

Новые технологии, такие как непрерывная электроионизация для растворимых щелочных радионуклидов нуждается в обосновании экономической целесообразности.

МАГАТЭ активно занимается оказанием помощи государствам-членам в деле безопасного обращения с радиоактивными отходами в целях защиты населения и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Интернет-ресурс: <https://infourok.ru/obrabotka-zhidkih-radioaktivnyh-othodov-obzor-5593107.html> дата обращения: 01.05.2023;
2. Интернет-ресурс: <https://www.ippe.ru/nuclear-power/radioactive-waste-fuel/104-membrane-processing-liquid-radioactive-waste> , дата обращения 10.05.2023.
3. Синтез гибридных полимер-неорганических наносистем и их флокулирующие свойства | 2012 / Проскурина В. Е., Тухватуллина Р. З., Фаизова Р. Р., Громова Е. Ю., Галяметдинов Ю. Г.
4. Влияние pH на флокуляцию водно-солевых суспензий TiO₂ гибридными полимер-неорганическими наносистемами 2013 / Проскурина В. Е., Тухватуллина Р. З., Громова Е. Ю., Фаизова Р. Р., Шаброва Е. С., Галяметдинов Ю. Г.

УДК 62-757.73

А. Д. Черкашев, О.Н. Понтус, В. Е. Кукушкина, Н.С. Жданович
Международный государственный экологический институт имени
А. Д. Сахарова

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ КОРРОЗИОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Научный руководитель - к.т.н. А. В. Филипчик

Энергетическое производство характеризуется существенной зависимостью от иностранных материальных ресурсов и энергоносителей, поставляемых по мировым ценам. При работе в таких условиях эффективность производства может быть достигнута за счет оптимального использования энерго- и ресурсосберегающих технологий.

Определяющее значение в достижении высокой эффективности технологического процесса производства деталей машин и механизмов имеют результаты качественной очистки металлов от продуктов коррозии с помощью

гидроабразивных операций, а также получения необходимых параметров шероховатости для последующих производственных операций [1–5].

Наиболее предпочтительным для оценки качества поверхности является параметр шероховатости R_a , который характеризует среднеарифметическое отклонение профиля.

Согласно инструкции по визуально-измерительной проверке РД 03-606-03 поверхность металлоизделия должна быть очищена от продуктов коррозии и загрязнений, при этом, шероховатость поверхностей деталей сварных соединений, а также плоскость разделки кромок деталей не должна достигать $R_a = 12,5$ мкм.

При газопламенном напылении металлическая поверхность должна быть очищена от коррозии, брызг металла и загрязнений, и иметь шероховатость по параметру $R_a = 20–30$ мкм для лучшей адгезии наносимого покрытия с металлической основой [1,3].

Для обеспечения эффективной адгезии слоев краски к очищенной поверхности металлоизделий в процессе окраски применяется технология, которая требует достижения определенного показателя шероховатости R_a , находящегося в диапазоне от 30 до 50 мкм. Этот диапазон шероховатости обеспечивает оптимальные условия для прочного сцепления красочных материалов с поверхностью и, следовательно, повышает долговечность покрытия. При правильной регулировке режимов сушки после окраски, достигается долговечное покрытие металлических изделий [1].

При показателях параметра шероховатости $R_a = 0,16–0,01$ мкм полированной поверхности происходит повышение коррозионной стойкости производственных деталей, что способствует увеличению межоперационного технологического периода [1].

Необходимо отметить, что под воздействием атмосферной коррозии детали, очищенные по технологии ГАО, могут подвергаться повторной коррозии при нахождении в производственных условиях (межоперационный период более 8 часов).

Гидроабразивная обработка – это эффективный способ очистки металлоизделий от коррозионных отложений. Данная технология является перспективной для очистки от нагара, окисных пленок и других загрязнений с деталей машин и механизмов. В процессе гидроабразивной обработки, такие частицы, как песок, гранит или стекло, применяются в струйном потоке для повышения эффективности очистки [1].

При гидроабразивной обработке, на поверхности обрабатываемой детали образуется жидкостная пленка, которая заполняет неровности поверхности. При ударе абразивных частиц по выступающим неровностям, эти частицы не

преодолевают сопротивления жидкостной пленки и воздействуют только на выступы. Частицы, попадающие во впадины, должны преодолеть сопротивление жидкостной пленки, и их воздействие на очищаемую поверхность ограничено. В результате этого процесса постепенно снижается шероховатость обрабатываемой поверхности, что способствует получению поверхности с более низкими параметрами шероховатости [1, 3].

Гидроабразивный способ очистки имеет несколько преимуществ, среди которых:

- очистка поверхностей от коррозии отличается отсутствием образования пыли в процессе обработки;

- решает проблему ухудшения прочностных характеристик обрабатываемой поверхности путем эффективного отвода тепла за счет использования воды в процессе очистки.

