

отнести, кроме упомянутой выше Teamcenter® от Siemens Software PLM, PLM-решение V6 от компании Dassault Systemes, Windchill® от компании PTC.

К благоприятным факторам цифровизации следует отнести то, что элементы САПР конструкторско-технологической подготовки производства в том или ином виде уже имеются на многих машиностроительных предприятиях. Системы PDM практически не распространены. Что касается полного цикла автоматизации, то в отечественной промышленности они также не встречаются.

Решение задач цифровизации необходимо осуществлять совместными усилиями коллективов производственных предприятий, поставщиков программных продуктов и учебных заведений, которые должны обеспечить подготовку специалистов соответствующей квалификации для машиностроительных отраслей.

1. ЦНИИТУ : Центр компетенций цифровой трансформации промышленности Республики Беларусь [Электронный ресурс]; 2022. – URL: <https://cniitu.by/about/history/bylo-sozdano-up-tsniitu-it-v-tselyakh-vstupleniya-v-pvt/> (дата обращения 04.02.22).
2. Экономические эффекты от цифровизации и внедрения IoT в машиностроении в России / JSON.TV [Электронный ресурс] ; 2022. – URL: https://json.tv/ict_telecom_analytics_view/ekonomicheskie-effekty-ot-tsifrovizatsii-i-vnedreniya-iot-v-mashinostroenii-v-rossii-20180817013305 (дата обращения 04.02.2022).
3. Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их "цифровой зрелости" до 2024 года и на период до 2030 года / ГАРАНТ.РУ [Электронный ресурс] ; 2022. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401415210/> (дата обращения 04.02.2022).
4. МТЗ цифровизирует производство : БелТА. Экономика [Электронный ресурс] ; 2022. – URL: <https://www.belta.by/economics/view/mtz-tsifroviziruet-proizvodstvo-470582-2021/> (дата обращения 05.02.2022).

УДК 621.723+667.64

ПРОЦЕСС КОМБИНИРОВАННОЙ ОЧИСТКИ-ПОЛИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ В РЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Синькевич Ю.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Очистка деталей от различных загрязнений является специфической операцией ремонтного производства. От полноты и качества ее проведения

зависят культура производства, производительность труда, эффективность использования оборудования и, в конечном итоге, надежность и долговечность работы отремонтированных деталей и узлов. Организация и технология моечно-очистных работ зависят от типа производства, производственной программы, вида загрязнений, подлежащих удалению, и объектов мойки. Опыт работы ремонтных предприятий показывает, что наиболее рациональной формой организации моечно-очистных работ является многостадийная мойка с использованием специальных способов очистки ответственных деталей [1].

Электроимпульсное полирование (ЭИП) широко используется для подготовки поверхности металлических изделий перед нанесением гальванических и тонкопленочных вакуумно-плазменных покрытий. Возможность применения ЭИП в технологических процессах очистки поверхности деталей изучалась на примере очистки от нагара клапанов двигателя внутреннего сгорания мобильной техники. Известные методы очистки от нагара (механические, химические, термохимические и комбинированные) имеют ряд недостатков: требуют применения ручного труда во вредных условиях, имеют невысокую производительность и качество очистки и могут оказывать негативное влияние на физико-химические свойства поверхностного слоя металла [1]. Кроме того, клапаны двигателей внутреннего сгорания после очистки от нагара для обеспечения заданного качества поверхности в большинстве случаев дополнительно механически полируют. При оценке возможности и качества совмещенного процесса очистки-полирования методом ЭИП в качестве критериев были приняты следующие:

- за время обработки клапан должен быть полностью очищен от нагара;
- диаметр пальца клапана должен находиться в пределах поля допуска на размер;
- параметр шероховатости поверхности Ra пальца клапана не должен превышать 1,25 мкм.

На первом этапе исследований обработка клапанов проводилась в 2,5%-ном водном растворе хлорида аммония в течение 5 мин при напряжении обработки 280 В и температуре электролита 90°C. Толщина нагара на шейках клапанов находилась в пределах от 1 до 5 мм (клапан, расположенный слева на рисунке). В этом случае не удалось обеспечить полного удаления нагара. На поверхности шейки клапанов оставалось кольцо нагара шириной до 5 мм. При этом съем металла на сторону на пальце клапана составил 20–25 мкм.



