

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ РЕСУРСО- ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

В.В. Клубович, В.Н. Сакевич

Ультразвуковые технологии по праву считаются наукоёмкими и экологически безопасными технологиями. Применение таких технологий в промышленности позволяет кардинально решить такие проблемы, как снижение трудоёмкости производственных процессов, замена ручного труда, экологическая безопасность, экономия материальных и энергетических ресурсов.

Работы по исследованию и разработке ультразвуковых технологий интенсивно ведутся за рубежом, в частности фирмами APC "International Ltd"(США), "Dawe"(Англия), "Lehfelol"(ФРГ), "Osako kiko co LTD"(Япония). Работа этих фирм направлена на создание новых высокопроизводительных технологий, оборудования и систем автоматического управления процессами.

Аналогичные работы по ультразвуковой обработке материалов на протяжении более 25 лет ведутся в ИТА НАНБ (г.Витебск). Уровень технических разработок института в этой области защищен рядом авторских свидетельств на изобретение. Ряд технологий с применением ультразвука, разработанных в институте, внедрены в промышленность Республики Беларусь.

Следует отметить, что при затратах на разработку и изготовление опытного образца в размерах порядка 35 000\$ окупаемость затрат, рассчитанных по методике, изложенной в «Инструкции по оценке эффективности использования в народном хозяйстве республики результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ», утверждённой Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 18.05.2002 №637, составляет от одной недели до 3-х месяцев. Эти экономические показатели лишней раз убеждают в эффективности ультразвуковых технологий. Остановимся более подробно на ряде наиболее эффективных технологиях, внедренных в Республике Беларусь.

1. Технология и оборудование для ультразвуковой финишной обработки деталей.

Восстановление шеек коленчатых валов двигателей осуществляется в основном двумя способами: наплавкой проволоки с порошками или металлизацией шеек валов газодинамическим напылением различными материалами. Оба способа предполагают последующую шлифовку в ремонтный размер и полировку. Качество поверхностного слоя и его адгезия к подложке – один из главнейших факторов, определяющих долговечность деталей, работающих в узлах трения.

Модельные эксперименты показали, что ультразвуковая обработка снижает износостойкость напыленного покрытия. После ультразвуковой обработки ухудшается сцепление покрытия с подложкой, происходит его отслоение. Это характерно для всех режимов металлизации независимо от материала проволоки. Наибольшей износостойкостью обладают образцы, наплавленные проволокой с добавлением порошка и подвергнутые ультразвуковой виброударной обработке до шероховатости $Ra=0,2-0,5$ мкм [1].

Предлагается замена операции полировки на ультразвуковую виброударную поверхностную обработку. Разработан способ и устройство для осуществления оптимальной по износостойкости поверхностной обработки шеек коленчатых валов по сравнению с традиционным полированием, а также позволяющий совместить операции шлифовки и полировки в одну финишную операцию без использования специальных дорогостоящих станков для полировки. Разработано необходимое оборудование, которое монтируется на станке для шлифовки шеек коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания.

Ультразвуковая виброударная финишная обработка поверхности отличается высокой производительностью ($0,1 \text{ см}^2/\text{с}$), экологической чистотой технологического процесса и не имеет недостатков присущих абразивным методам полирования: шаржирования полируемых поверхностей абразивными частицами. По сравнению с выглаживанием поверхностей роликами, шариками или алмазным выглаживанием способ, основанный на виброударной ультразвуковой обработке, отличается более высокой производительностью, большими возможностями управления чистотой поверхности и деформационным упрочнением поверхности, что позволяет расширить область применения способа, в том числе обрабатывать детали с небольшой жесткостью и детали со сложной формой поверхности, например пресс-формы.

