



источниками электромагнитного поля индуктора являются контуры тока и системы контуров (витков обмотки). Они имеют конечные размеры и зачастую мало зависящее от токов в нагреваемых деталях распределение плотности тока вдоль обращенной к деталям поверхности витков индуктора.

Поэтому при решении задачи целесообразно сразу учесть известную информацию об источниках поля и ввести ее в рассмотрение в явном виде, поскольку в силу цилиндрической симметрии известна их структура. При этом можно еще более упростить процедуру синтеза.

В новой постановке для того, чтобы учесть известную структуру источников поля, необходимо ввести условие допустимой погрешности реализации заданного на поверхности нагреваемых деталей векторного потенциала \vec{A}_e :

$$|\vec{A}_e - \vec{A}_{ei}| < \epsilon, \quad (6)$$

где \vec{A}_{ei} — векторный потенциал магнитного поля, генерированный на поверхности нагреваемых деталей током индуктора; $\epsilon \geq 0$ — произвольное малое число, определяющее допустимую погрешность в реализации поля на поверхности деталей.

При этом целесообразно изменить постановку задачи синтеза, сформулировать ее как задачу минимизации функционала

$$F = \iint_S [\vec{A}_e(r_{ek}, z_{ek}) - \vec{A}_{ei}(I_i, r_i, z_i)]^2 drdz, \quad (7)$$

где I_i — ток индуктора; индекс i относится к координатам источников электромагнитного поля (индуктору), а индекс k — к координатам зоны поверхности нагреваемых деталей, в которых задано распределение (4) или (5).

Благодаря тому, что функционал (7) необходимо решать для поверхности деталей, он существенно упрощается и принимает вид

$$F = \int_L [\vec{A}_e(r_{ek}, z_{ek}) - \vec{A}_{ei}(I_i, r_i, z_i)]^2 dx. \quad (8)$$

В том случае, если функции (4) или (5) заданы в ограниченном числе точек поверхности нагреваемых деталей (точках коллокации), то можно использовать запись функционала (8) в форме

$$F = \sum_{k=1}^N [\vec{A}_e(r_{ek}, z_{ek}) - \vec{A}_{ei}(I_i, r_i, z_i)]^2 = 0, \quad (9)$$

где k — номер точки коллокации; N — количество точек коллокации.

Полученное решение задачи синтеза по определению удовлетворяет уравнениям электромагнитного поля и граничным условиям. Поэтому оно является искомым решением в силу теоремы единственности решения для системы уравнений Максвелла [8].

Указанным путем был выполнен синтез конкретных индукционных систем для нагрева под пайку и сварку труб [4] и фланцевых соединений [6] труб.

Экспериментальная проверка показала, что погрешность расчетов по разработанному методу лежит в пределах единиц процентов. Это позволяет рекомендовать его для применения при разработке и проектировании оборудования для технологических процессов.

1. Колесников Э. В. Синтез двумерного магнитного поля у ферромагнитной плоскости // Изв. вузов. Электромеханика. — 1966. — № 5. — С. 487–505.
2. Колесников Э. В. Синтез магнитного поля с помощью магнетиков конечной проницаемости // Там же. — № 7. — С. 691–709.
3. Волынский Б. А., Бухман В. Е. Модели для решения краевых задач. — М.: Физматгиз, 1960. — 452 с.
4. Письменный А. С. Синтез индукционных систем для сварки и пайки // Автомат. сварка. — 1990. — № 5. — С. 11–15.
5. Письменный А. С. Расчет индукционных систем электротермической гибки сварных трубопроводов // Там же. — 1991. — № 10. — С. 39–42.
6. Письменный А. С., Прокофьев А. С., Шиплов М. Е. Синтез индукционных систем для пайки фланцевых соединений труб по заданному распределению мощности в зоне шва // Там же. — 1999. — № 8. — С. 17–21.
7. Письменный А. С. Импедансные граничные условия на поверхности электропроводных тел в задачах электротермии // Доп. НАН України. — 1995. — № 1. — С. 64–66.
8. Кошляков Н. С., Глинер Э. Б., Смирнов М. М. Уравнения в частных производных математической физики. — М.: Высш. шк., 1970. — 712 с.