Рисунок 1 – Внешний вид клапана двигателя внутреннего сгорания до (слева) и после обработки (справа) комбинированным методом очистки-полирования

На втором этапе исследований в состав электролита была дополнительно введена композиция Обезжириватель НТ-М(А) ТУ РБ 100200832.001-2003. Нагар на шейках клапанов удалить полностью также не удалось. При этом оставшееся на шейках клапанов кольцо нагара приобрело нехарактерный металлический оттенок, съем металла на сторону превысил 50 мкм и диаметр пальца клапана после обработки вышел за нижнюю границу поля допуска на размер. В ходе дальнейших экспериментов было установлено, что повышение напряжения обработки до 380 В обеспечивает полное удаление нагара с поверхности клапанов при обработке в различных по составу электролитах. При этом достигался уровень шероховатости поверхности пальца клапана ниже допустимого, а диаметр пальца клапана находился в пределах поля допуска на размер.

Следует отметить, что при использовании ЭИП в качестве операции очистки возникает ряд трудностей. Так, достаточно сложно определить необходимую продолжительность обработки, т.к. она зависит от толщины и вида загрязнений. В процессе обработки происходит быстрое загрязнение электролита продуктами очистки, что требует более частой его замены или регенерации.

В результате дальнейших исследований было установлено, что наиболее целесообразным методом очистки является комбинированный процесс очистки-полирования, включающий дополнительную операцию химического обезжиривания, предшествующую операции ЭИП и предназначенную для частичного разрыхления нагара и удаления нефтяных загрязнений с поверхности клапанов. Это позволило снизить трудоемкость операции ЭИП и повысить работоспособность раствора электролита. Установлено, что по производительности и качеству обработки оптимальным составом раствора для химического обезжиривания является водный раствор гидроксида натрия и композиции Обезжириватель НТ-М(А) при концентрациях 35–45 г/л и 10–40 г/л соответственно, который позволяет проводить химическое обезжиривание поверхности деталей погружным или струйным методом с последующей

промывкой деталей в проточной воде. Продолжительность химического обезжиривания клапанов двигателя внутреннего сгорания зависит от степени загрязнения поверхности и температуры раствора и составляет от 5 до 60 мин. Разработанная технология комбинированной очистки-полирования позволила полностью удалить нагар с шейки клапанов и снизить шероховатость поверхности пальца клапанов до более низкого значения, чем уровень, регламентированный конструкторско-технологической документацией. На рисунке (справа) представлен клапан, обработанный по разработанной технологии.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о перспективности применения метода ЭИП в технологических процессах комбинированной очистки-полирования деталей в ремонтном производстве при наличии на обрабатываемой поверхности загрязнений значительной толщины.

1. Справочник технолога авторемонтного производства. Под ред. Г.А. Малышева. – М.: Транспорт, 1977. – 430 с.

УДК 621.79.024.4

ТЕХНОЛОГИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ И ОБЕЗЖИРИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ

Синькевич Ю.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Известно большое количество составов растворов для химического обезжиривания поверхности заготовок из черных и цветных металлов и сплавов [1, 2], в том числе составы, регламентированные ГОСТ 9.305-84. Однако существенным недостатком известных растворов является высокая рабочая температура их применения, равная 50–80°C. В результате проведенных исследований по выбору и оптимизации состава раствора для химического обезжиривания заготовок перед операцией электроимпульсного полирования установлена перспективность применения разработанного процесса в качестве основной операции технологических процессов очистки поверхности деталей и узлов от различных загрязнений, а также для обезжиривания поверхности при подготовке деталей под нанесение различных функциональных покрытий (гальванических, лакокрасочных и других). На основе полученных данных разработана композиция Обезжириватель НТ-М в трех модификациях (А, Б и В), а также разработаны и утверждены ТУ РБ 100200832.001-2003. Композиция