

## УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОЧИСТКА ПОРШНЕВЫХ И УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ КОЛЕЦ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРЕССИВНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

*А.А. Бодяко, А.Ф. Короткевич*

Разработана технология ультразвуковой очистки поршневых и уплотнительных колец. Определены оптимальные параметры процесса обработки. Произведена замена рабочего раствора соляной кислоты на рабочий раствор технического моющего средства на основе комплекса кислот. Получено значительное сокращение затрат времени и средств на обработку колец. На основании проведённых исследований на предприятии НПП «Технолит» изготовлена и задействована в технологическом процессе изготовления колец установка ультразвуковой очистки.

Ключевые слова: ультразвуковая кавитация, акустические потоки, технические моющие средства

Применение электрофизических методов обработки, к которым относится ультразвуковая обработка, является одним из прогрессивных направлений развития металлообработки [1]. Применение ультразвука позволяет значительно интенсифицировать отдельные виды обработки. При минимальных дополнительных затратах электроэнергии в конечном итоге мы получаем более интенсивную и более качественную обработку поверхности. Современное предприятие стремящееся выпускать конкурентоспособную продукцию не может обойтись в технологических процессах изготовления своих деталей без прогрессивных технологий. Получение продукции с более низкой себестоимостью за счёт применения новых технологий не должно в тоже время приводить к ухудшению условий работы рабочих. Данные мероприятия должны быть безопасны для окружающей среды и здоровья работников.

Одним из предприятий города Могилёва широко применяющем в своём производстве прогрессивные технологии является НПП «Технолит». Предприятие занимается производством поршневых и уплотнительных колец для автотракторной, дорожной техники, бензопил, пусковых двигателей, центробежных насосов, турбокомпрессоров, пусковых двигателей и др. из чугунных отливок, получаемых методом непрерывно циклического литья «наморачиванием». Технология изготовления колец состоит из множества операций. Одной из финишных операций по изготовлению колец, втулок, дисков, клапанов – является высокотемпературная обработка. Кольца, в зависимости от материала исходной структуры и требуемых свойств помещаются в печь с температурой 610-930 °С на время 20-25 минут. В процессе нагрева на поверхности изделий возникает тонкий слой окалина (окисных плёнок). В данном случае окалина является нежелательным явлением, т.к. в процессе работы поршневого узла она выступает в качестве абразива.

Применение для удаления окалины традиционных методов (дробеструйной обработки) нецелесообразно, т.к. детали имеют малые габариты, сложную конфигурацию, окончательную чистоту поверхности, а окисные плёнки являются довольно тонкими. Применение в печах защитной атмосферы не принесло желаемых результатов: окалина образовывалась, расход электроэнергии и времени термической обработки увеличива-

лись. Помимо всего, эти методы увеличивают себестоимость изготовления деталей на 7-11%.

Химическое удаление окалины не принесло желаемых результатов, т.к. отслоение окалины происходило довольно длительно и неравномерно. Приходилось дополнительно применять механическое удаление остатков окалины, что влекло за собой потер производительности и увеличение себестоимости на 8%. Процесс травления одного изделия занимал от 7 до 19 минут, процесс окончательной обработки – от 17 до 29 минут [2].

Прочная связь окалины с поверхностью чугуна объясняется тем, что поверхность обработанных деталей вследствие наличия в чугуне графита представляет собой как бы сплошную зону микротрещин, за которые «цепляется» окалина. Одним из важных факторов, влияющих на время удаления окалины, является шероховатость поверхности: чем она выше – тем сложнее удаляются окисные плёнки. Большое влияние оказывает состояние поверхности изделия – наличие загрязнения (минеральное масло, нагар, жир и т.д.)

В качестве решения проблемы удаления окалины с поверхности чугунных колец нами изначально, в ходе выполнения СНИР «Ультразвуковая очистка поршневых и уплотнительных колец», была предложена ультразвуковая очистка (ультразвуковое травление). Изначально в качестве технологического раствора рассматривались 20% раствор HCl и 22% раствор H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Выбор был сделан в пользу соляной кислоты, т.к. оптимальная температура удаления окалины в соляной кислоте – 20-30 °С, в то время как в серной

50-60 °С [3]. Данная технология была успешно внедрена в технологический процесс на предприятии «Технолит» в качестве финишной операции.

Однако работы по усовершенствованию технологии не остановились. Работа с кислотами относится к категории работ с повышенной опасностью. Это связано не только с работой, но и с хранением, транспортировкой, утилизацией кислоты и т.д. Для аттестации рабочего места необходимо было создать специально оборудованное помещение со сложной системой вентиляции (притяжной и отточной), а также с наличием дорогостоящих приборов-детекторов для контроля концентрации водорода и паров соляной кислоты в воздухе, что создавало дополнительные сложности и материальные затраты.

В ходе выполнения СНИР «Ультразвуковая очистка поршневых и уплотнительных колец с применением прогрессивных экологических решений» перед нами была поставлена задача – найти эффективную замену соляной кислоте, для эффективного применения в ультразвуковой очистке поршневых и уплотнительных колец.

По разработанному нами техническому заданию было разработано и изготовлено рабочее место ультразвуковой очистки на основе ультразвуковой ванны УЗВ-4.



