

УДК 621.318

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТА БЕСКОНТАКТНОЙ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ РИХТОВКИ НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕННОГО СОГЛАСУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Ю.В. Батыгин, профессор, д.т.н., А.В. Гнатов, доцент, к.т.н.,
И.С. Трунова, аспирант, С.А. Шиндерук, аспирант, ХНАДУ

Аннотация. Приведены экспериментальные исследования инструментов бесконтактной магнитно-импульсной рихтовки кузовных элементов автотранспортных средств. Апробировано управляемое силовое магнитно-импульсное воздействие, позволяющее дозированно осуществлять производственную операцию рихтовки.

Ключевые слова: магнитно-импульсная обработка металлов, источник мощности, согласующее устройство, бесконтактная рихтовка.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНСТРУМЕНТА БЕЗКОНТАКТНОГО МАГНІТНО-ІМПУЛЬСНОГО РИХТУВАННЯ НА ОСНОВІ СУМІЩЕНОГО УЗГОДЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Ю.В. Батигін, професор, д.т.н., А.В. Гнатов, доцент, к.т.н.,
І.С. Трунова, аспірант, С.О. Шиндерук, аспірант, ХНАДУ

Анотація. Наведено експериментальні дослідження інструментів безконтактного магнітно-імпульсного рихтування кузовних елементів автотранспортних засобів. Апробовано керований силовий магнітно-імпульсний вплив, що дозволяє дозовано здійснювати виробничу операцію рихтування.

Ключові слова: магнітно-імпульсна обробка металів, джерело потужності, узгоджувальний пристрій, безконтактне рихтування.

THE EXPERIMENTAL RESEARCHES OF NON-CONTACT MAGNETIC-PULSE STRAIGHTENING TOOL BASED ON THE COMBINED MATCHING DEVICE

Yu. Batygin, Professor, Doctor of Technical Science,
A. Hnатов, Assistant Professor, Candidate of Technical Science,
I. Trunova, postgraduate, S. Shynderuk, postgraduate, KhNAHU

Abstract. The experimental researches of tools for non-contact magnetic-pulse straightening of vehicle body elements have been presented. The controlled power magnetic-pulse action, which allows to realize the controlled processing operation of straightening has been approved.

Key words: magnetic-pulse metal processing, power source, matching device, non-contact straightening.

Введение

В настоящее время приобретают все большую актуальность различные технические разработки (инструменты, системы и комплексы), предназначенные для ремонта и восстановления заданных участков корпусов самолётов и кузовных панелей наземных

транспортных средств, в частности автомобилей. И особое место в данных системах занимают инструменты, с помощью которых и производится бесконтактная рихтовка поврежденных металлических поверхностей кузовов. К последним можно отнести различного вида и конструкции согласующие устройства (СУ).

СУ представляет собой импульсный повышающий трансформатор тока, назначение которого заключается в увеличении амплитуды сигнала и варьировании его временных параметров [1]. Согласующие устройства необходимы для согласования источника мощности – магнитно-импульсной установки с инструментом обработки – индукторной системой, что, в конечном итоге, существенно повышает эффективность выполнения заданной технологической операции.

Анализ публикаций

В практике магнитно-импульсной обработки металлов для повышения эффективности силового воздействия на обрабатываемые объекты применяются согласующие устройства различного конструктивного исполнения, например: дисковые плоские, цилиндрические коаксиальные и др. [2].

С точки зрения авторов опубликованных работ [2, 3], многовитковые и одновитковые соленоиды с согласующими устройствами – это существенная принципиальная разница в подходе к вопросу создания инструмента для магнитно-импульсного притяжения проводящих объектов.

Авторским коллективом лаборатории электромагнитных технологий Харьковского национального автомобильно-дорожного университета разработан целый ряд СУ, использование которых позволяет выполнять ранее трудно реализуемые, а порой и невозможные технологические операции по восстановлению кузовных покрытий автомобилей [2–5]. Это открывает совершенно новые возможности в обрабатывающей промышленности, т.к. операции по реставрации могут быть выполнены без каких-либо механических контактов, без разборки кузовных элементов автомобилей, а иногда и без нарушения защитного (лакокрасочного, антикоррозийного) покрытия.

Цель и постановка задачи

Целью настоящей работы является экспериментальная апробация совмещенных согласующих устройств – импульсных трансформаторов тока, применяемых в технике МИОМ для выполнения технологических операций по бесконтактной рихтовке кузовных элементов транспортных средств.

