

В.С. Нисс<sup>1</sup>, канд. техн. наук;  
А.А. Кособуцкий<sup>1</sup>, доц., канд. техн. наук;  
Ю.Г. Алексеев, канд. техн. наук<sup>2</sup>; А.Э. Паршутто<sup>2</sup>; А.Ю. Королёв<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>БНТУ г. Минск; <sup>2</sup>Государственное предприятие  
"Научно-технологический парк БНТУ "Политехник", г. Минск)

## УСТРОЙСТВО ОСАЖДЕНИЯ И ОЧИСТКИ ПАРО-ЖИДКОСТНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ ДЛЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ

Электролитно-плазменная обработка (ЭПО) является высокопроизводительным методом снижения шероховатости, очистки, подготовки под покрытия поверхностей металлических изделий сложной формы. Процесс ЭПО сопровождается образованием на обрабатываемой поверхности низкотемпературной пульсирующей плазмы. При этом происходит вскипание электролита, обильное образование пара и перенос вместе с паром выделяющихся газов и химических компонентов электролита. Содержание в выделяющейся парогазовой смеси химических компонентов и газообразных продуктов химических реакций, сопровождающих процесс ЭПО не превышают ПДК и, тем не менее, даже минимальное присутствие химических реактивов в парогазовой смеси приводит при контакте к коррозии металлических трубопроводов и элементов стальных конструкций. Поэтому задача конденсации паров и фильтрации выходящего в атмосферу воздуха является достаточно актуальной и требует адекватного решения. Для выбора оптимальной конструкции устройства осаждения и очистки были проанализированы способы и устройства для очистки воздуха от газообразных и аэрозольных примесей. Существует три основных способа очистки воздуха.

1 Использование электростатического воздушного фильтра. Электростатический воздушный фильтр пропускает загрязненный воздух между ионизирующими проводниками, которые находятся под высоким напряжением. Частицы отталкиваются от положительно заряженных пластин и одновременно притягиваются к отрицательно заряженным пластинам, на которых оседают.

2 Использование пылевого или адсорбционного фильтра. Основные принципы работы пылевых и адсорбционных фильтров заключаются в том, что фильтр захватывает частицы, размер которых больше, чем проходные каналы фильтра и блокирует их прохождение через фильтр.

3 Использование распылительного устройства. Основные принципы работы распылительного устройства заключаются в том, что фильтр захватывает загрязнения, которые находятся в воздухе, при

помощи мелкодисперстных частиц жидкости и одновременно позволяет регулировать влажность.

Каждый из описываемых способов кроме достоинств имеет и существенные недостатки. Электростатический воздушный фильтр нуждается в сложной электронной системе и значительных расходах на его установку. Пылевые фильтры требуют регулярной очистки, обслуживания и замены. Использование распыляющих устройств требует постоянного распыления воды для конденсации испарений и очистки воздуха от загрязнений, что приводит к чрезмерным расходам воды.

Проведенный анализ литературных и патентных источников [1-4] свидетельствует о многообразии функционального назначения и конструкций устройств, предназначенных для тепло- и массообмена между газом (паром) и жидкостью с целью очистки паровоздушного потока от жидких и газообразных примесей. При этом эффективность очистки достигает 90-99%. Основным продуктом реакций при ЭПО сталей является гидроксид железа  $Fe(OH)_3$ , который выпадает в осадок и остается в виде плотного слоя шлама, и ионы  $SO_4^{2-}$ , которые остаются в растворе. При обработке нержавеющей сталей в рабочем растворе кроме указанных выше накапливаются ионы  $Cr^{3+}$  и  $Ni^{2+}$ . Присутствие указанных компонентов в образовавшейся парогазовой смеси находится в пределах ПДК, а отработанный электролит подлежит утилизации или регенерации.

Таким образом, основным требованием, предъявляемым к устройству осаждения и очистки, является конденсация испарений и возврат конденсата в рабочую ванну установки ЭПО, а также очистка парогазовой смеси от указанных выше реагентов, если их содержание превышает ПДК.

На рисунке 1 представлена схема устройства осаждения и очистки [5], которое состоит из корпуса 1, в нижней части которого выполнена емкость 2 для нейтрализующей жидкости 3. На крышке 4 корпуса установлен расширяющийся патрубок 5, связанный с перфорированной камерой 6 нейтрализации. Камера 6 нейтрализации оснащена лопастным завихрителем 7 и коническим насадком 8. Также внутри корпуса 1 установлена выходная камера 9 с перфорированной боковой поверхностью 10, оснащенная хемсорбционным фильтром 11 и связанная с сужающимся каналом 12, соединенным с патрубком 13 для выхода очищенного воздуха. На емкости 2 смонтирован насос 14, подающий нейтрализующую жидкость 3 по трубопроводу 15 в дисковую форсунку 16. Корпус оснащен заливным люком 17 и рубашкой охлаждения 21. Воздух из зонального пространства протекающих химических, электрохимических и других процессов, например при

электролитно-плазменной полировке изделий, насыщается реактивными газами и парами, и направляется в расширяющийся патрубок 5, а затем в перфорированную камеру 6 нейтрализации, в которой осуществляется нейтрализация и конденсация вредных испарений под воздействием распыляемой дисковой форсункой 16 охлажденной нейтрализующей жидкости 3, которая подается насосом 14 по трубопроводу 15 из емкости 2, представляющей собой резервуар с открытой поверхностью.

