

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **028165**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2017.10.31

(21) Номер заявки
201500192

(22) Дата подачи заявки
2015.01.15

(51) Int. Cl. **B08B 3/02** (2006.01)
B24C 5/00 (2006.01)
B63B 59/06 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(43) **2016.07.29**

(96) **2015/ЕА/0006 (ВУ) 2015.01.15**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ВУ)**

(56) RU-C1-2123957
RU-C2-2457933
SU-A-439440
WO-A1-2009142506
US-A-5904612

(72) Изобретатель:
**Качанов Игорь Владимирович,
Исаенко Алексей Сергеевич,
Кособуцкий Александр Антонович,
Шаталов Игорь Михайлович,
Куличик Леонид Александрович (ВУ)**

(57) Изобретение относится к гидроабразивным методам обработки поверхностей и может быть использовано для очистки различных сложных поверхностей, в том числе для очистки поверхности судов. Решаемая изобретением задача заключается в повышении качества и эффективности обработки поверхности. Для решения поставленной задачи в известном способе гидроабразивной обработки, включающем воздействие струи воды с абразивом, подаваемой под давлением на зону поверхности обработки, согласно изобретению обработка поверхности производится в две стадии: предварительная и финишная обработки, при этом предварительная обработка поверхности производится воздействием на обрабатываемую зону поверхности водной струи, содержащей абразивные и стальные частицы, введенные в водную струю путем винтового циклонного эжектирования под углом 40-50° относительно оси струи; а финишная обработка поверхности производится воздействием на обрабатываемую зону поверхности водной струи, содержащей бентонит, кальцинированную соду, углеродное волокно, также введенные в водную струю путем эжектирования под углом 30-40° относительно оси струи, при этом для предварительной обработки используется рабочая жидкость при следующем соотношении компонентов, мас. %: абразивный порошок - 5-10; металлический порошок - 3-5; вода - остальное; а для финишной обработки используется рабочая жидкость при следующем соотношении компонентов, мас. %: бентонит - 5-10; кальцинированная сода - 3-5; углеродное волокно - 2-4; вода - остальное. Устройство для гидроабразивной обработки поверхности содержит абразивно-струйную форсунку со свободным вводом абразива в струю рабочей жидкости, согласно изобретению форсунка выполнена двухкамерной с двумя, последовательно расположенными, наружной и внутренней, насадками, контактирующими с камерами, связанными трубопроводами с емкостями, заполненными рабочими жидкостями различного состава, а насадки связаны с корпусом резьбовыми соединениями, обеспечивающими взаимное продольное перемещение и регулировку зазоров между насадками и соплом.

B1**028165****028165****B1**

Изобретение относится к гидроабразивным методам обработки поверхностей и может быть использовано для очистки различных сложных поверхностей, в том числе для очистки поверхности судов.

Известен способ гидродинамической очистки корпусов судов, при котором на очищаемую поверхность воздействуют струей воды под давлением, которую выпускают из рабочего органа, обеспечивая условие возникновения кавитации в зоне очистки [1]. В этом способе условие возникновения кавитации в зоне очистки обеспечивают одновременным воздействием на очищаемую поверхность струи воды и акустического излучения, которое получают от акустического генератора. Таким образом, рабочий орган вырабатывает кавитирующую струю воды, обогащенную кавитационными пузырьками.

Недостатком этого способа является недостаточно высокая производительность процесса и пониженная способность удалять плотные слои биообрастания при очистке корпусов судов.

Известен способ гидродинамической обработки поверхности [2], при котором на зону поверхности обработки воздействие осуществляют с обеспечением пересечения кавитирующих струй в зону поверхности обработки, а для повышения концентрации и обеспечения равномерности кавитационных пузырьков в зоне поверхности обработки расстояние L между продольными осями форсунок кавитирующих струй выбрано удовлетворяющим соотношению

$$25\text{tg}(\alpha/2) \leq L/d_{\phi} \leq 60\text{tg}(\alpha/2).$$

Недостатком этого способа является сложность конструкций устройств и обеспечения взаимодействия форсунок, а также невозможность последовательно осуществлять предварительную и финишную обработку поверхности различными абразивными материалами.