Method of synthesis of electromagnetic field and design of inductor are described. The method is realized by using impedance boundary conditions and preset distribution of specific power at the workpiece surface being heated.

Поступила в редакцию 25.07.2000

УДК 621.778.28:331.875.4

ПРАВКА ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ НА АВТОМАТАХ

С. А. ВАСИЛИШИН, канд. техн. наук (КПО «Призма-Пресс», г. Хмельницкий, Украина)

Описаны виды и особенности технологических процессов правки металлических материалов из бунта. Рассмотрены конструкции правильных рамок и отличия их работы. Предложена усовершенствованная конструкция правильной рамки, позволяющая устанавливать различные схемы ее регулировки в зависимости от диаметра и вида материала, подвергаемого правке.

Ключевые слова: правка проволоки, роликовая правка, всесторонняя правка, правильная рамка, конструкции, схемы настройки

При всем многообразии технологических процессов и конструкций оборудование по изготовлению изделий из проволоки (в частности электродов) имеет общие операции. Среди них наиболее важной является правка проволоки из бунта.

В зависимости от требований, предъявляемых к качеству правки, а также от профиля поперечного сечения исходного материала существуют два основных принципиально различных технологических процесса правки материала в бунтах:

роликовая правка в двух взаимно перпендикулярных плоскостях посредством многократного поперечного пластического изгиба (роликовые правильные машины);

всесторонняя правка путем многократного пластического поперечного изгиба в сухарях (фильерах) вращающейся правильной рамки.

Правка металла с помощью роликов обычно применяется для сортового и фасонного проката. Для обеспечения этого процесса в двух плоскостях часть роликов устанавливают в горизонтальной плоскости, другую — в вертикальной. В этих машинах правка осуществляется между двумя рядами роликов, причем ролики одного ряда размещены по отношению к роликам другого ряда в шахматном порядке. Материал при прохождении между роликами подвергается многократным, чере-

