

2. Стриганова, М.Ю. Математическая модель неустановившегося движения волны прорыва и экспериментальные исследования потока в призматическом нижнем бьефе / М.Ю. Стриганова // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2010. – Т. 28, № 2. – С. 83–93.

3. Карпенчук, И.В. Математическая модель неустановившегося движения волны прорыва гидротехнических сооружений напорного фронта / И.В. Карпенчук, М.Ю. Стриганова // Природничі науки та їх застосування в діяльності служби цивільного захисту: матеріали IV Міжнарод. наук.-практ. конф. – Черкаси: АПБ ін. героїв Чорнобиля, 2010. – С. 57–60.

УДК 669:620.197

Денисов В.А., Ковалёнок Н. А.

Научные руководители: Качанов И.В., Шаталов И.М

Белорусский национальный технический университет

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОСЛЕ РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНОЙ ОЧИСТКИ ИХ ОТ КОРРОЗИИ

Эффективность реализации целого ряда технологических процессов напрямую зависит от качества очистки поверхностей от коррозии [1–2]. Так, например, для подготовки стальных листов под лазерную резку (ЛР) (в настоящее время на промышленных предприятиях Республики Беларусь насчитывается порядка 300 комплексов, на которых ежегодно разрезается более 80 тыс. тон листовой стали) необходимо после очистки от коррозии иметь высококачественную поверхность с шероховатостью $R_a = 0,4–1,0$ мкм с минимальным уровнем упрочнения (микротвердость H_{μ} после обработки по сравнению с исходным значением $H_{\mu 0}$ должна находиться в пределах $H_{\mu} = 1,5–1,6H_{\mu 0}$) и низкой отражательной способностью [3–5]. Обеспечение такого качества поверхности является экономически затратным.

Исследования, проведенные на кафедре «Гидротехническое и энергетическое строительство, водный транспорт и гидравлика» («ГЭСВТГ») БНТУ показали, что весьма экономично и с гораздо меньшими затратами мощности можно подготовить листовые стальные материалы к последующей ЛР применяя для удаления продуктов коррозии реверсивно-струйную очистку (РСО), основанную на струйном воздействии рабочих жидкостей на обрабатываемую поверхность (рисунок 1). При этом в качестве рабочих жидкостей используются водные составы с добавками на начальном этапе очистки речного песка и бентонитовой глины – на завершающем этапе. При

такой последовательности обработки листовых материалов на очищенной поверхности формируется микронеровность R_a порядка 2–4 мкм, покрытая антикоррозионным защитным покрытием, которое имеет химсостав бентонитовой глины и характеризуется низкой отражательной способностью, что является актуальным при ЛР. Испытания на лазерных комплексах, относящиеся по типу к газовым лазерам, показали повышение скорости ЛР для образцов, обработанных по указанной технологии на 10–20 %, по сравнению, например, с материалами, очищенными с применением традиционных (дробеструйных, пескоструйных) технологий.

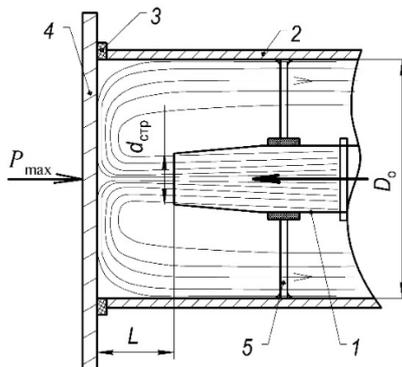


Рисунок 1 – принципиальная схема струйного устройства, предназначенного для реализации РСО

Экспериментальными исследованиями была установлена целесообразность проведения очистки в три этапа. При этом на первом этапе очистки для обеспечения повышенной производительности рабочая жидкость в струеформирующее сопло подавалась с высокой степенью абразивного воздействия на обрабатываемую поверхность. В качестве такой рабочей жидкости, использовалась вода, содержащая речной песок с размером фракций 0,1–0,63 мм и полиакриламид. Концентрации речного песка $K_{р.п.}$ и полиакриламида $K_{п}$ в баке составляли соответственно 8–10 % и 10^{-6} – 10^{-2} % от общего объема рабочей жидкости. Предварительная подготовка речного песка по фракционному составу осуществлялось в устройстве гравитационного типа действия.

На втором этапе РСО использовалась чистая вода, подаваемая на обрабатываемую поверхность, с целью полной промывки ее от мелкодисперсных фракций речного песка, что необходимо для проведения третьего этапа очистки.