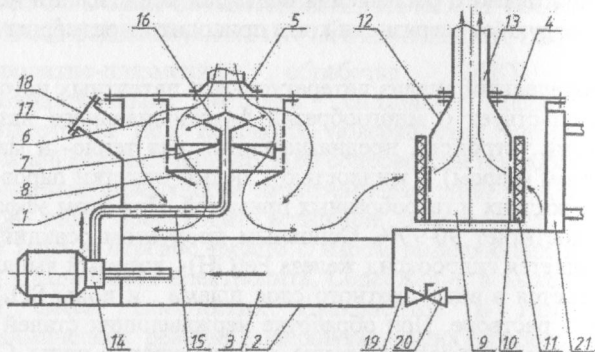


Рисунок 1 – Схема устройства для осаждения и очистки

Паровоздушный поток проходит через закрепленный внутри камеры нейтрализации лопастной завихритель 7, который раскручивает паровоздушный поток в горизонтальной плоскости, и поток, проходя через конический насадок 8 камеры 6, центробежными силами распределяется по всей поверхности (зеркалу) нейтрализующей жидкости. В дальнейшем очищаемый паровоздушный поток проходит через перфорацию и хемсорбционный фильтр 11 выходной камеры 9, где производится дополнительная очистка и конденсация водяных паров. Очищенный воздушный поток через выходной канал 13 выбрасывается в атмосферу. Нейтрализующую жидкость 3 через сливной патрубок 19 периодически удаляют из корпуса 1. Корпус устройства снабжен рубашкой 21 охлаждения, позволяющей снижать температуру нейтрализующей жидкости. Затем воздух из корпуса 1, проходя через хемсорбционный фильтр 11 и отверстия в боковой поверхности 10, окончательно очищается, поступает в выходную камеру 9 и из нее через сужающийся канал 12 и патрубок 13 в атмосферу (окружающую среду). Благодаря дополнительной контактной ступени между очищаемым паровоздушным потоком и поверхностью нейтрализующей жидкости в емкости 2 корпуса 1, повышается эффективность конденсации водяных паров и очистки паровоздушного потока от примесей.

Проведенные испытания устройства осаждения и очистки пока-

зали, что при обработке деталей из нержавеющей стали площадью до 8 дм<sup>2</sup> происходит полное осаждение паро-жидкостного аэрозоля, образующегося в процессе ЭПО, и его возврат в виде конденсата в ванну обработки.

**Заключение** На базе НИИЛ НКМ БНТУ проводятся комплексные исследования технологических процессов ЭПО различных металлических материалов, а также исследование явлений, сопровождающих процесс ЭПО, что позволяет разрабатывать новые методы формообразования и модификации поверхностей, определять оптимальные энергосберегающие режимы обработки и снижать количество выбросов в окружающую среду. Результаты научных разработок внедряются Научно-технологическим парком БНТУ «Политехник» для изготовления изделий медицинского назначения и медицинской техники: гибких инструментов-волноводов для ультразвукового разрушения тромбов, эндопротезов со специальными свойствами поверхности, инструментов и имплантантов для травматологии и ортопедии (более 80 наименований). Освоены технологии полирования и формообразования изделий из углеродистых и нержавеющей сталей, медных, алюминиевых и титановых сплавов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Стрелюк, М.И. Электролитно-плазменная обработка и регенерация рабочих электролитов. / М.И. Стрелюк, А.А. Кособуцкий, А.А. Савицкий, Л.С. Житкевич. // 51-й Международная НТК профессоров, преподавателей, научных работников, аспирантов и студентов БНТУ: материалы. Минск, 1995. – С. 65-66.

2 Устройство жидкостной очистки воздуха. Патент RU №2236284.

3 Аппарат тепло- и массообмена между газом (паром) и жидкостью. Патент RU №2013102.

4 Устройство очистки воздуха. Патент RU №2088315.

5 Устройство очистки воздуха. Патент BY №5010.

УДК 620.022

Э.Д. Щербаков, Д.В. Гегеня, В.Г. Щербаков (БНТУ, г. Минск)  
**УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕРМО-ДИФфуЗИОННОГО  
ЦИНКОВАНИЯ МЕЛКОРАЗМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ  
С РЕЗЬБОВЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ**

Диффузионное цинкование – это один из наиболее перспективных способов нанесения защитных покрытий на стальные, чугунные или медные изделия. Эти покрытия имеют свойства не достижимые другими видами цинкования и поэтому являются особенно предпочтительными в ряде областей эксплуатации [1]. Диффузионные цинко-