

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОЧИСТКА ПОРШНЕВЫХ И УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ КОЛЕЦ

А.А. БОДЯКО, А.Ф. КОРОТКЕВИЧ

Разработана технология ультразвукового травления поршневых и уплотнительных колец. Определены оптимальные параметры процесса обработки. 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 ультразвукового травления.

Ключевые слова: ультразвук, травление, ультразвуковая кавитация, акустические потоки

В условиях современного рынка на промышленных предприятиях перед инженерами и руководителями стоит важная задача – завоевание и удержание рынков сбыта. Один из путей решения этой задачи – постоянное улучшение качества продукции и снижение её себестоимости. Тысячи инженеров-технологов ежедневно ломают голову над вопросом: «Как добиться снижения себестоимости, не теряя, а наоборот, повышая качество продукции?». На сегодняшний момент, основным методом решения данной проблемы является внедрение в производство новых прогрессивных технологий.

Данная проблема является актуальной и для 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 «намораживанием». Технология изготовления колец состоит из множества операций, некоторые из которых являются уникальными

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°C на время 20-25 минут. В процессе нагрева на поверхности изделий возникает тонкий слой окалины (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 увеличивались. Помимо всего, эти методы увеличивают себестоимость изготовления деталей на 7-11%.

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

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 загрязнений (минеральное масло, нагар, жир и т.д.)

В качестве решения этой проблемы нами была предложена ультразвуковая очистка (ультразвуковое травление).

Ультразвуковая очистка — сложный физико-химический процесс, включающий развитие кавитации и акустических потоков в очищаемой жидкости, действие которых приводит к разрушению окисных плёнок. Если деталь с окалиной поместить в жидкость и облучить ультразвуком, то под действием ударной волны, возникающей при захлопывании кавитационных пузырьков, поверхность детали очистится от окалины. Кроме того, в жидкости возникает много пузырьков, не связанных с кавитационными явлениями. Эти пузырьки проникают в поры, щели и зазоры между загрязнениями и поверхностью детали. Под действием ультразвуковых колебаний пузырьки интенсивно колеблются, также вызывая разрушение верхнего загрязняющего слоя. Решающее значение имеют ультразвуковая кавитация и акустические потоки.

Условно определено пять разновидностей разрушений загрязнений с помощью ультразвука: отслоение, эмульгирование, эрозия, гидроабразивное разрушение и растворение. Разрушение, отделение и растворение пленки загрязнений при ультразвуковой очистке происходят в результате совместного действия химически активной среды и факторов, возникающих в жидкости под влиянием приложенного акустического поля. Одни факторы действуют на процесс очистки непосредственно, другие — через специфические ультразвуковые эффекты (см. рис.1).



Рис. 1. Схема механизма ультразвуковой очистки

Успешное проведение процесса ультразвуковой очистки возможно лишь при использовании основных эффектов, возникающих в ультразвуковых полях; звукового давления, кавитации, акустического течения, звукокапиллярного эффекта, радиационного давления. Из вышеперечисленных эффектов наибольшее влияние на процесс очистки оказывает ультразвуковая кавитация. Микроударное воздействие захлопывающихся пузырьков способствует разрушению окалины, обладающих высокой адгезией к поверхности, а пульсирующие пузырьки проникают под пленку окалины, отслаивая ее и ускоряя процесс очистки.

В производственных условиях процесс травления окалины производят в 25%-ном растворе соляной кислоты при температуре 25-40°C. При введении ультразвуковых колебаний в травильный раствор процесс травления ускоряется, и длится в пределах 3-6 минут. Известно также, что при реакции соляной кислоты с железом выделяется водород. Под действием ультразвуковых колебаний водородные пузырьки проникают под слой окалины и отслаивают её.

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



Рис. 2. Рабочее место ультразвуковой очистки РМ-УЗВ-4-Н-Т

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

Мы столкнулись с проблемой: при непосредственном введении ультразвука в травильный раствор 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.

Мы отработали метод, основанный на введении акустической энергии в агрессивную жидкость через промежуточный слой воды. Недостатком метода является потеря значительной части вводимой энергии, однако он применим для травления мелких деталей.

В результате проделанной работы была отработана технология ультразвукового травления изделий, последующая их защита от коррозии (пассивация). 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. Ультразвуковая технология / Под ред. В.А.Аграната. – М.: Машиностроение, 1974. – 85 с.
2. Основы физики и техники ультразвука: Учеб. пособие для вузов / В.А.Агранат, М.Н.Дубровин, Н.Н.Хавский. – М.: Машиностроение., 1987. – 124 с.
3. Бергман Л.К. Ультразвук. – М.: Машиностроение, 1957. – 52 с.
4. 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

Короткевич Александр Фёдорович

Ассистент кафедры металлорежущие станки и инструменты
Белорусско-Российский университет, г. Могилёв
Тел.: +375(222) 23-97-75
E-mail: saniakor79@mail.ru