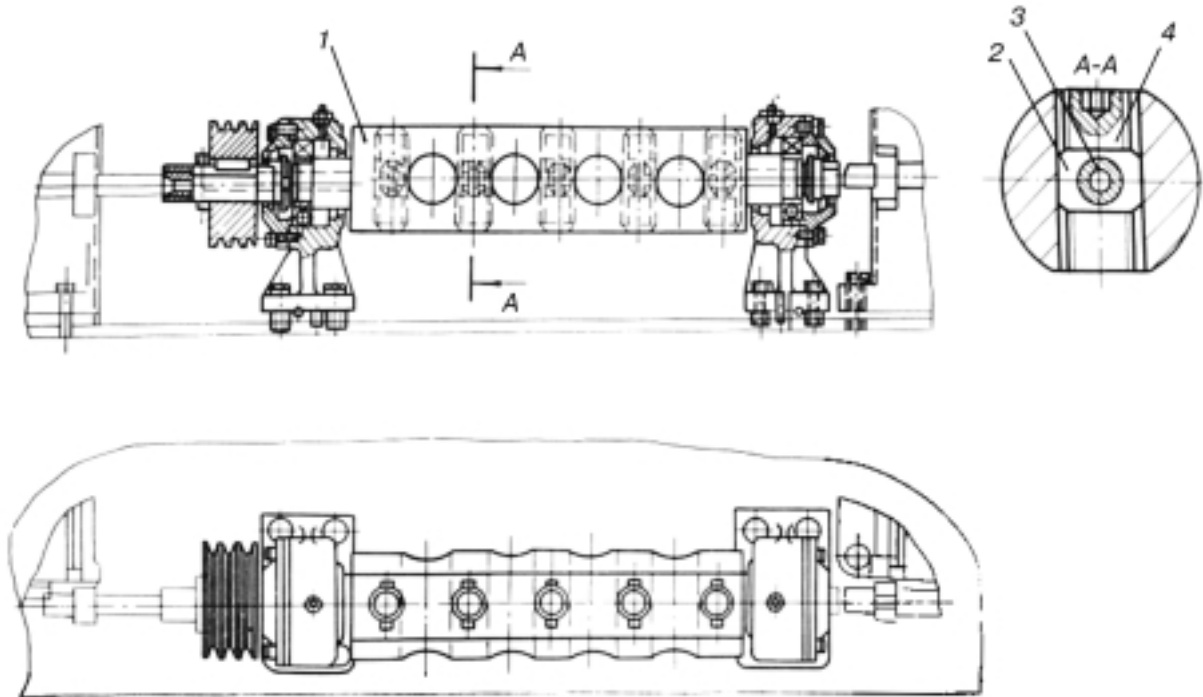


Рис. 1. Правильная рамка с правильными втулками. Обозначения поз. 1-4 см. в тексте

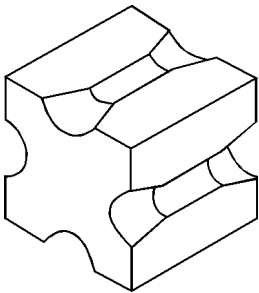


Рис. 2. Четырехгранный правильный сухарь

дующимся в противоположные стороны поперечным изгибам (перегибам) с напряжениями, превосходящими предел текучести материала, в результате чего и достигается его правка.

Правильно-роликовые устройства успешно используются в пружино- и шайбонавивочных, проволоочно-гвоздильных, сетко-вязальных автоматах. Для правки фасонного проката они применяются также в правильно-отрезных автоматах.

Всесторонняя правка проволоки может применяться только для правки металла круглого сечения и производится с помощью быстровращающейся правильной рамки со специальными сухарями. Материал, протаскиваемый при вращении рамки сквозь смещенные относительно оси рамки сухари, выправляется посредством многократных, чередующихся в противоположные стороны пластических поперечных изгибов. Основным преимуществом процесса правки с помощью вращающейся правильной рамки по сравнению с процессом правки с помощью роликов является значительно более высокое качество выправленного ма-

териала. Недостатком этого способа является невозможность производить правку материала профильного сечения.

Правильные рамки правильно-отрезных автоматов применяются для правки только круглого проката. Существуют различные виды правильных рамок, которые имеют практическое применение. Одной из наиболее распространенных является конструкция правильной рамки с правильными втулками (рис. 1), применяемая на правильно-отрезных автоматах моделей И6119 и И6122, выпускаемых Хмельницким заводом КПО «Пригма-Пресс».

Правильная рамка конструктивно представляет собой цилиндрический вал *1* на двух подшипниковых опорах. Вал имеет сквозной канал, образованный отверстиями, выполненными в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и смещенных относительно друг друга на шаг расположения правильных втулок. В отверстия устанавливаются сухари *2* с правильными втулками *3*, которые фиксируются в радиальном направлении с двух сторон винтами *4*. С помощью этих винтов смещением оси втулок устанавливается перегиб проволоки в правильной рамке. Достоинством такой правильной рамки является простота изготовления правильных втулок, недостатками — быстрый износ правильных втулок по внутреннему диаметру несмотря на то, что они изготавливаются из высококачественных инструментальных сталей, а также необходимость установки втулок на ось при заправке проволоки в правильную рамку. Для устранения последнего некоторые фирмы, эксплуатирующие данные автоматы, устанавливают правильные втулки из твердого сплава. Тогда их стойкость возрастает в десятки раз. Если требуется минимальное деформирование наружной поверхности выправляемой проволоки (для цветных металлов и сплавов), то правильные втулки рекомендуется изготавливать из мягких материалов.