Техническое оборудование. Методика проведения экспериментов

Оборудование, на котором проводились экспериментальные исследования, состояло из:

- источника мощности;
- инструмента бесконтактной магнитно-импульсной рихтовки на основе совмещенного согласующего устройства;
- кабельного подвода (соединяет инструмент с источником мощности).

В качестве источника мощности используется магнитно-импульсная установка МИУС-2 (рис. 1, а), разработанная в лаборатории электромагнитных технологий, которая может работать как в однократном, так и в серийном режиме генерации разрядных импульсов (частота следования импульсов в серии ~7–8 Гц).

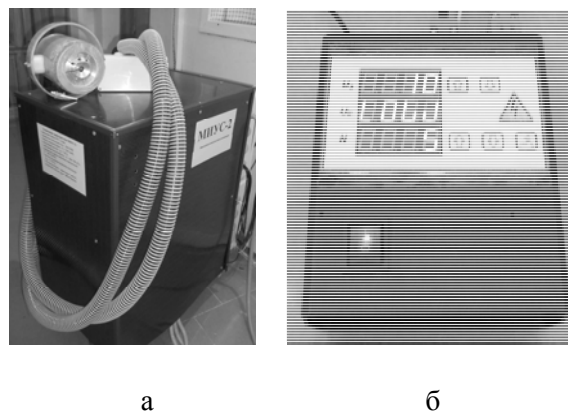


Рис. 1. Магнитно-импульсная установка МИУС-2: а – блок источника мощности; б – пульт управления

Технические характеристики МИУС-2:

- запасаемая энергия $W \sim 2$ кДж;
- ёмкость накопителя – $C = 1200$ мкФ;
- собственная частота – $f_0 \sim 7$ кГц;
- собственная индуктивность – $L \sim 440$ нГн;
- напряжение емкостного накопителя допускает регулировку в диапазоне ~100–2000 В;
- частота следования генерируемых импульсов тока в режиме их многократного повторения – 1–10 Гц;
- режим многократного повторения обеспечивается электронным блоком управления, синхронизирующим процессы заряд-разряд;
- тип коммутаторов – тиристорные выключатели;
- напряжение питающей сети ~ 380/220 В.

В качестве инструмента в экспериментах используются совмещенные СУ цилиндрического (рис. 2, а) и дискового (рис. 2, б) типов.

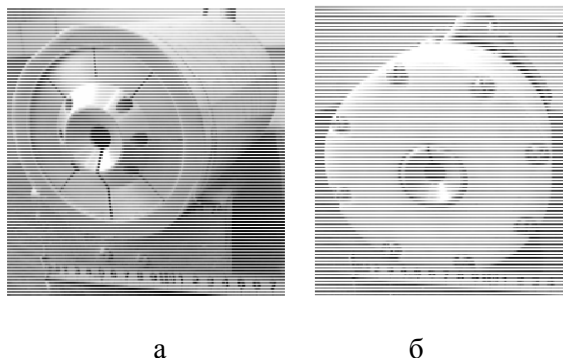


Рис. 2. Инструменты бесконтактной магнитно-импульсной рихтовки на основе совмещенных согласующих устройств: а – цилиндрического типа; б – дискового типа

В качестве образцов металла для проведения экспериментальных исследований используются обшивки автомобиля фирмы «Citroen» и «Subaru» толщиной: «Subaru» – 0,8 мм; «Citroen» – 1,0 мм.

Экспериментальные исследования предполагали создание и удаление вмятин магнитно-импульсным методом (область внутреннего отверстия индуктора) на поверхности листовых образцов из ферромагнитных сталей. Эксперименты проводились в режиме многократного повторения импульсов силового воздействия. Их количество позволяло дозировать интегральную энергию в зоне деформирования и, в конечном итоге, управлять процессом образования или устранения вмятин.

В качестве инструмента в эксперименте № 1 использовалось совмещенное согласующее устройство цилиндрического типа.

Экспериментальный образец – лист металла обшивки кузова автомобиля «Subaru», сталь толщиной ~ 0,8 мм.

Магнитно-импульсное притяжение серией 20 разрядных импульсов. Получение вмятины: силовым магнитно-импульсным притяжением на ровной поверхности образца была получена вмятина глубиной ~ 1,7 мм и диаметром ~ 40 мм [6] (рис. 3, а).

Устранение вмятины осуществлялось силовым магнитно-импульсным притяжением,

было произведено втягивание металла вмятины до уровня поверхности листового образца (рис. 3, б). В результате эксперимента получено удовлетворительное выравнивание образца, лакокрасочное покрытие осталось неповрежденным.