На третьем этапе осуществления РСО из рабочего бака по специальной трубе эжектировалась рабочая жидкость, содержащая воду, в которой были размешаны бентонитовая глина и кальцинированная сода с концентрациями соответственно $K_{б} = 5$ –20 % и $K_{к.с.} = 2$ –10 % от общего объема. Указанные концентрации после эжектирования в струйном сопле снижались в струе,

действующей на обрабатываемую поверхность, до значений $K_{б,с} = 2-5 \%$ и $K_{к.с.с} = 0,2-1,0 \%$. Указанные диапазоны были установлены как оптимальные при подготовке очищенной поверхности под ЛР.

При этом отличительным моментом реализации третьего этапа РСО является операция сушки образцов при комнатной температуре ($T = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$) в течение 20–24 ч. Указанная операция позволяет сформировать на обработанной поверхности за счет заполнения впадин микронеровностей антикоррозионный защитный слой с толщиной δ , составляющий не менее 1,1–1,2 от максимальной высоты выступов микронеровностей $R_{a,max}$ ($\delta > 1,1-1,2 R_{a,max}$).

Апробация разработанной технологии РСО проводилась на опытном участке в ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат» на установке «КАМАТ К415А-Е45В» (ФРГ) (рисунок 2), способной развивать давления на входе в сопло $p_c = 63-120 \text{ МПа}$, что обеспечивало скорости струи на выходе из сопла $v_{стр} = 350-550 \text{ м/с}$.



Рисунок 2 – Установка «КАМАТ К415А-Е45В» (ФРГ), где проводилась апробация разработанной технологии РСО

В ходе проведенных промышленных испытаний установлены оптимальные режимы очистки: расстояние от сопла до очищаемой поверхности $L=15-60 \text{ мм}$, скорость струи $v_{стр}=150-200 \text{ м/с}$, давление $p_c = 18-23 \text{ МПа}$.

При обработке с указанными параметрами обеспечивается формирование шероховатости R_a на поверхности образцов из стали Ст3пс в диапазоне значений 2–4 мкм. Установлено, что после сушки образцов, обработанных рабочей жидкостью на основе воды с концентрациями бентонитовой глины и кальцинированной соды соответственно $K_{б,с}=2,0-5,0 \%$ и $K_{к.с.с} = 0,2-1 \%$, на всей очищенной поверхности образцов формируется защитное пленочное покрытие

со средней толщиной $\delta = 5\text{--}7$ мкм, которая в 1,5–2 раза превышает среднюю высоту выступов микронеровности R_a поверхности при очистке ее с использованием оптимальных параметров РСО.

Проведен анализ образовавшейся на поверхности очищенного образца, пленочного покрытия с установлением его химического состава и толщины. Установлено, что химическую основу пленочного покрытия составляют элементы, входящие в состав бентонитовой глины, являющейся основной компонентой рабочей жидкости на третьем этапе реализации технологии РСО.

В заключении следует отметить, что на кафедре «ГЭСВТГ» БНТУ Республика Беларусь (г. Минск) разработана современная энергоэффективная и ресурсосберегающая технология реверсивно-струйной очистки металлических поверхностей от коррозии перед лазерной резкой, позволяющая создавать высококачественную поверхность с шероховатостью $R_a = 2,0\text{--}4,0$ мкм с минимальным уровнем упрочнения и низкой отражающей способностью и обеспечивающая повышение скорости лазерной резки в среднем на 10–20%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Меркулов, В.Н. Перспективные процессы гидрообработки материалов в машиностроении / В.Н. Меркулов. – Киев: УкрНИИТИ, 1987. – 10 с.
2. Тихомиров, Г.А. Гидрорезание судостроительных материалов / Г.А. Тихомиров. – Л.: Судостроение, 1987. — 164 с.
3. Крайко, А.Н. Механика жидкости и газа. Избранное / Под общей ред. А.Н. Крайко. Ред.-сост. А.Н. Крайко, А.Б. Ватажий, Г.А. Любимов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 752 с.
4. Кудинов, В.А. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование / В.А. Кудинов, Г.В. Бобров. – М.: Металлургия, 1992. – 432 с.
5. Качанов, И. В. Теоретические и экспериментальные исследования по определению струйного давления рабочей жидкости на обрабатываемую плоскую поверхность / И.В. Качанов, А.В. Филипчик // Наука и техника. – 2012. – №1. – С. 79 – 85.
6. Памфилов, Е.А. Формирование качества поверхностей при лазерной обработке / Е.А. Памфилов, В.Д. Северин // Вестник машиностроения. – 1982. №4. – С. 46 – 48.
7. Устройство для очистки от коррозии плоских стальных поверхностей: пат. № 16526 Респ. Беларусь, МПК В 08В 3/00, В63В 59/08 / Качанов И.В., Жук А.Н., Шаталов И.М., Шарий В.Н., Мяделец С.О.; заявитель Белорус. нац. техн. ун-т. - № а 20100719; заявл. 12.05.2012; опубл. 30.10.2012.