Известен способ гидроабразивной обработки поверхности, включающий воздействие водной струи с абразивом, вводимым под давлением в струю жидкости высокого давления (прототип) [3]. Абразивно-струйная головка (форсунка), реализующая указанный способ, работает следующим образом. Абразивно-жидкостная суспензия под давлением подается во внутреннюю полость корпуса и оказывается в зоне выброса струи. Часть суспензии захватывается струей, увлекается в насадок и вместе со струей с большой скоростью выбрасывается на обрабатываемую поверхность.

Недостатком способа гидроабразивной обработки и абразивно-струйной головки (форсунки) является ограничение технологических возможностей - невозможность последовательно осуществлять предварительную и финишную обработки различными абразивными материалами.

Решаемая изобретением задача заключается в повышении качества и эффективности обработки поверхности.

Технический результат, который может быть получен при осуществлении способа, заключается в повышении производительности, качества обработки и коррозионной стойкости обработанной поверхности.

Для решения поставленной задачи в известном способе гидроабразивной обработки, включающем воздействие струи воды с абразивом, подаваемой под давлением на зону поверхности обработки, согласно изобретению обработка поверхности производится в две стадии: предварительная и финишная обработки, при этом предварительная обработка поверхности производится воздействием на обрабатываемую зону поверхности водной струи, содержащей абразивные и стальные частицы, введенные в водную струю путем винтового, циклонного эжектирования под углом 40-50° относительно оси струи; а финишная обработка поверхности производится воздействием на обрабатываемую зону поверхности водной струи, содержащей бентонит, кальцинированную соду, углеродное волокно, также введенные в водную струю путем эжектирования под углом 30-40° относительно оси струи, при этом для предварительной обработки используется рабочая жидкость при следующем соотношении компонентов, мас. %:

абразивный порошок - 5-10;
металлический порошок - 3-5;
вода - остальное;

а для финишной обработки используется рабочая жидкость при следующем соотношении компонентов, мас. %:

бентонит - 5-10;
кальцинированная сода - 3-5;
углеродное волокно - 2-4;
вода - остальное.

Устройство для гидроабразивной обработки поверхности содержит абразивно-струйную форсунку со свободным вводом абразива в струю рабочей жидкости, согласно изобретению форсунка выполнена двухкамерной с двумя, последовательно расположенными, наружной и внутренней, насадками, контактирующими с камерами, связанными трубопроводами с емкостями, заполненными рабочими жидкостями различного состава, а насадки связаны с корпусом резьбовыми соединениями, обеспечивающими взаимное продольное перемещение и регулировку зазоров между насадками и соплом.

Смесь абразивного и металлического порошков, используемая для предварительной обработки, представляет собой улавливаемые отходы операций шлифования металлических изделий. Утилизация указанных отходов является серьезной экологической проблемой и сопряжена со значительными финан-

совыми затратами, и предлагаемый способ открывает новые возможности решения данной проблемы. Дисперсность абразивного порошка составляет 0,1-100 мкм, а дисперсность металлического порошка составляет 0,01-10 мкм. В результате предварительной обработки поверхности рабочей жидкостью с указанными компонентами получается очищенная, с развитым микрорельефом поверхность, которая подвержена быстрому окислению, поэтому возникает необходимость в последующей финишной обработке, способствующей выглаживанию поверхности и повышению ее коррозионной стойкости.

Используемая для финишной обработки рабочая жидкость представляет собой взвесь, в которой во взвешенном состоянии находятся частицы бентонита и углеродного волокна. Добавление в воду бентонита усиливает силовое воздействие и за счет придания упруго-пластичных свойств рабочей жидкости снижает шероховатость обработанного изделия до $Ra=0,2-0,4$ мкм [4]. Существующая в водной среде связь между частицами бентонита усиливается по мере удаления воды и значительного их сближения. При полном удалении воды (искусственное высушивание) наступает довольно прочная связь, которая обеспечивает сильное сцепление или склеивание частиц бентонита как между собой, так и с частицами тех материалов, с которыми они соприкасаются по плоскостям, образуя достаточно прочную связь.