- позволяет формировать поверхность с необходимыми характеристиками рельефа (шероховатость);

- обработка поверхностей от коррозионных отложений обеспечивает продление срока службы абразивного материала в 2-3 раза по сравнению с пескоструйной обработкой, благодаря амортизирующему действию рабочей жидкости.

Но, конечно, нельзя не отметить и недостатки возникающие при таком способе очистки изделия. В процессе гидроабразивной очистки не решается проблема противокоррозионной защиты. Это может привести к существенному сокращению временного интервала между операциями из-за риска повторной коррозии очищенной поверхности.

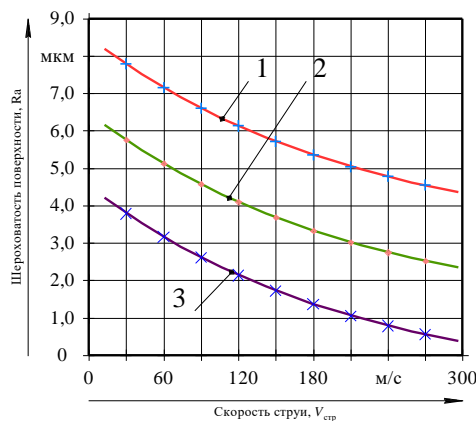
Основная часть. Предложен новый метод борьбы с коррозионными отложениями на металлических поверхностях, основанный на анализе преимуществ и недостатков современных технологий ГАО. Этот метод использует в своем составе: бентонитовую глину, кальцинированную соду и полиакриламид, которые позволяют не только очистить поверхности, но и формировать защитное пленочное покрытие. Важно отметить, что данная разработка обладает технической новизной и имеет соответствующие патенты [1,5].

Для оценки воздействия различных режимов гидроабразивной обработки (ГАО) на параметры шероховатости металлоизделия, которое было предварительно очищено от коррозионных отложений, проводились лабораторные исследования на образцах из сталей Ст3, Ст20 и Ст45. Образцы толщиной $S = 4$ мм с размерами 100 x 100 мм. В процессе обработки использовалась струя рабочей жидкости с следующими концентрациями

компонентов: 3% бентонита (K_6), 10-5% полиакриламида (K_{II}), 2% кальцинированной соды ($K_{K.C}$), остальное составляла вода.

В государственном научном учреждении "Институт порошковой металлургии имени академика О. В. Романа" (Минск) были проведены исследования морфологических характеристик. Определение шероховатости поверхности производилось с использованием профилометра-профилографа модели 252 тип А1. Для анализа морфологии покрытий был применен сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) модели "Cam Scan" от "Oxford Instruments" (Великобритания). Микроскоп функционировал в режиме отраженных электронов при напряжении ускорения 20 кВ и масштабировании в диапазоне 50–5000 крат.

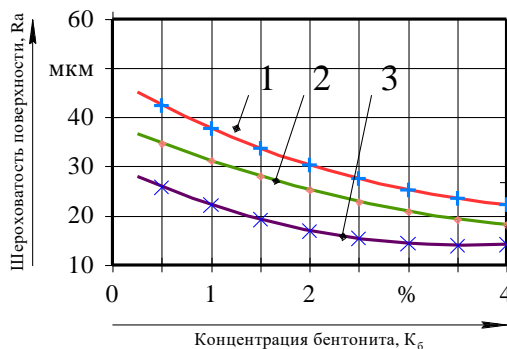
На рисунке 1 представлено влияние различных параметров скорости струи $v_{стр}$ на шероховатость обрабатываемой поверхности Ra при выходном диаметре сопла $d_k = 1$ мм.



1 – Сталь 45; 2 – Сталь 20; 3 – Сталь 3

Рисунок 1. Зависимость параметров шероховатости обрабатываемого металлоизделия от значений скорости струи компонентов рабочей жидкости

Рисунок 2 иллюстрирует эффект увеличения концентрации бентонита на шероховатость Ra металлоизделия при следующих условиях: скорость струи $v_{стр} = 200$ м/с, выходной диаметр сопла $d_k = 1$ мм, расстояние L до обрабатываемой поверхности равно 200 мм.

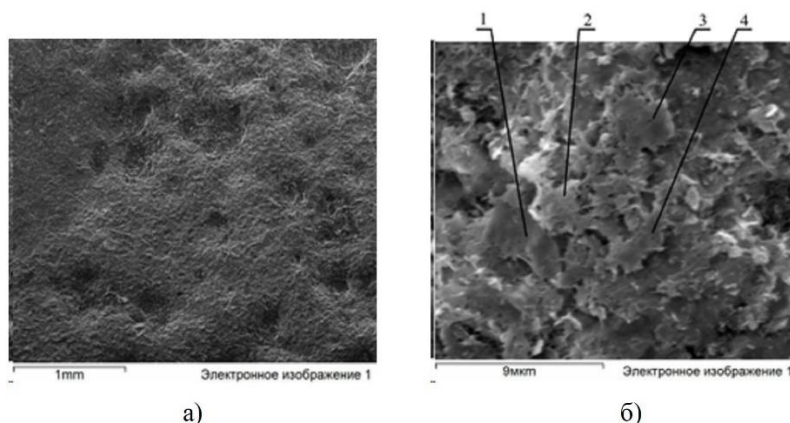


1 – Сталь 45; 2 – Сталь 20; 3 – Сталь 3

Рисунок 2. Зависимость шероховатости обрабатываемого металлоизделия от увеличения концентрации бентонита в составе компонентов рабочей жидкости:

Фотографии участков поверхности, на которых изучалась морфология пленочных покрытий, представлены на рисунке 3 (а, б). После обработки образцы были высушены на открытом воздухе при температуре $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 20–24 часов.

