

УДК 629.33-77-026.572

Кудряшов Борис Александрович, канд. техн. наук, проф.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, kafedra@tkm.madi.ru

Деев Никита Сергеевич, магистрант,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, kafedra@tkm.madi.ru

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УЛЬТРАЗВУКА

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы, используемые для производства и внедрения ультразвуковых колебательных систем (УКС) технологического назначения. Сформулирована роль показателя «качество» в экономике. Авторы оценивают качество ремонта автомобилей на примере использования магнитострикционных преобразователей ультразвуковых колебаний, анализируют возможности их применения в технологических процессах и приводят рекомендации по совершенствованию методики. Кроме того, особое внимание было уделено повышению качества полного соединения с наложением ультразвуковых колебаний. Закономерным итогом исследования явился вывод о том, что применение энергии высокочастотных колебаний ультразвука направлено на повышение эксплуатационной долговечности и надежности деталей, используемых для ремонта автомобилей.

Ключевые слова: качество, ультразвуковая очистка, ультразвуковая разборка, пайка.

Kudryashov Boris A., Ph. D., professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, kafedra@tkm.madi.ru

Deyev Nikita S., undergraduate,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, kafedra@tkm.madi.ru

INCREASING THE QUALITY OF REPAIRING VEHICLES WHEN USING ULTRASOUND

Abstract. The article deals with modern approaches used for the production and implementation of ultrasonic vibrating systems (UCS) for technological purposes. The role of the indicator of «quality» in the economy is formulated. The authors assess the quality of car repair on the example of the use of magnetostrictive transducers of ultrasonic vibrations, analyze the possibilities of their application in technological processes and provide recommendations for improving the methods. In addition, special attention was paid to improving the quality of the complete connection with the imposition of ultrasonic

vibrations. The logical result of the study was the conclusion that the use of high-frequency energy of ultrasound vibrations is aimed at improving the operational durability and reliability of machine parts used for repair.

Key words: quality, ultrasonic cleaning, ultrasonic disassembly, soldering.

Введение

Проводя опрос среди студентов об их намерении приобрести товар, было интересно узнать, на какой критерий они ориентируются в первую очередь. На первом месте оказалась не цена, а качество.

Качество – достаточно сложное понятие. По ИСО8402-94 качество рассматривается как совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности [1; 2].

Понятно, что обеспечение качества новой продукции при изготовлении – сложный процесс, который зависит от множества факторов. Но для большинства населения продукция, отслужившая определенный срок и выработавшая свой ресурс, по-прежнему востребована, с ней не желают расставаться, хотят, чтобы она еще поработала после ремонта. Это касается, в частности, автомобиля.

В этой ситуации встает вопрос о качестве ремонта автомобиля.

По мнению авторов, наибольший удельный вес по трудозатратам падает на разборочно-очистительные процессы. Разборка деталей и очистка от загрязнений – это не только технологические операции, определяющие возможность и необходимость ремонта, но в большинстве случаев совмещаемые технологические операции, эффективно решаемые на единой научно-методической и материальной основе [3; 5].

Мировой опыт производства и внедрения колебательных систем технологического назначения

Два основных процесса, используемых при разборке и очистке деталей, – это ультразвуковая очистка и ультразвуковая разборка.

Рассмотрим опыт производства и внедрения магнитострикционных преобразователей ультразвуковых колебаний [7; 9].

Технологические процессы, в которых используются амплитуды колебательных смещений источника звука, превышающие под нагрузкой $\xi \geq 10 \dots 12$ мкм, а значение удельной акустической мощности, передаваемой при жидкостных процессах в технологическую среду, достигает $W \geq 10 \dots 12$ Вт/см², принято считать высокоамплитудными. Для осуществления высокоамплитудных технологических процессов требуется применение специальных источников ультразвуковых колебаний – высокоамплитудные колебательные системы, точнее колебательные системы стержневого типа [6; 10].

В колебательную систему, кроме магнитострикционного преобразователя, входят волновод и излучатель. Волновод играет роль промежуточного звена. Излучатель – элемент, который связывает колебательную систему с технологической средой.

Соединение магнитострикционного преобразователя с волноводом осуществляется обычно с использованием пайки.

Конструктивные элементы колебательной системы различны по своему функциональному назначению и соответственно различаются по используемым для их изготовления материалам. Но есть и некоторые общие требования, которые к ним предъявляются.