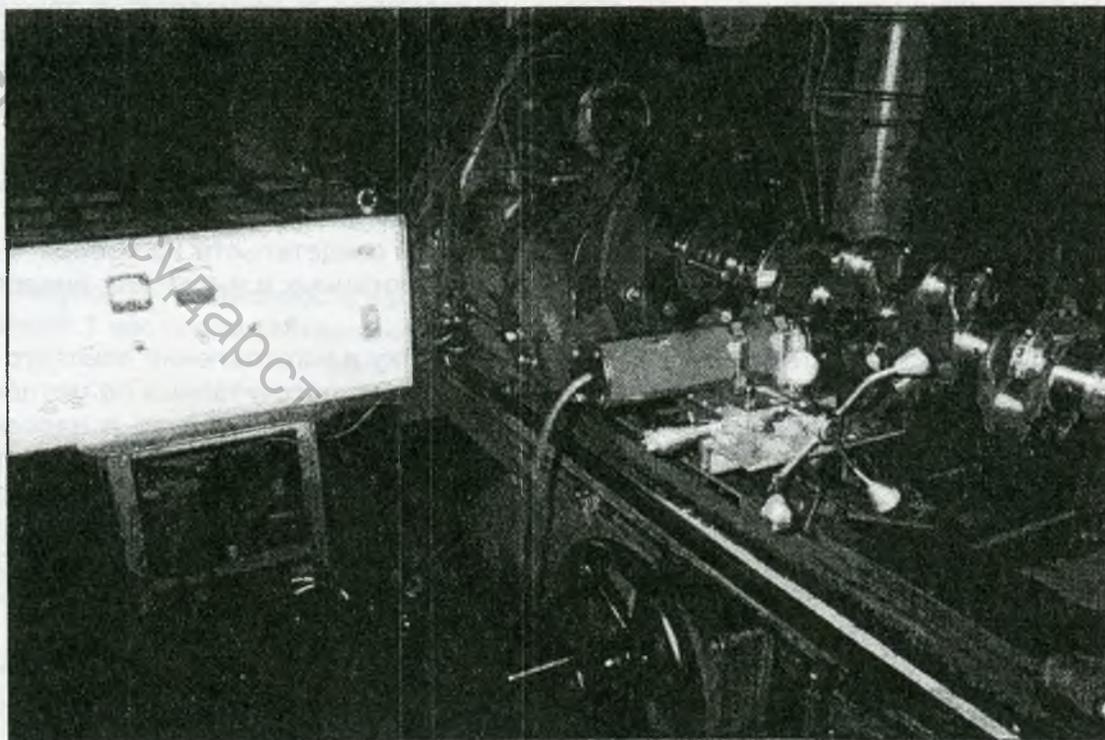


Рисунок 1 – Экспериментальная установка для ультразвуковой финишной обработки шеек коленчатых валов

2. Высокоэффективная технология и оборудование для ультразвуковой очистки и расклинивания.

Значительная доля затрат при ремонте дизельных двигателей приходится на очистку топливной аппаратуры от разного рода загрязнений. Наличие в деталях аппаратуры закрытых полостей и глубоких отверстий, а также прочное соединение деталей друг с другом в процессе эксплуатации при повышенных температурах из-за образования твердых нерастворимых загрязнений создает определенные трудности по их очистке и разделению.

Как показали исследования последних 20-25 лет, выполненные в промышленно развитых странах, применение ультразвука для очистки является наиболее эффективным из всего арсенала средств, используемых для очистки прецизионных деталей.

Широкое распространение получили процессы ультразвуковой очистки по следующим схемам: схема погружения, схема очистки с введением источника колебаний непосредственно в зону очистки, схема с использованием для очистки отраженных акустических потоков, контактный метод. Все схемы кроме контактного основны-

ваются на воздействии внешнего акустического поля и предназначены для очистки простых и открытых поверхностей. Производить очистку деталей топливной аппаратуры при ремонте по этим схемам не представляется возможным, так как они имеют внутренние поверхности и полости, воздействовать на которые внешним акустическим полем невозможно.

