



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122800** (13) **U**  
(51) МПК (2017.01)  
**F02P 19/00**  
**F23Q 7/00**

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2017 08055</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Батигін Юрій Вікторович (UA),</b> <b>Чаплигін Євген Олександрович (UA),</b> <b>Стрельнікова Вікторія Анатоліївна (UA),</b> <b>Сабокар Олег Сергійович (UA),</b> <b>Шиндерук Світлана Олександрівна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>02.08.2017</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.01.2018</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.01.2018, Бюл.№ 2</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ</b> <b>АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ</b> <b>УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA), <b>Батигін Юрій Вікторович,</b> вул. Ахсарова, 416-Б, кв. 2, м. Харків, 61051 (UA), <b>Чаплигін Євген Олександрович,</b> шосе Салтівське, 73-а, кв. 57, м. Харків, 61038 (UA)

**(54) ПРИСТРІЙ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ З МАГНІТНИМ КОНЦЕНТРАТОРОМ**

**(57) Реферат:**

Пристрій індукційного нагріву з магнітним концентратором включає в себе джерело змінної напруги високої частоти та виконавчий пристрій у вигляді інструмента-індуктора. Обмотка інструмента-індуктора розміщується на феритовому сердечнику та має рівномірно розподілену щільність укладки витків вздовж сердечника.