К таким общим требованиям относятся малые акустические потери (малое затухание колебаний) и высокая усталостная прочность. Поэтому к волноводам предъявляются требования, связанные с возможностью качественной пайки к нему преобразователя, а материал излучателя должен к тому же обладать высокой кавитационной стойкостью.

В конечном счете, надежность и эффективность работы ультразвуковой колебательной системы зависят от качества ее изготовления [8]. Из всех технологических операций определяющими

являются операции термической обработки магнитострикционного материала и соединение пакета с волноводом, которое осуществляется пайкой (табл. 1).

Таблица 1

Влияние режима пайки на величину относительного удлинения

Номер образца	Относительное удлинение $\Delta l/l \cdot 10^6$	Температура нагрева °C	Относительное удлинение после нагрева ТВЧ, $\Delta l/l \cdot 10^6$
№1	40	600	40
№2	40	650	38
№3	40	700	38
№4	40	750	38

Доказано, что наложение ультразвуковых колебаний на ванночку припоя в процессе пайки позволяет улучшить качество паянного соединения.

Для проведения сравнительных испытаний на прочность было спаяно 30 стальных образцов (15 с наложением колебаний и 15 без наложения колебаний). После пайки образцы разрывались на разрывной машине ИМР. Результаты экспериментов сведены в таб. 2.

Следует отметить, что разработка новых направлений ультразвуковой жидкостной и твердотельной технологии повлекла за собой создание достаточно широкой номенклатуры специализированных колебательных систем. Выпуск колебательных систем сосредоточен у разработчиков технологических процессов и в основном носит отраслевой характер [4]. Так, в отрасли тракторного машиностроения был освоен выпуск специализированных стержневых колебательных систем для жидкостной ультразвуковой технологии. Автомобильные заводы производили выпуск колебательных систем в соответствии с имеющимся на заводах технологическим оборудованием.

Таблица 2

Результаты прочностных испытаний спаянных образцов

№ п/п	Пайка с ультразвуком			Пайка без ультразвука		
	X_i , МПа	ΔX_i	ΔX_i^2	X_j , МПа	ΔX_j	ΔX_j^2
1	2200	857	734449	1100	904	817216
2	2570	487	237169	1300	704	495616
3	2600	457	208849	1500	504	254016
4	2600	457	208849	1600	404	163216
5	2930	127	16129	1700	304	92416
6	2930	127	16129	1900	104	10816
7	2970	87	7569	2000	4	16
8	2970	87	7569	2000	4	16
9	3100	43	1849	2000	4	16
10	3190	133	17689	2100	96	9216
11	3320	263	69169	2200	196	38416
12	3370	313	97969	2400	396	156816
13	3510	453	205209	2500	496	246016
14	3700	643	413449	2860	856	732736
15	3900	843	710649	2900	896	802816
$\Sigma X_i = 45860$ $\bar{X}_1 = 3057$ $\Sigma \Delta X_i^2 = 2952695$ $S_1^2 = \Sigma \Delta X_i^2 / (n - 1) = 210907$ $S_1 = 459$				$\Sigma X_j = 30060$ $\bar{X}_2 = 2004$ $\Sigma \Delta X_j^2 = 3819760$ $S_2^2 = 272840$ $S_2 = 522,5$		
$S^2 = (14S_1^2 + S_2^2) / 28 = 240168$, откуда $S = \sqrt{240168} = 490$.						
Вывод: пайка с ультразвуком позволяет повысить прочность паянного соединения в среднем на 52,5%.						

Рекомендации по совершенствованию методики испытания колебательных систем технологического назначения

По мнению авторов, в настоящее время нет единой методики по проведению сравнительных испытаний колебательных систем технологического назначения.

Авторы считают, что методика, которая будет разработана, включит в себя два вида испытаний: статические испытания, характеризующие свойства материала преобразователя, и динамические испытания, позволяющие оценить рабочие свойства реальной колебательной системы.

Статические испытания являются весьма эффективным методом оценки магнитострикционных свойств материала собственно преобразователя на разных стадиях его изготовления и эксплуатации. Относительное удлинение позволяет судить о свойствах исходного материала, о качестве его термической обработки. Изменение величины относительного удлинения, полученное в результате периода эксплуатации, дает информацию о влиянии продолжительности работы на изменение амплитуды колебаний, связанное с изменением магнитострикционных свойств материала преобразования.

Динамические испытания колебательных систем должны определять предельную амплитуду колебаний, характеризовать чувствительность колебательной системы к возбуждающей.