Схема очистки контактным методом предусматривает наличие механического контакта источника колебаний и технологического объекта. В этом случае к обычным жидкостным механизмам очистки прибавляются и механические колебания детали, способствующие разрушению и отслоению поверхностных загрязнений. Существующие способы и устройства для реализации контактного метода предназначены для очистки от технологических загрязнений, связанных с условиями изготовления деталей. Эти загрязнения являются кавитационно-нестойкими, т.е. не имеют прочных механических и химических связей с поверхностью и легко удаляются посредством кавитационного воздействия ультразвука. Для рассоединения и очистки деталей топливной аппаратуры от эксплуатационных загрязнений, которые имеют прочную механическую и химическую связь с поверхностью необходимы принципиально новые подходы к очистке таких деталей.

Для решения этой задачи предлагается между колеблющейся поверхностью ультразвукового источника колебаний и изделием возбуждать стохастический виброударный режим механического контактного взаимодействия [2,3]. Воздействие на изделие стохастическими импульсами приводит к возбуждению в изделии различных собственных форм колебаний, что приводит к разрушению нерастворимых загрязнений. Проведенные эксперименты показали высокую эффективность такого способа при очистке деталей форсунки топливной аппаратуры дизельных двигателей [4]. Реализация проекта позволяет восстанавливать распылители форсунок, которые ранее браковались заводами, что дает экономию средств в 5\$ при ремонте одной форсунки.

Ультразвуковой метод очистки позволяет: очищать поверхности, имеющие различные виды загрязнений, в том числе трудно удаляемые обычными методами; сократить длительность очистки и число операций; заменить взрывоопасные, токсичные, дорогие растворители более дешевыми и экологически безопасными моющими водными растворами и водой; механизировать и автоматизировать процесс очистки. Наряду с этим, ультразвуковой метод пригоден для очистки как металлических, так и неметаллических деталей, и не критичен к изменению компонентов моющего раствора.

3. Оборудование и технология ультразвуковой сварки изделий из термопластичных полимеров [5].

Технологический процесс изготовления даже самых простых изделий из пластмасс включает в себя операции соединения отдельных деталей или узлов друг с другом. Наиболее широкое распространение на предприятиях Республики при производстве изделий из пластмасс получило клеевое соединение. Однако, этот способ соединения является малоэффективным, так как при его использовании не возможно механизировать процесс соединения деталей, повысить качество соединений (до 40% бракованных изделий) и культуру производства, снизить трудоемкость операций, избавиться от экологически и пожароопасного производства.

Устранить указанные недостатки, присущие клеевому способу соединения, можно методом сварки. Наиболее перспективным видом сварки, получившим интенсивное развитие в последние годы в промышленно развитых странах, является ультразвуковая сварка. Работы по исследованию и разработке методов ультразвуковой сварки пластмасс интенсивно проводятся за рубежом фирмами "Branson" (США), "Hermann Ultraschalltechnik" (ФРГ), "Ultrasonic" (Англия).