Использование кальцинированной соды способствует повышению однородности агрегативной и кинетической устойчивости рабочей жидкости, т.е. частицы бентонита слипаются в крупные агрегаты, вследствие чего остаются во взвешенном состоянии в течение длительного времени. Частицы мелкодисперсного бентонита и углеродного волокна совместно с кальцинированной содой производят не только выглаживание микрорельефа и полировку поверхности, но и образуют прочную, антикоррозионную пленку толщиной 5-10 мкм, препятствующую дальнейшему окислению поверхности [5]. При этом частицы углеродного волокна, имеющие наноразмеры, создают своеобразный каркас внутри антикоррозионной пленки, способствующий повышению ее прочностных характеристик.

На фиг. 1 изображен продольный разрез устройства.

На фиг. 2 изображен фронтальный вид передней части устройства.

Сущность предполагаемого изобретения поясняется чертежами устройства (фиг. 1, 2), которое содержит форсунку 1, соединенную трубопроводом 2 с емкостью, содержащей абразивно-металлическую рабочую жидкость, а трубопроводом 3 с емкостью, содержащей бентонитовую рабочую жидкость и трубопроводом 4, соединенный с насосом высокого давления, подающим струю воды в канал 5. Форсунка 1 включает корпус 6, который соединен со штуцером 7, снабженным соплом 8, зафиксированным гайкой 9. В передней части корпуса 6 на резьбовом соединении 10 установлена внутренняя насадка 11. Резьбовое соединение 10 позволяет регулировать зазор между соплом 8 и насадкой 11, изменяя объем камеры 12. На резьбовом соединении 13 установлена наружная насадка 14. Резьбовое соединение 13 позволяет регулировать зазор между внутренним соплом 11 и наружной насадкой 14, изменяя объем камеры 15. На фиг. 2 показан шестигранник 16 на передней части внутренней насадки 11, позволяющий с помощью специального инструмента вращать внутреннюю насадку 11 и перемещать ее по резьбе в осевом направлении.

Устройство работает следующим образом.

В режиме предварительной обработки перекрыт трубопровод 3 и открыт трубопровод 2, соединяющий камеру 15 с емкостью, содержащей абразивно-металлическую рабочую жидкость. Струя воды под рабочим давлением поступает в канал 5, проходит через сопло 8, внутреннюю насадку 11 и поступает в полость 15. В камере 15 рабочей жидкости сообщается винтовое вращение, при этом она активно перемешивается и с ускорением перемещается в зону выброса струи высокого давления. В результате винтового циклонного эжектирования под углом $\alpha=40-50^\circ$ производится захват абразивно-металлической рабочей жидкости струей воды, и затем струя воды с повышенным содержанием абразива и металлических частиц воздействует на обрабатываемую поверхность, удаляя коррозию и загрязнения. В режиме финишной обработки перекрыт трубопровод 2 и открыт трубопровод 3, соединяющий камеру 12 с емкостью, содержащей бентонитовую рабочую жидкость. Струя воды под рабочим давлением поступает в канал 5, проходит через сопло 8 и поступает в камеру 12. В камере 12 рабочая жидкость перемещается в зону выброса струи высокого давления, и под углом $\beta=30-40^\circ$ производится эжекция бентонитовой рабочей жидкости, ее захват струей воды, и затем струя воды с повышенным содержанием бентонитовой составляющей и углеродного волокна воздействует на предварительно обработанную поверхность, производя окончательную зачистку, полировку поверхности и образуя антикоррозионное покрытие. Резьбовое соединение 10 позволяет регулировать зазор между жиклером 8 и внутренней насадкой 11, а резьбовое соединение 13 позволяет регулировать зазор между внутренней насадкой 11 и наружной насадкой 14, что способствует достижению оптимальной эжекции рабочих жидкостей и эффективной обработки поверхности. Наиболее успешно заявленный способ гидроабразивной обработки поверхности и устройство для его осуществления могут быть использованы с целью обработки и подготовки закорродированных стальных поверхностей сложной пространственной формы, например корпусов судов, для последующего нанесения лакокрасочных покрытий.