**UA 122800 U**



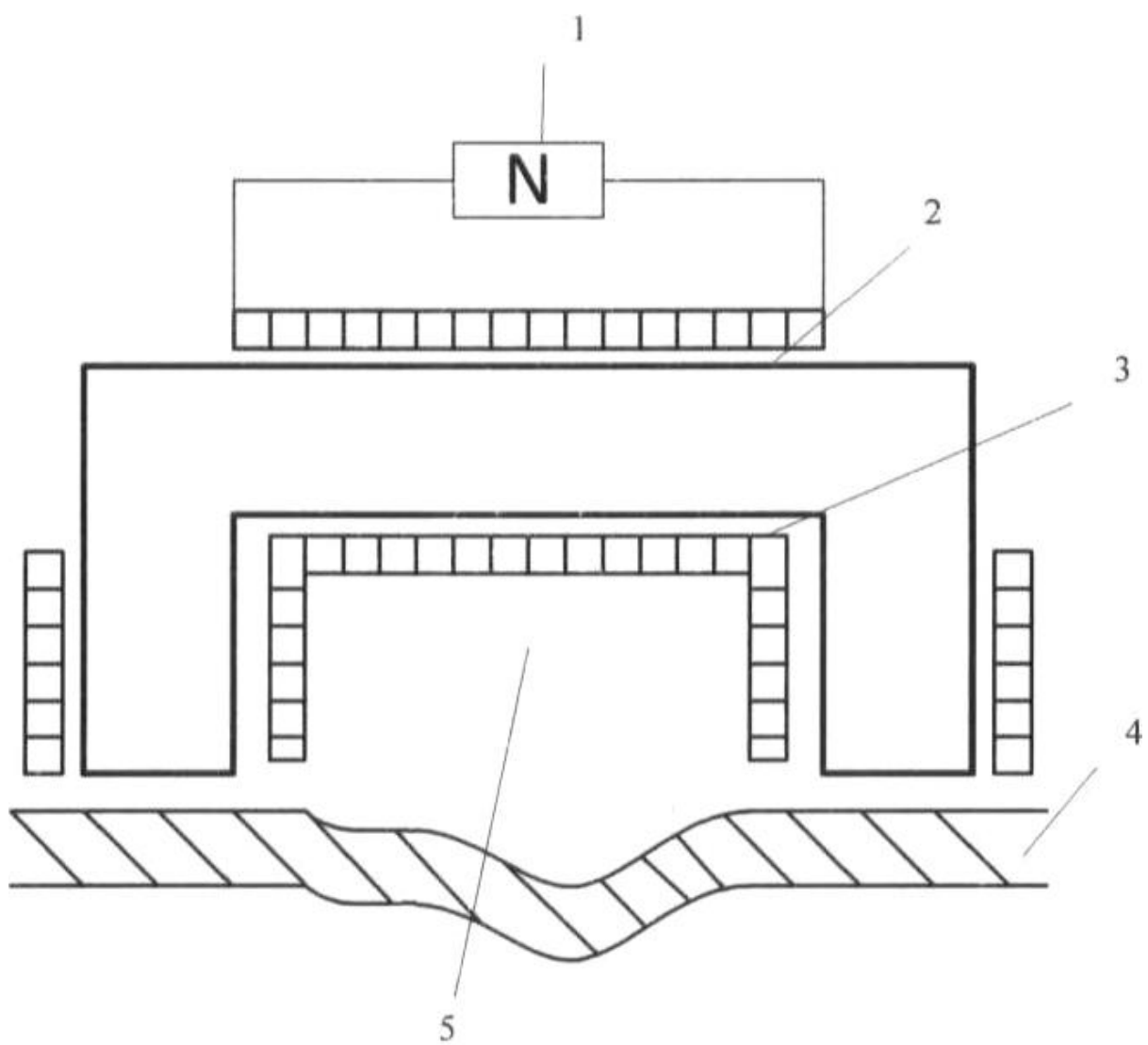


Fig. 1



Корисна модель належить до пристроїв для нагрівання металевих елементів, з метою надання необхідних геометричних форм або збирання чи розбирання конструкцій в технологіях обробки металів та ремонтних технологіях із видалення набутих нерівностей на поверхні кузовних елементів та при зборці складних конструкцій елементів транспортних засобів.

Відомим є технічне рішення видалення набутих нерівностей на поверхні листових металів, у випадку відновлення геометричних форм кузовних елементів транспортних засобів з використанням механічних конструкцій. Дане рішення базується на застосуванні опорно-важільних пристроїв різної конфігурації. Так, наприклад, для видалення набутої деформації поверхні у вигляді вм'ятини, над нею розташовується опорно-важільний пристрій із пуансоном, який приварюється точково до локального центру дефекту форми за допомогою спеціального імпульсного генератора і потім виконується витягування області металу. Докладно ця технологія представлена у документах [пат. № US6.874.347B2 (США, 2005 р., R. Meichtry) та у пат. № WO 03/043757 (США, 2003 р., R. Meichtry)].

Основними недоліками даного рішення є неминуче пошкодження лакофарбового покриття зони вирівнювання, необхідність у великій кількості апаратних засобів та їх модифікацій та потреба у достатньо високій кваліфікації оператора.

Окрім вирівнювання вм'ятин, при виконанні деяких ремонтних операцій виникає необхідність розбирати різьбові з'єднання. Як наведено у технічному описі [Пат. 52259 України В25В 21/00, опубл. 25.08.2010, Бюл. № 16], механічним пристроєм, а саме ручним гайковертом, це виконується наступним чином: під час передачі зусилля з важеля на фрикційний механізм останній затискає штангу і передає обертальний момент на жорстко встановлену в штанзі робочу головку. Аналогічним чином передається обертальний момент на додаткову головку, при цьому попередньо розвертають штангу, фрикційний механізм вільно знімають зі штанги, перевертають, надівають знову і здійснюють розкручування гайки. Незважаючи на видиму простоту операції та швидкість, в разі пошкодження різьбового з'єднання корозійними процесами, виконання операції роз'єднання досить складне та потребує великої фізичної сили, тому що через конструктивну особливість різьбового з'єднання гайки та бовти можуть набувати нероз'ємного контакту через утворення корозійних шарів.

Альтернативою до попередніх, яка позбавлена їх основних недоліків, є спосіб індукційного нагріву металів з магнітним концентратором. Металевий елемент транспортного засобу розмішують під інструментом-індуктором (або всередині нього, якщо здійснюють операцію розбирання різьбового з'єднання) та завдяки впливу електромагнітного поля, що збуджує вихрові струми Фуко, які є джерелом теплової енергії, виконують необхідну технологічну операцію.

Незважаючи на явні переваги такого способу, виготовлення необхідного обладнання є високотехнологічним процесом, має велику вартість, а сам процес обробки є енергоємним.

Найбільш близьким за своєю технічною суттю до запропонованого пристрою, є спосіб індукційного нагріву, представлений у документах [пат. 103494 України В21D 26/14, опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24 та у пат. 106703 України Н05В 6/10, опубл. 25.09.2014, Бюл. № 18]. Принцип роботи цього способу базується на генерації сил притягання за законом Ампера при взаємодії струму індуктора та індуктованих струмів у металі. За умов дотримання частотних показників імпульсу струму в індукторі та його власних електричних параметрів, ефект випрямлення області листового металу в робочій зоні індуктора, може бути використаним в технологіях ремонту, а саме: демонтаж різьбових з'єднань та безконтактне вирівнювання незначних вм'ятин на кузовних елементах транспортних засобів без пошкодження поверхневого лакофарбового покриття.

Перевагами такого способу обробки металу є швидкість та простота операції, що не потребує значних особливих навичок у робітника.