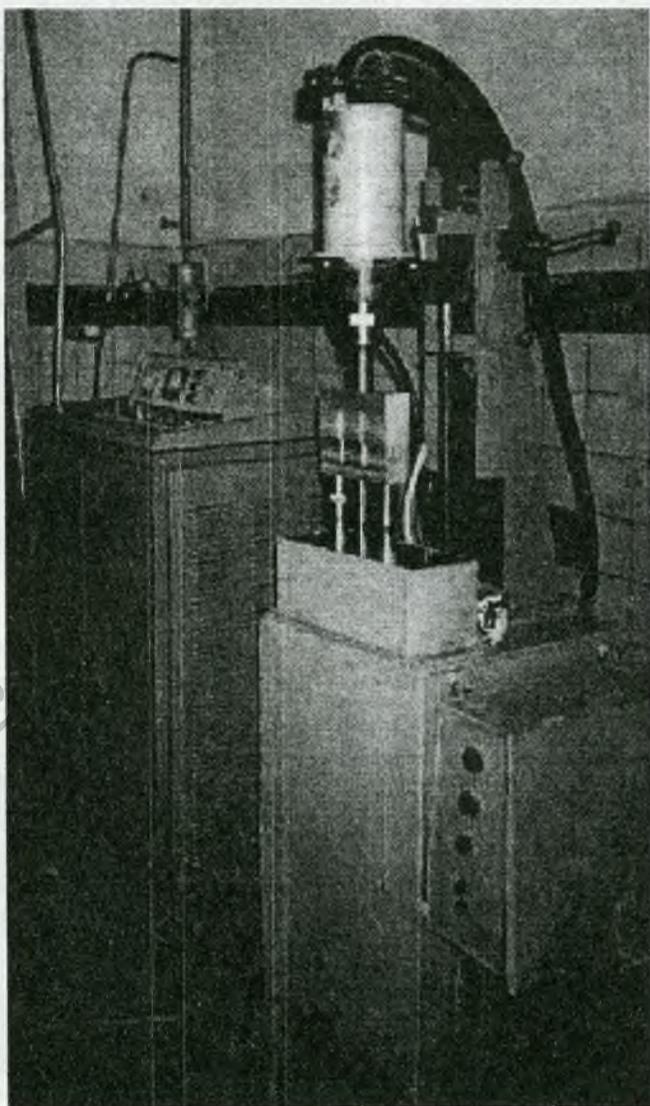


Рисунок 2 - Экспериментальная установка для расклинивания и очистки форсунок

Работа этих фирм направлена на создание новых технологий ультразвуковой сварки, разработку новых схем осуществления этого процесса, расширение номенклатуры пластмасс, свариваемых ультразвуком, создание новых сварочных установок и систем автоматического управления процессом. О масштабах работ по ультразвуковой сварке пластмасс говорит тот факт, что, например, фирма "Branson" предлагает 82 типа машин для осуществления этого процесса.

В Беларуси аналогичные работы по ультразвуковой сварке материалов на протяжении более двадцати лет ведутся в Институте технической акустики Национальной академии наук Беларуси. Уровень технических разработок Института не уступает мировому, что подтверждается рядом авторских свидетельств. Результаты работ на ПО "Электроизмеритель", ОАО "Руденск", Минском заводе "Термопласт" и других предприятиях по замене трудоемкой ручной технологии склеивания изделий из термопластичных полимеров на технологию ультразвуковой сварки, показали, что применение ультразвука при сварке пластмасс позволяет автоматизировать процесс соединения. При этом отпадает необходимость использования экологически опасных клеев. Испытания на прочность и герметичность показали, что выход

годных изделий возрос с 60% при склеивании до 99,8 % при сварке. Время же процесса соединения снизилось с 20 сек. при склеивании до 0,7-1,5 сек. при сварке. Эти показатели, характеризующие качество сварного соединения и производительность процесса обработки, не уступают аналогичным показателям зарубежных фирм.

Как показывает опыт применения ультразвука для сварки полимеров, она успешно заменяет механические методы соединения и склеивания целой группы термопластов. Без ультразвука невозможно дальнейшее совершенствование технологии сварки таких, например, широко распространенных полимеров, как полистирол, полиметилметакрилат, полиэтилентерефталат и т.п. К преимуществу ультразвуковой сварки полимеров перед остальными видами сварки следует также отнести: возможность сварки разнородных полимеров; возможность сварки пластмасс с узким интервалом кристаллизации; возможность сварки некоторых пластмасс на большом удалении от места подвода энергии (30мм и более); возможность сварки по поверхностям загрязненным различными продуктами; локальное выделение тепла в зоне сварки, что исключает перегрев пластмассы, имеющий место при сварке нагретыми газами и нагретым инструментом.