Рис. 1. Рабочее место ультразвуковой очистки РМ-УЗВ-4-Н-Т

После изготовления установки и введения её в эксплуатацию начались испытания по подбору режимов обработки.

В качестве рабочего раствора нами было предложено использование технического моющего средства «ТМС ДТ» (ТУ 2383-002-56478541-01), производимого НПП «Технобиор» (г. Москва). Это препарат на основе комплекса кислот предназначен для удаления отложений и загрязнений различного характера с чёрных и цветных металлов. В состав раствора входят: комплекс кислот, ингибиторы коррозии (для защиты металла изделия, а также металла оборудования от окисления), комплексоны, поверхностно-активные вещества. Оптимальной рабочей температурой препарата является температура 40-50°C и концентрация от 1:20 до 1:5 в зависимости от количества и степени загрязнения поверхности.

Для полного равномерного и скоротечного удаления окалины поверхность изделия необходимо предварительно обезжирить (иначе поверхность изделия получается «пятнистой», т.к. в местах нахождения жировых плёнок кислота действует хуже). Для обезжиривания нами было предложено использовать щелочное техническое моющее средство «ТМС ЛК» (ТУ 2383-002-56478541-01), производимого НПП «Технобиор» (г. Москва). Процесс обезжиривания целесообразно проводить с наложением ультразвуковых колебаний, для наиболее быстрого и эффективного удаления жировых плёнок. Данные препараты являются пожаро- и взрывобезопасными.

Т.к. основной задачей, ставившейся перед установкой – было удаление окалины, а рабочим раствором являлся раствор на основе комплекса кислот, то возникла проблема отвода вредных испарений от рабочего места и помещения. Для этих целей был специально спроектирован и изготовлен вытяжной вентиляционный шкаф. Все вредные испарения, которые образуются в процессе работы, эффективно удаляются из помещения.

После очистки поверхность чугунных изделий представляет собой чистое железо. Технические моющие средства «ТМС ТД» и «ТМС ЛК» в своём составе содержат ингибиторы коррозии, которые служат для защиты металла изделия, а также металла оборудования от окисления. Т.к. обработка изделий проводится вначале в рабочем растворе «ТМС ТД», а затем промывка в рабочем растворе «ТМС ЛК», то показатель защиты от коррозии приближается к 85 %. Для более надёжной защиты изделий от окисления нами дополнительно была введена операция пассивации. Для выполнения этой операции была специально спроектирована и изготовлена пассивационная ванна. Для подогрева и контроля температуры пассивирующего раствора в боковых стенках ванны встроены ТЭН и датчик температуры. Отдельно вынесен пульт управления температурой и временем обработки. Для отвода испарений была также предусмотрена вытяжная вентиляция. Для окончательной просушки изделий была также изготовлена сушильная установка.

При непосредственном введении ультразвука рабочий раствор соляной кислоты материал излучателя достаточно быстро разрушается, т.к. в травильном растворе он подвергается трём видам нагрузок: химическому действию агрессивной среды при повышенной температуре, знакопеременной нагрузке с частотой прилагаемого поля и ударному действию кавитации. При использовании в качестве рабочего раствора технического моющего средства «ТМС ТД» эта проблема стоит не так остро, что позволяет проводить процесс очистки без использования метода, основанного на введении акустической энергии в агрессивную жидкость через промежуточный слой воды. Это позволяет исключить потери значительной части вводимой энергии

В результате замены рабочего раствора соляной кислоты на рабочий раствор технического моющего средства «ТМС ТД» время обработки увеличилось в среднем на 1-4 минуты на одну загрузку, однако производительность практически не снизилась за счёт сокращения вспомогательного времени, затрачиваемого ранее на приготовление раствора соляной кислоты, утилизацию, контроль концентрации и т.д.

В результате проделанной работы было создано рабочее место по очистке чугунных изделий от окалины, спроектированы и изготовлены ультразвуковая установка УЗВ-4, система отточной вентиляции, отработана технология ультразвуковой очистки изделий, последующая их защита от коррозии (пассивация). В результате замены соляной кислоты на технические моющие средства, улучшились условия работы и снизилась опасность загрязнения окружающей среды. Были разработаны техпроцессы, отработана система утилизации отходов. Данный метод позволил повысить качество изделий, производительность труда при незначительном увеличении себестоимости (всего на 4-6%).

#### Литература

1. Основы физики и техники ультразвука: Учеб. пособие для вузов / *В.А.Агранат, М.Н.Дубровин, Н.Н.Хавский*. – М.: Машиностроение., 1987. – 124 с.
2. *Бергман Л.К.* Ультразвук. – М.: Машиностроение, 1957. – 52 с.
3. *Абрамов О.В.* Ультразвуковая обработка материалов. – М.: Машиностроение, 1984. – 254 с.

#### **Бодяко Андрей Александрович**

Студент машиностроительного факультета  
Белорусско-Российский университет, г. Могилёв  
Тел.: +375(29)6605000  
E-mail: [bodyako@tut.by](mailto:bodyako@tut.by)

#### **Короткевич Александр Фёдорович**

Ассистент кафедры металлорежущие станки и инструменты  
Белорусско-Российский университет, г. Могилёв  
Тел.: +375(29)7414025  
E-mail: [saniakor79@mail.ru](mailto:saniakor79@mail.ru)