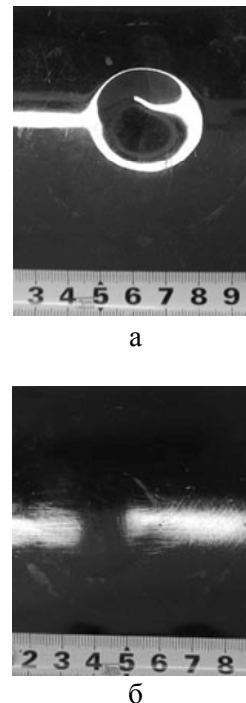


Рис. 3. Фрагмент обшивки кузова автомобиля «Subaru»: а – образование вмятины; б – удаление ранее образованной вмятины

В качестве инструмента в эксперименте № 2 использовалось совмещенное согласующее устройство дискового типа [7]. Экспериментальный образец – лист металла обшивки кузова автомобиля «Citroen», сталь толщиной ~ 1,0 мм.

Магнитно-импульсное притяжение серией 40 разрядных импульсов. Получение вмятины: силовым магнитно-импульсным притяжением на ровной поверхности образца была получена вмятина глубиной ~ 1,2 мм и диаметром ~ 40 мм (рис. 4, а).

Устранение вмятины производилось силовым магнитно-импульсным притяжением, было произведено втягивание металла вмятины до уровня поверхности листового образца (рис. 4, б). В результате эксперимента получено удовлетворительное выравнивание образца, лакокрасочное покрытие не было повреждено.



Рис. 4. Фрагмент обшивки кузова автомобиля «Citroen»: а – образование вмятины; б – удаление ранее образованной вмятины

Выводы

Экспериментально продемонстрированы практические возможности магнитно-импульсного притяжения заданных участков листовых ферромагнетиков.

Практически реализовано управляемое (дозированное) силовое магнитно-импульсное воздействие, позволяющее осуществлять контролируемое деформирование объекта в зоне обработки.

Продемонстрировано на практике внешнее бесконтактное выравнивание деформированных участков поверхности автомобильных кузовов (внешняя бесконтактная рихтовка), не требующее, в отличие от известных практически действенных способов, обязательного доступа с внутренней стороны рихтуемой вмятины.

Литература

1. Белый И.В. Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов / И.В. Белый, С.М. Фертик, Л.Т. Хищенко. – Х.: Вища школа, 1977. – 168 с.

2. Туренко А.Н. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Теория и эксперимент притяжения тонкостенных металлов импульсными магнитными полями: монография / А.Н. Туренко, Ю.В. Батыгин, А.В. Гнатов. – Х.: ХНАДУ. – 2009. – Т.3. – 240 с.
3. Батыгин Ю.В. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Магнитно-импульсные технологии бесконтактной рихтовки кузовных элементов автомобиля / Ю.В. Батыгин, А.В. Гнатов, Е.А. Чаплыгин. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 242 p.
4. Батыгин Ю.В. Импульсные магнитные поля для прогрессивных технологий. Магнитно-импульсные технологии для формовки кузовных элементов автомобиля / Ю.В. Батыгин, А.В. Гнатов, Е.А. Чаплыгин – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 208 p.
5. Пат. 69467 Україна, МПК В21D 26/14. Спосіб магнітно-імпульсної обробки тонкостінних металевих заготовок з використанням узгоджувального пристрою / Батигін Ю.В., Гнатов А.В., Аргун Щ.В., Смирнов Д.О., Трунова І.С., Чаплигін Є.О. Щіголева С.О.; заявник та патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – № u 201113344 ; заявл. 14.11.2011; опубл. 25.04.2012, Бюл. № 8.
6. Экспериментальное деформирование заданных участков листовых ферромагнетиков силами магнитно-импульсного притяжения [Электронный ресурс]. – Материалы сайта – 2012. – Режим доступа: <http://electromagnetic.comoj.com>.
7. Пат. 68745 Україна, МПК В21D 26/14. Спосіб магнітно-імпульсної обробки тонкостінних металевих заготовок / Батигін Ю.В., Гнатов А.В., Аргун Щ.В., Трунова І.С., Чаплигін Є.О.; заявник та патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – № u 201111225 ; заявл. 21.09.2011; опубл. 10.04.2012, Бюл. № 7.

Рецензент: А.В. Бажинов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 3 апреля 2013 г.