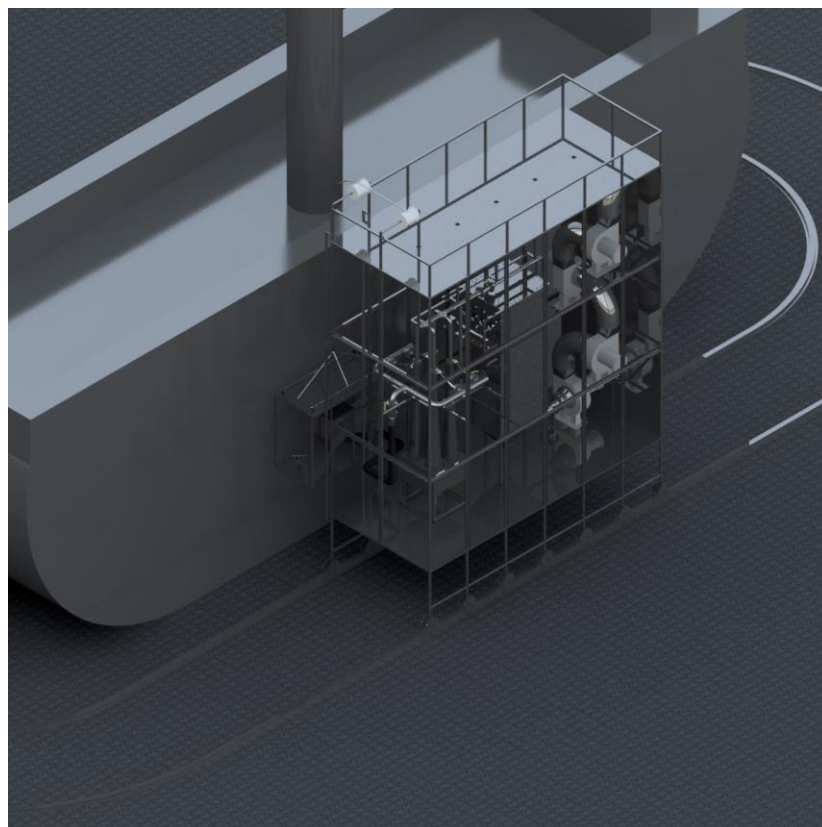


Рисунок 2. Система очистки в работе

Неадгезированные на поверхности изделия частички цинка попадают в систему очистки через зонт. Групповой циклон очищает крупные фракции, а рукавный фильтр – мелкие. В результате, концентрация цинка на выходе меньше ПДК. Предполагается использовать групповой циклон с обратным конусом типа ЦОК, поскольку цинк обладает повышенными абразивными свойствами, а циклоны ЦОК созданы именно для работы с такого вида пылью [2].

Перед процессом цинкования обрабатываемого изделия любым из вышеперечисленных методов, поверхность этого изделия необходимо

обезжирить и очистить от окалины, старой краски, ржавчины и других загрязнений. Одним из самых популярных и эффективных методов, реализующих такую очистку, является пескоструйная обработка. Для пескоструйной обработки можно использовать такой же распылитель, как для нанесения цинкового покрытия. Абразивный порошок можно улавливать и отправлять на первую стадию очистки — групповой циклон —, после чего выгружать из бункера и использовать повторно. При этом предусмотрена магистраль байпаса рукавного фильтра, поскольку в тонкой очистке нет необходимости. Частицы купершлака, которые используют при пескоструйной обработке, чрезвычайно абразивны. Таким образом, необходимость использования циклона ЦОК ещё раз подтверждается.

### **ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ**

1. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: ГН 2.1.6.1338-03 // Гигиенические нормативы. – 2003. - с изменениями от 3 ноября 2005 г., 4 февраля 2008 г.
2. Тимонин, А.С. Инженерно-экологический справочник, том 1 / А.С. Тимонин. – Калуга: издательство Н. Бочкаревой, 2003. – 467 с.
3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: ГН 2.2.5.1313-03 // Гигиенические нормативы. – 2003. – от 30 апреля 2003 г.