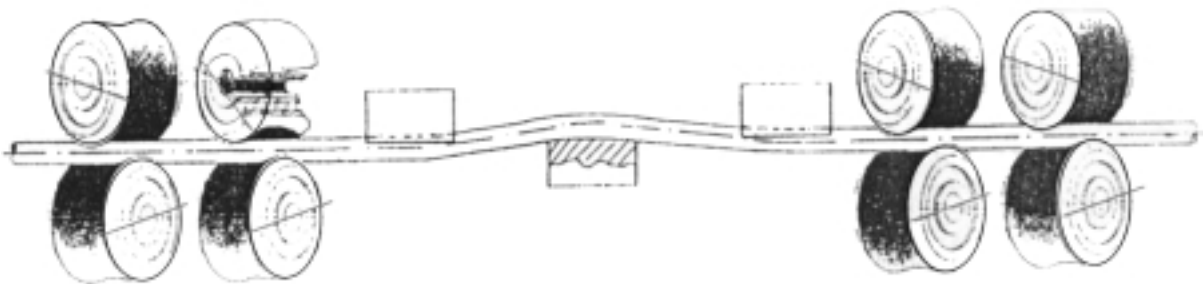


Рис. 3. Схема правильной рамки с вращающимися рамками и правильными сухарями

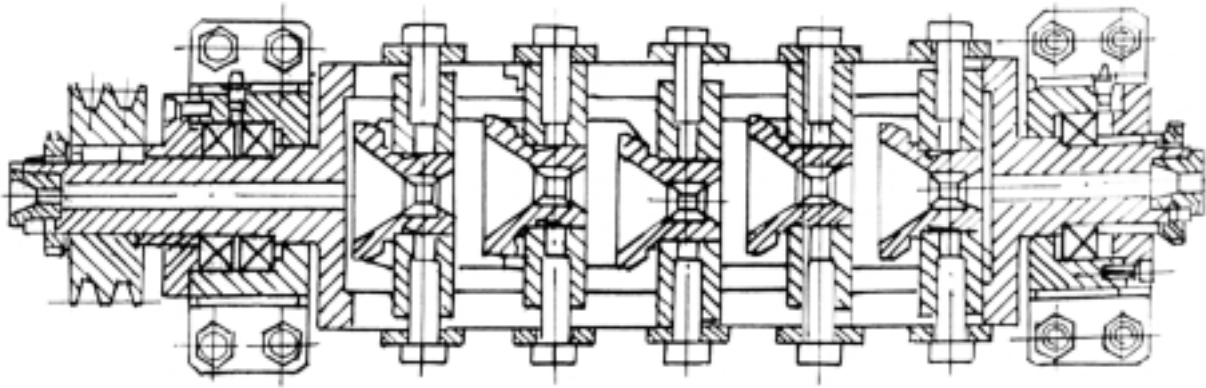


Рис. 4. Правильная рамка со сдвигающимися сухарями в двух плоскостях

Разновидностью правильной рамки с правильными втулками является рамка с разъемными правильными сухарями, которые имеют четырехгранную форму (рис. 2).

При стыке двух правильных сухарей образуется отверстие, через которое в правильной рамке протягивается проволока. Достоинство указанных сухарей заключается в том, что при износе одного из каналов сухари поворачиваются на 90° , и в работе будет уже находиться новый канал.

Такую конструкцию имеет правильная рамка на правильно-отрезном автомате для заготовок электродов модели ИА6218, изготавливаемая Хмельницким заводом КПО «Пригма-Пресс».

Отдельные зарубежные фирмы на своих правильно-отрезных автоматах устанавливают комбинированные правильные рамки с вращающимися роликами и правильными сухарями. Схема правильной рамки израильской фирмы «Videx» с четырьмя парами вращающихся глобоидных роликов и тремя сухарями в виде правильных втулок приведена на рис. 3.