Суттєвим недоліком є низький ККД, через низький рівень поверхневого тиску сил Ампера у порівнянні з силами відштовхування за тієї ж енергії, яку споживає індуктор-інструмент.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення пристрою для обробки металевих конструкцій із застосуванням попереднього індукційного нагріву зони силового впливу з метою підвищення ефективності виконання технологічних операцій з ремонту транспортних засобів у порівнянні з аналогами.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що, відповідно до корисної моделі, передбачається введення до конструкції інструмента-індуктора сердечника з фериту. Це дозволяє підвищити інтенсивність та швидкість нагріву металевих елементів, оскільки під дією струму, що проходить через витки обмотки індуктора у феритовому сердечнику відбувається різке посилення зовнішніх магнітних полів, і як результат посилюються індуктовані струми в матеріалі заготовки. Сердечник з фериту називатимемо магнітним концентратором, оскільки



саме від дозволяє накопичити максимально можливу енергію магнітного поля в зоні впливу індуктора.

На Фіг. 1 представлена схема будови пристрою для обробки металів із застосуванням одного сумісного індуктора П-подібної форми з рівномірно розподіленою щільністю укладки витків вздовж сердечника для виконання індукційного нагріву. На Фіг. 1 позначено наступні позиції: 1 - джерело змінної напруги високої частоти; 2 - феритовий сердечник; 3 - обмотка; 4 - об'єкт впливу (металевий лист із вм'ятиною); 5 - зона впливу.

Запропонований пристрій працює наступним чином.

Залежно від технологічної операції, що потрібно виконати, виконавчий пристрій інструмент-індуктор необхідної геометричної форми розташовують над об'єктом впливу 4 та зонами залишкових напружень металу так, щоб об'єкт знаходився безпосередньо під зоною впливу 5. Обмотка 3 підключається до джерела змінної напруги високої частоти 1. Струми, що індукуються зовнішнім електромагнітним полем виконавчого пристрою, наводяться в зоні концентрації залишкових напружень, утворюючи при цьому внутрішнє джерело теплової енергії, яке нагріває метал в зоні впливу 5 та послаблює залишкові напруження. Як наслідок, шляхом усадки металу відбувається видалення вм'ятини. Беручи до уваги достатню потужність джерела змінної напруги високої частоти 1, тобто джерела зовнішньої енергії, температура не встигає розповсюджуватись у поверхневий шар лакофарбового покриття елемента, якщо такий є, за час видалення вм'ятини, що не пошкоджує його структуру і цілісність. Така технологія має безконтактний характер.

На фіг. 2 представлена схема будови пристрою для ремонту та обслуговування транспортних засобів із застосуванням окремого індуктора тороїдальної форми з рівномірно розподіленою щільністю укладки витків вздовж сердечника для індукційного нагріву під час виконання демонтажу різьбового з'єднання елементів металевих конструкцій. На Фіг. 2 позначено наступні позиції: 1 - джерело змінної напруги високої частоти; 2 - феритовий сердечник; 3 - обмотка; 4 - об'єкт впливу (металеве різьбове з'єднання); 5 - зона впливу.

Дана реалізація запропонованого пристрою має ідентичний спосіб дії, як і реалізація за Фіг. 1.

Головною відмінністю є наявність у джерелі змінної напруги високої частоти додаткової системи відстеження за станом магнітного насичення феритового сердечника, що дозволяє корегувати ступінь насичення енергією та інтенсивність впливу на металевий об'єкт. Окрім цього індукований струм, що наводиться на поверхні об'єкта, що нагрівається, характеризується різким скін-ефектом. При достатній потужності джерела зовнішньої енергії досягається перевищення значення лінійного радіального теплового розширення металу об'єкту нагріву - гайки над металом бовта. Разом із впливом високої температури це призводить до руйнування контактної корозійної оболонки та збільшення зазору між ними, що також призводить до зменшення зусиль на роз'єднання різьбового з'єднання.

Доцільність реалізації запропонованої авторами розробки підтверджується науковим доробком [М.Н. Нурмухаметов, М.У. Умаров, Магнитно-импульсное формообразование осесимметричных заготовок из трудно деформируемых материалов с предварительным нагревом. / Современное состояние и перспектива развития магнитно-импульсной обработки. - Самара, 1991. - С. 42-44], а робота системи відповідає класичним законам електротехніки і не суперечить відомим фізичним залежностям [Атабеков Г.И., Основы теории цепей. - М.: Энергия, 1969 г.]. Запропонований пристрій має ряд переваг.

1. Підвищення інтенсивності магнітного поля в зоні локального силового впливу, що дозволяє знизити необхідний рівень електричної енергії, яка споживається індуктором-інструментом.

2. Прогнозоване підвищення ККД одного робочого циклу.

Галузь застосування - виконання операцій виробництва та ремонту сухопутних та морських транспортних засобів.