Исходя из анализа рисунка 3 (а) видно, что на обработанных стальных образцах, формируется плотное покрытие, состоящее из отдельных чешуек. Расположенные на рисунке 3 (б) участки, обозначенные как позиции 1-4, представляют наглядное представление результатов процесса очистки.



1, 2, 3, 4 – чешуйки – основная структурная составляющая сформированного защитного покрытия;

а) – увеличение $\times 40$; б) – увеличение $\times 5000$; материал – Ст3; $K_б = 3\%$, $K_{п} = 10^{-5}\%$, $K_{к.с} = 2\%$, остальное вода, $v_{стр} = 185\text{ м/с}$

Рисунок 3. Внешний вид защитного пленочного покрытия, создаваемого на поверхности образцов после гидроабразивной очистки (ГАО) с использованием в качестве одного из компонентов бентонитовой глины:

Результаты исследования и их обсуждение. Проведенные лабораторные испытания, представленные на рисунке 1, показывают, что изменение параметров гидроабразивной обработки ($v_{стр}$) позволяет достичь шероховатости металлоизделий в диапазоне $Ra = 3,2\text{--}12,5\text{ мкм}$ для проводимых впоследствии операций сварочного производства.

Изменяя концентрацию бентонита в составе компонентов рабочей жидкости ($K_б = 2\text{--}4\%$), а также при заданных значениях $v_{стр} = 200\text{ м/с}$, $d_к = 1\text{ мм}$ и $L = 200\text{ мм}$, можно достичь требуемой шероховатости поверхностей в диапазоне $Ra = 20\text{--}30\text{ мкм}$. Это является оптимальным для технологического процесса газопламенного напыления, как показано на кривой 2 рисунка 2.

При увеличении концентрации бентонита в составе компонентов рабочей жидкости ($K_б$ от 0,5 до 2%), а также при заданных значениях $v_{стр} = 200\text{ м/с}$, $d_к = 1\text{ мм}$ и $L = 200\text{ мм}$, можно достичь требуемой шероховатости поверхностей в диапазоне $Ra = 30\text{--}50\text{ мкм}$. Это является оптимальным для последующего процесса покраски, как показано на кривой 1 рисунка 2.

Применение новой технологии гидроабразивной обработки (ГАО) приводит к получению очищенных от коррозионных отложений металлических поверхностей с минимальной шероховатостью $Ra = 0,16-0,01$ мкм, как показано на рисунках 1-2. Это имеет положительное влияние на коррозионную стойкость деталей. Кроме того, при проведении ГАО формируется долговременное антикоррозионное покрытие (показано на рисунке 3), которое сохраняет свои свойства в течение 1 года.

Заключение. На основе проведенных экспериментальных исследований была разработана новая, энергосберегающая технология гидроабразивной обработки (ГАО), которая позволяет эффективно очищать металлические поверхности от коррозионных отложений и одновременно формировать коррозионно-защитное пленочное покрытие.

Применение различных параметров очистки ($v_{стр}$, K_6) в рамках новой технологии гидроабразивной обработки позволяет получать поверхности с необходимыми значениями шероховатости, что является важным для последующих технологических операций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Качанов, И. В. Технология струйной гидроабразивной очистки и защиты от коррозии стальных изделий с применением бентонитовой глины / И. В. Качанов, А. В. Филипчик, В. Е. Бабич, А. Н. Жук, С. И. Ушев – Минск: БНТУ, 2016. – 167 с.
2. Новая технология очистки поверхности металла от коррозии / А. В. Филипчик // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 9-й междунар. науч. техн. конф.: в 4-т / БНТУ; редкол.: Б.М. Хрусталёв [и др.] – Минск, 2011 – Т.2. – С.150.
3. Агасарян, Р. Р. Струйно-абразивная обработка металлов / Р. Р. Агасарян, Р. Т. Дохинян. – Ереван: АтрНИИИТИ, 1990. – 51 с.
4. Искра, Е. В. Справочник по окраске судов и металлических конструкций / Е. В. Искра, Е. П. Куцевалова. – Л.: Судостроение, 1980. – 263 с.
5. Способ создания кавитирующей струи жидкости: пат. ВУ 13312 / И. В. Качанов, В. Н. Яглов, В. К. Недбальский, А. В. Филипчик. – Оpubл. 30.06.2010.