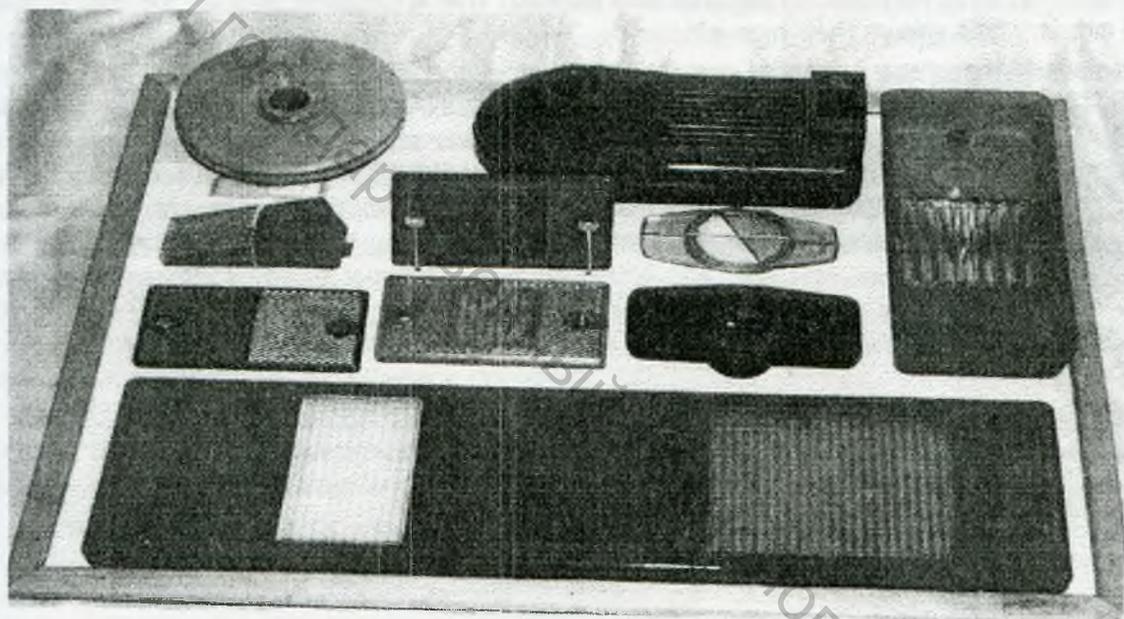


Рисунок 3 - Изделия свариваемые ультразвуком

Экологически безвредный процесс ультразвуковой сварки делает возможным ее использование для герметичной упаковки пищевых продуктов и легковоспламеняющихся веществ.

Освоение предприятиями технологии ультразвуковой сварки изделий из термопластичных полимеров позволит заменить ручные и экологически опасные операции склеивания на автоматизированные и экологически безопасные операции ультразвуковой сварки. Это дает экономию трудовых и материальных ресурсов, безопасное экологическое производство и улучшение условий труда.

Список использованных источников

1. Булавин В.А., Клубович В.В., Сакевич В.Н. Повышение износостойкости шеек коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания // Трение и износ. 1995. Т.16. №2, с. 371-374.

2. Клубович В.В., Сакевич В.Н. и др. Исследование областей притяжения стационарных режимов в виброударной системе с натягом при гармоническом движении ограничителя// Доклады АН БССР, Т.25, №10, с.903-906.
3. Сакевич В.Н. Исследование устойчивости основного режима в колебательной системе с упругой билинейной характеристикой. М., 1985. Деп. в ВИНТИ 15.10.85. №7252-В, 13с.
4. Клубович В.В., Сакевич В.Н. и др. Способ контактной ультразвуковой очистки изделий. Заявка №20010722 от 21.08.01г.
5. Клубович В.В., Сакевич В.Н. и др. Ультразвуковая сварка светотехнических устройств// Сб.: «Сварка и родственные технологии». Минск, 2000. №3, с.38-41.

SUMMARY

The works on research and development of ultrasonic technologies intensively are conducted, as in Republic of Belarus and abroad. The application of such technologies in an industry has shown their high efficiency.

In work the most essential results received in the state scientific institution "THE INSTITUTE OF TECHNICAL ACOUSTICS OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS" for last years on the following directions are generalized: technology and equipment for ultrasonic finishing processing of details; highly effective technology and equipment for ultrasonic clearing and disassembly on a part; the equipment and technology of ultrasonic welding of products from polymers.