

Список использованных источников

1. Качанов И.В. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий / И.В. Качанов; под ред. Л.А. Исаевича. – Минск: Технопринт, 2002. – 327 с.
2. Здор Г.Н. Технологии высокоскоростного деформирования материалов / Г.Н. Здор, Л.А. Исаевич, И.В. Качанов. – Минск: БНТУ, 2010. – 456 с.
3. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий с плакированием торцевой части / И.В. Качанов [и др.]. – Минск: БНТУ, 2011. – 198 с.
4. Голованенко С.А. Производство биметаллов / Л.В. Меандров. – М.: Металлургия, 1966. – 153 с.
5. Качанов И.В., Здор Г.Н., Исаевич Л.А., Шарий В.Н. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий с плакированием торцевой части. – Мн.: БНТУ, Техническая литература, 2011. – 198 с.
6. Капранов В.Н. Особенности высокоскоростного горячего выдавливания формовочного инструмента повышенной точности. / В.Н. Капранов, В.Я. Осинных. // Повышение качества и эффективности изготовления технологической оснастки методами пластического деформирования. Сборник тезисов всесоюзной научно-технической конференции. – Таллин, 1977. – С. 125-129.
7. Способ изготовления стержневой детали; МКИ В21 J 5/00 / И.В. Качанов, В.Н. Шарий, М.В. Кудин, В.В. Власов, С.А. Ленкевич, А.А. Рубчеля; заявитель Белорус. нац. техн. ун-т., заявка № а20140489; заявл. 16.09.14.
8. Качанов И.В. Способ штамповки деталей со стержнем: пат. 18113 Респ. Беларусь, МКИ В 21 J 5/00 / И.В. Качанов, Г.Н. Здор, Л.А. Исаевич, В.Н. Шарий, М.В. Кудин, В.В. Власов; заявитель Белорус. нац. техн. ун-т. – №А20110844; заявл. от 16.06.2011 г; опубл. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014.

УДК 669:620.197

ТЕХНОЛОГИЯ РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНОЙ ОЧИСТКИ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ ПЕРЕД ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКОЙ

*И.В. Качанов, А.Н. Жук, А.В. Филипчик, В.А. Ключников
Белорусский национальный технический университет*

Для современного машиностроительного производства Республики Беларусь характерно отсутствие собственной сырьевой базы, результатом чего является существенная зависимость от импортных материальных ресурсов, поставляемых по мировым ценам. При таких условиях работы эффективность производства может быть достигнута за счет экономии и использования энерго- и ресурсосберегающих технологий [1–10]. Эффективность реализации целого ряда технологических процессов напрямую зависит от качества очистки поверхностей от коррозии. Так, например, для подготовки стальных листов под лазерную резку (ЛР) 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 $H_{\mu} = 1,5-1,6 H_{\mu 0}$) и низкой отражательной способностью [11, 12].

Для реализации технологии РСО на кафедре «Кораблестроение и гидравлика» БНТУ была разработана конструкция струйного блока (рис. 1) характеризующаяся патентной новизной [13]. Конструкция включает конусное сопло 1, установленное в корпус 2, который через уплотнение 3 плотно прижимается к очищаемой поверхности 4. Изменение расстояния L между поверхностью и соплом обеспечивается за счёт перемещения последнего в радиальных опорах 5.

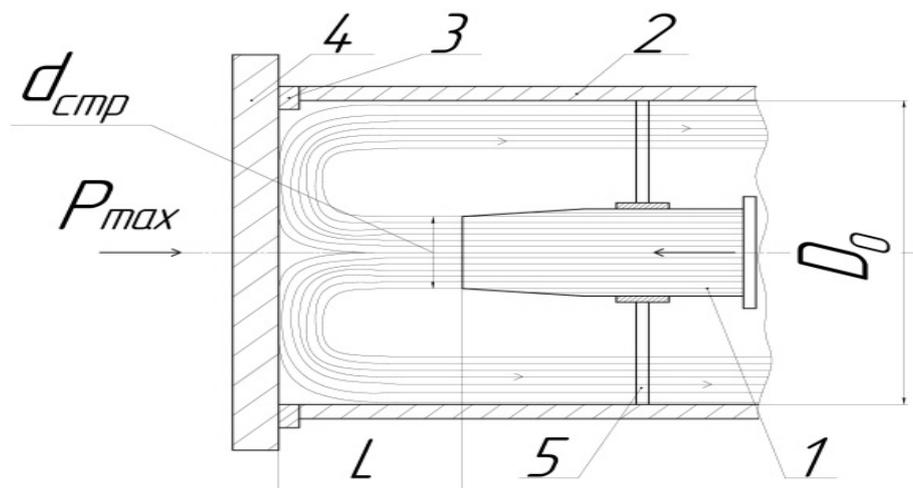


Рисунок 1 – Схема струйного устройства для реализации процесса реверсивно-струйной очистки

При подключении данного струйного блока к насосной установке поток рабочей жидкости после взаимодействия с поверхностью 4 разворачивается на 180° относительно своего первоначального движения. Этот разворот обеспечивает формирование реактивной силы, которая, складываясь с силой от воздействия струи, приводит к увеличению давления p_{max} струйного воздействия в $1,25 \div 1,5$ раза (теоретически в 2 раза) по сравнению с традиционной схемой очистки, когда струя после взаимодействия с поверхностью растекается под углом 90° относительно своего первоначального направления течения.