Данная конструкция правильной рамки позволяет подавать проволоку без отдельного механизма за счет осевой составляющей, образующейся при вращении скрещенных роликов вместе с правильной рамкой. Недостаток такой конструкции — нестабильность скорости подачи, усложненная конструкция рамки. Греческая фирма «Pratto» в своих правильно-отрезных автома-

тах использует правильные рамки с вращающимися правильными втулками, устанавливаемыми на подшипниках в корпусах. Корпуса передвигаются по наклонным пазам корпуса рамки, что позволяет перемещать втулки относительно оси подачи проволоки. При вращении правильной рамки подшипники вращаются вокруг втулок, а втулки в свою очередь получают вращение от осевого перемещения проволоки через правильную рамку. В результате этого трение скольжения во втулках минимальное.

С учетом указанных конструкций правильных рамок для автомата ИБ120 была разработана новая конструкция (рис. 4). Она представляет собой литой полый вал, внутри которого в корпусах закреплены направляющие с запрессованными правильными втулками. Вдоль оси правильной рамки с двух сторон имеются пазы, по которым могут перемещаться корпуса вдоль и поперек правильной рамки. Такая конструкция позволяет устанавливать всевозможные схемы настройки правильной рамки для различных диаметров и материалов. При этом можно изменять расстояние между правильными втулками и смещение относительно оси подачи, выбирая оптимальные режимы переработки. Направляющие имеют увеличенный заходный конус, что позволяет производить заправку проволоки без смещения правильных втулок на ось подачи.

Types and peculiarities of technological processes of straightening of metallic materials from bundles are described. Designs of straightening frames and difference in their operation are considered. The modified design of the straightening frame is suggested which makes it possible to set different schemes of its adjustment depending on the diameter and type of material to be straightened.

Поступила в редакцию 20.03.2001

УДК 621.791(088.8)

ПАТЕНТЫ В ОБЛАСТИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА*

Способ пайки неповоротного соединения стыка трубчатой конструкции и трубопровода в труднодоступном месте, отличающийся тем, что соединительная муфта выполнена из материала, имеющего высокую теплопроводность ($350...400 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$), например, из меди, при этом соединительная муфта имеет только одну плоскость симметрии, проходящую через ось отверстия поверхности перепада наружных диаметров соединительной муфты, образующие нагревательные площадки, расположены в плоскости, перпендикулярной направлению источника нагрева, например, электронного луча, причем нагрев стыка трубчатой конструкции осуществляют из электронным лучом путем попеременного перемещения его с одной нагревательной площадки соединительной муфты на другую. Патент Украины 27794. А. Р. Булацев, В. Ф. Лапчинский, А. А. Загребельный, Л. А. Лиходед (ИЭС им. Е. О. Патона) [5].
Устройство для изготовления паяных многослойных металлических труб, отличающееся тем, что оно снабжено дополнитель-

но парой контактных роликов с приводом их вращения, расположенных перед основной парой контактных роликов, соединенных с источником питания и электрически связанных с последней по ходу технологического процесса парой формирующих роликов, которые электрически связаны с основной парой контактных роликов. Патент Украины 27880. В. К. Хайнц, М. Удо (Зиба Аутоматов, Германия) [5].

Способ алюмотермической сварки рельсов заливкой промежуточного металла с легированием стальной отливки в зоне головки рельса, отличающийся тем, что дополнительные легирующие добавки вводят по окончании алюмотермической реакции и отделения стали от шлака через затвор в литевой форме и при закрытом переливе в литевой форме. Патент Украины 28055. Ф. Кустер, Г. Й. Мульдер, М. Штайнхорст, Д. Макрей (Электро-Термит ГмбХ, Германия) [5].

Способ алюмотермической сварки рельсов заливкой промежуточного металла с легированием стальной отливки в зоне головки рельса, отличающийся тем, что дополнительные легирующие добавки вводят после окончания алюмотермической ре-

*Приведены сведения о патентах, опубликованных в бюллетенях Украины «Промислова власність» (№ 5-6 за 2000 г.), РФ «Изобретения. Полезные модели» (№ 34-36 за 2000 г. и 1-4 за 2001 г.). В квадратных скобках указан номер бюллетеня.