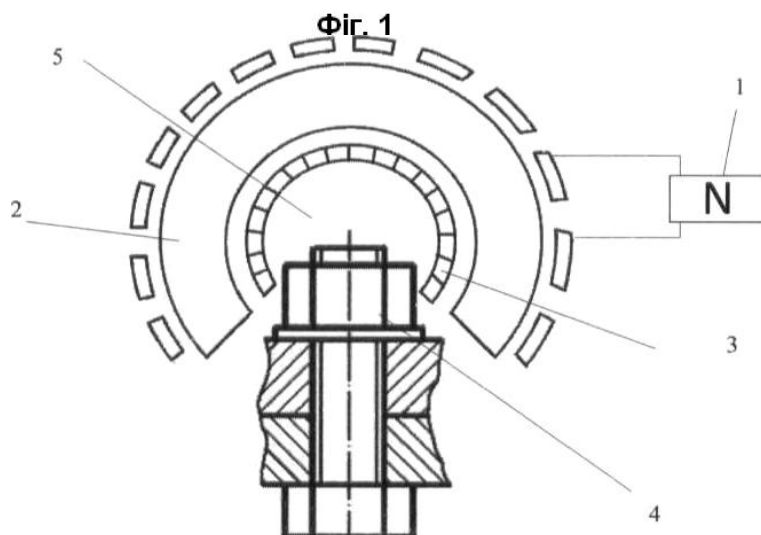
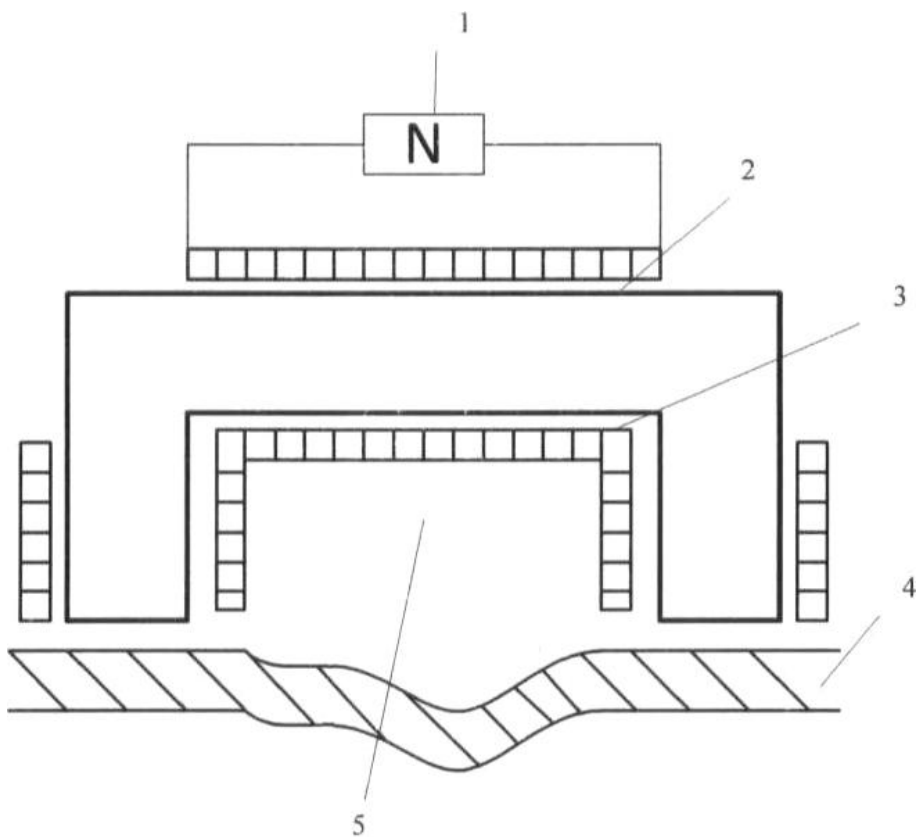
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Пристрій індукційного нагріву з магнітним концентратором, що включає в себе джерело змінної напруги високої частоти та виконавчий пристрій у вигляді інструмента-індуктора, який **відрізняється** тим, що обмотка інструмента-індуктора розміщується на феритовому сердечнику та має рівномірно розподілену щільність укладки витків вздовж сердечника.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що феритовий сердечник має П-подібну форму повздовжнього перерізу з робочою зоною у торцевих частинах.



3. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що джерело змінної напруги високої частоти додатково комплектується системою відстеження за станом магнітного насичення феритового сердечника, що має тороїдальну форму з сегментним прорізом, у якому розташовується робоча зона інструмента.



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601