В работах [14, 15], в результате решения вариационной задачи по установлению минимальной мощности обработки было установлено, что минимальная сила разрушения слоя коррозии на обрабатываемой поверхности отмечается (при прочих равных параметрах (давление на входе в сопло p_c , расстояние L от сопла до обрабатываемой поверхности) при коэффициенте обжата струи $\lambda = 0,063$).

В частности, исследованиями была установлена целесообразность проведения очистки в три этапа. При этом на первом этапе в качестве рабочей жидкости использовалась вода, содержащая речной песок с размером фракций $0,1-0,63$ мм и полиакриламид. Концентрации речного песка $K_{р.п.}$ и по-

лиакриламида $K_{п}$ 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, которое характеризуется патентной новизной [16].

На втором этапе РСО использовалась чистая вода, с целью полной промывки очищенной поверхности от мелкодисперсных фракций речного песка, что необходимо для проведения третьего этапа очистки.

На третьем этапе осуществления РСО эжектировалась рабочая жидкость, содержащая воду, в которой были размешаны бентонитовая глина и кальцинированная сода с концентрациями соответственно $K_{б} = 5\text{--}20\%$ и $K_{к.с.} = 2\text{--}10\%$ от общего объема. Указанные концентрации после эжектирования в струйном сопле смешивались в струе, действующей на обрабатываемую поверхность, до значений $K_{б,с} = 2\text{--}5\%$ и $K_{к.с.с} = 0,2\text{--}1,0\%$. Указанные диапазоны были установлены как оптимальные при подготовке очищенной поверхности под лазерную резку (ЛР). Обязательным является операция сушки образцов при комнатной температуре ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) в течение 20–24 ч., что позволяет сформировать на обработанной поверхности антикоррозионный защитный слой с толщиной δ , составляющий не менее 1,1–1,2 от максимальной высоты выступов микронеровностей.

Выводы

1. Установлено, что после сушки образцов, обработанных рабочей жидкостью на основе воды с концентрациями бентонитовой глины и кальцинированной соды соответственно $K_{б,с} = 2,0\text{--}5,0\%$ и $K_{к.с.с} = 0,2\text{--}1\%$, на всей очищенной поверхности образцов формируется защитное пленочное покрытие со средней толщиной $\delta = 5\text{--}7$ мкм.

2. Проведен анализ образовавшейся на поверхности очищенного образца, пленочного покрытия с установлением его химического состава и толщины.

3. Проведены производственные испытания очищенных образцов, в результате которых установлена эффективность РСО при подготовке стальных поверхностей под ЛР.

Список использованных источников

1. Банников И.И. Механизация очистки и окраски подводной части судов / Банников И.И., Финкель Г.Н., Хейфец В.Л.// Л.: Судостроение, 1980. – 116 с.

2. Агасарян Р.Р. Струйно-абразивная обработка металлов / Р.Р. Агасарян. – Ереван: АрмНИИНТИ, 1990. – 51 с.

3. Меркулов В.Н. Перспективные процессы гидрообработки материалов в машиностроении / К.Н. Меркулов. – Киев: УкрНИИНТИ, 1987. – 10 с.

4. Тихомиров Г.А. Гидрорезание судостроительных материалов / Г.А. Тихомиров. – Л.: Судостроение, 1987. – 164 с.

5. 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.

6. Вилькер Д.С. Лабораторный практикум по гидромеханике / Вилькер Д.С. – М.: ФИЗМАТГИЗ, 1959. – 351 с.

7. Гибсон А. Гидравлика и ее приложения / А. Гибсон; пер. с 6-го англ. изд. А.Е. Стратоницкой и С.С. Соколова; под ред. М.В. Потапова. – М., Л.: Гос. энергетическое изд-во, 1934. – 610 с.: ил. – Указ.: с. 606-610.

8. Френкель Н.З. Гидравлика. – М., Л.: Госэнергиздат, 1956. – 456 с.

9. Кудинов В.А. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование/ В.А. Кудинов, Г.В. Бобров. – М.: Металлургия, 1992. – 432 с.

10. Комов В. А. Гидравлика. – М., Л., 1951. – 230-233с.

11. 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.

12. Памфилов, Е.А. Формирование качества поверхностей при лазерной обработке / Е.А. Памфилов, В.Д. Северин // Вестник машиностроения. – 1982. №4. – С. 46-48.

13. 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.

14. 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 и С.И. Ушев. Моногр. – Мн.: БНТУ, 2016. – 167 с.

15. Качанов И.В. Математическая модель расчета минимального давления разрушения поверхностного слоя коррозии от воздействия реверсивной струи рабочей жидкости / И.В. Качанов, В.В. Веремеюк, А.Н. Жук // Наука и техника. – 2014. – № 2. – С. 46–51.

16. Устройство для отбора осветленной гидросмеси на земснаряде пат. № 14172 Респ. Беларусь, МПК Е 02F 3/88/ Качанов И.В., Жук А.Н., Песцов Г.В., Чернобылец А.Н.; заявитель Белорус. нац. техн. ун-т. – № а 20081686; заявл. 24.12.2008; опубл. 30.04.2010.