Заключение

Подводя итог, следует отметить, что даже такие простые операции при ремонте автомобилей, как разборка деталей и очистка их от загрязнения могут повлиять на продолжительность срока их использования, улучшить качество ремонта и снизить затраты на ремонт в целом.

Список литературы

1. Коренькова, Л.В. Основные проблемы российской металлургической промышленности / Л.В. Коренькова, Н.С. Козырь // Актуальные вопросы экономических наук. – 2014. – № 39. – С. 107–112.
2. Коваленко, Н.В. Современные тенденции развития транспортного комплекса Российской Федерации / Н.В. Коваленко, В.В. Безновская, А.В. Скороходова // Международный технико-экономический журнал. – 2017. – № 3. – С. 25–31.

3. Кудряшов, Б.А. Повышение эксплуатационных свойств тормозных дисков методами ультразвукового упрочнения / Б.А. Кудряшов // Научные технологии в машиностроении. – 2014. – № 11 (41). – С. 14–18.
4. Кудряшов, Б.А. Состояние рынка черной металлургии на современном этапе / Б.А. Кудряшов, В.В. Безновская, М.С. Наумов // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2016. – № 2 (8). – С. 10.
5. Разработка ультразвуковых колебательных систем, работающих на высоких амплитудах / Б.А. Кудряшов, В.В. Гриб, В.В. Гаевский, И.В. Демьянушко, С.К. Карцов // СТН. – 2017. – № 7. – С. 13–16.
6. Кудряшов, Б.А. Учет технических решений при выполнении выпускной квалификационной работы экономиста / Б.А. Кудряшов, В.И. Прусова, В.В. Безновская // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – Т. 1, № 6. – С. 84–90.
7. Кудряшов, Б.А. Перспективы применения водно-органических эмульсий в качестве технологических моющих сред для ультразвуковой очистки / Б.А. Кудряшов, А.Н. Ливанский, А.Н. Сенин // Научные технологии в машиностроении. – 2013. – № 3 (21). – С. 19–22.
8. Курбанов, Н.Х. Развитие горно-металлургической промышленности в современных условиях / Н.Х. Курбанов, А.Б. Каландаров // Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития. – 2015. – № 10. – С. 45–51.
9. Приходько, В.М. Ультразвуковые технологии на современном этапе развития машиностроения / В.М. Приходько, Д.С. Фатюхин // Научные технологии в машиностроении. – 2016. – № 8 (62). – С. 37–42.
10. Инновационные технологические процессы с использованием ультразвука / В.М. Приходько, Р.И. Нигметзянов, С.К. Сундуков, Д.С. Фатюхин // Научные технологии в машиностроении. – 2017. – № 7 (73). – С. 11–14.

References

1. Koren'kova L.V., Kozyr' N.S. *Aktual'nye voprosy jekonomicheskikh nauk*, 2014, no. 39, pp. 107–112.
2. Kovalenko N.V., Beznovskaja V.V., Skoroxodova A.V. *Mezhdunarodnyj tehniko-jekonomicheskij zhurnal*, 2017, no. 3, pp. 25–31.
3. Kudryashov B.A. *Naukoemkie tehnologii v mashinostroenii*, 2014, no. 11 (41), pp. 14–18.
4. Kudryashov B.A., Beznovskaya V.V., Naumov M.S. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*, 2016, no. 2 (8), p. 10.
5. Kudryashov B.A., Grib V.V., Gaevskij V.V., Dem'yanushko I.V., Karczov S.K. *STIN*, 2017, no. 7, pp. 13–16.
6. Kudryashov B.A., Prusova V.I., Beznovskaja V.V. *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk*, 2018, no. № 6–1, pp. 84–90.
7. Kudryashov B.A., Livanskij A.N., Senin A.N. *Naukoemkie texnologii v mashinostroenii*, 2013, no. 3 (21), pp. 19–22.
8. Kurbanov N.H., Kalandarov A.B. *Infrastrukturnye otrasli jekonomiki: problemy i perspektivy razvitija*, 2015, no. 10, pp. 45–51.
9. Prihod'ko V.M., Fatuchin D.S. *Naukoemkie texnologii v mashinostroenii*, 2016, no. 8 (62), pp. 37–42.
10. Prihod'ko V.M., Nigmatzyanov R.I., Sundukov S.K., Fatuchin D.S. *Naukoemkie texnologii v mashinostroenii*, 2017, no. 7 (73), pp. 11–14.