

Изобретение относится к сварке и предназначено для индукционной наплавки плоских тонкостенных деталей, преимущественно фасонных дисков ножей ботворезков, имеющих зубчатую Форму.

Целью изобретения является повышение производительности и качества наплавляемой поверхности за счет оптимального формирования электромагнитного поля, обеспечивающего равномерное температурное поле в зоне наплавки.

Поставленная цель достигается тем, что деталь с шихтой подают в индуктор, состоящий из двух витков, подключенных параллельно антифазно к источнику питания, устанавливают нагреваемую поверхность детали параллельно виткам индуктора, разогревают наплавляемую поверхность до температуры расплавленного присадочного материала, а для создания равномерного температурного поля в наплавляемой части изделия используют индуктор с зазором между витками, выбранными в пределах 3,16-6,66 толщины наплавляемой детали, при этом соотношение, зазора между нижней поверхностью верхнего витка индуктора и верхней плоскостью наплавляемого изделия и ее толщиной составляет 0,5-4, а зависимость между указанными параметрами прямо пропорциональна. Соотношение диаметров кольцевых витков индуктора определяется зависимостью

$$1,2 \leq \frac{D_1}{D_2} \leq 126,$$

где  $D_1$  - диаметр большого витка индуктора;

$D_2$  - диаметр малого витка индуктора,

при этом соотношение сечений витков индуктора выбирается из условия

$$0,4 \leq \frac{S_1}{S_2} \leq 1,$$

где  $S_1$  - сечение большого витка индуктора;

$S_2$  - сечение малого витка индуктора,

при этом зависимость между диаметрами витков и площадями их сечения прямо пропорциональна.

На фиг.1 изображен - двухвитковый индуктор;

на фиг.2 - сечение А-А на фиг.1;

на фиг.3 - вид Б на фиг.1;

на фиг.4 - устройство, реализующее предлагаемый способ;

на фиг.5 - расположение наплавляемой детали в индукторе;

на фиг.6 - сечение В-В на фиг.3.

Индуктор состоит из двух кольцевых витков круглого поперечного сечения (разных поперечных сечений и диаметров витков) верхнего 1 и нижнего 2. Эти витки располагаются параллельно между собой и наплавляемой поверхностью и подключены к источнику питания параллельно антифазно. Для подключения витков к источнику питания имеются клеммы 3.

Устройство для реализации способа состоит из двух прижимных плит нижней 4 и верхней 5, рабочие поверхности которых выполнены по конфигурации наплавляемой детали 6 и покрыты теплоизоляционным материалом 7. Нижняя плита 4 выполнена П-образной формы, обращена основанием вниз с кольцевой выточкой, в верхней торцевой ее части размещены наплавляемая часть детали и витки 1, 2 индуктора. Поверхность выточек имеющих в верхней и нижней плитах, покрыта экранирующим материалом 8 (например, листовой медью), покрыта серебром, а наружная поверхность экранов покрыта теплоизоляционным материалом 9.

Фиксация расположения двух кольцевых витков индуктора относительно наплавляемой части детали в полости, образованной с помощью двух плит, осуществляется по окружности выточек с помощью трех-четырёх втулок 10, выполненных по размеру, равному размеру поперечного сечения полости, и изготовленных из жаростойкого материала, например из окиси алюминия  $Al_2O_3$ , имеющего диэлектрическую проницаемость  $\varepsilon \approx 10$  и малую проводимость на много меньше единицы  $\sigma \ll 1$ .

Для прижатия детали 6 от деформаций с помощью двух плит имеется пневмоцилиндр 11, а для удаления газов с наплавляемой области в верхней плите имеются отверстия 12.

Перед подачей детали в индуктор на нее насыпается шихта 13.

Пример. Геометрические параметры диска составляли: внешний радиус диска  $r_1=105$ мм; внутренний радиус диска  $r_2=92$ мм; толщина диска  $\delta=3$ мм, материал Ст.3; ширина наплавки составляла 13мм, высота зуба 8мм, толщина засыпки шихты 3мм для получения толщины наплавляемого слоя 0,8...1,5мм.

Деталь размещали в индукторе со следующими пространственными параметрами: расстояние между диском и меньшим индуктором  $b=5$ мм, зазор между диском и большим индуктором  $d=3,5$ мм, диаметр поперечного сечения меньшего витка  $d_4=10$ мм, диаметр поперечного сечения большого витка  $d_2=16$ мм, диаметр меньшего витка индуктора по осевой линии витка  $D_1=190,6$ мм, диаметр большого витка индуктора по осевой линии витка  $D_2=227$ мм.

Размер  $d$  определяется удобством надежного введения диска в межвитковое пространство.

Затем, не меняя положения диска относительно нижнего витка, проводили эксперименты с изменением положения верхнего витка по отношению к диску и нижнему витку, и оценивали характер расплавления шихты при постоянном времени нагрева  $\tau=32$ с.

Результаты исследования приведены в табл.1.

Таким образом, наилучшие показатели расплавления шихты имеются у индуктора, в котором  $a=5,5$ мм,  $c=13,5$ мм. При уменьшении расстояния  $a < 0,5 \delta$  или  $a < 1,5$ мм происходит проплавление торца материала диска, а при увеличении расстояния  $a > 4 \delta$  или  $a > 12$ мм происходит формирование электромагнитного поля за пределами зоны наплавки, при котором происходит только спекание шихты за счет теплопроводности материала диска.

Таким образом, указанные пределы расстояний между нижней поверхностью витка 1 индуктора и верхней

поверхностью диска в пределах 0,5-4 ее толщины, а также расстояние между нижней поверхностью верхнего витка и верхней поверхностью нижнего витка в пределах 3,16...6,66 толщины детали, удовлетворяют условиям технологического процесса наплавки ножей ботворезов при отношениях диаметров витков

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{227}{190,6} = 1,2$$

площадей поперечных сечений

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = 0,4,$$

а значения величин, зазоров составляют

$$c=3,16\delta-6,66 \delta=9,5-20\text{мм};$$

$$a=0,5\delta-4\delta=1,5-12\text{мм}.$$

Рассмотрим примеры реализации устройства с изменением диаметра  $D_1$  витка 1 и его поперечного сечения (диаметра)  $d_1$  при постоянном  $d=5\text{мм}$  и переменных значениях расстояний (зазоров)  $a$ ,  $c$ ,  $d$ . При этом нижний виток 2 находится в первоначальном положении, смотрите выше в описании.

Результаты исследований при первоначальных постоянных параметрах установки ВЧИ-63/0,44: напряжение на контуре, напряжение на аноде, ток сетки и ток анода и времени нагрева, приведены в табл.2.

Потом увеличивали диаметры витков до размеров  $D_1=235\text{мм}$  и  $D_1=240\text{мм}$ , соответственно увеличивалась зазоры  $d$ ,  $d=7,5\text{мм}$  и  $d=10\text{мм}$ , при этих же значениях  $a$  и  $c$  и оценивали характер расплавления шихты.

Вывод: при увеличении зазора  $d$  до 10мм с параметрами  $a=12\text{мм}$  и  $c=20\text{мм}$  происходило расплавление шихты только на 1/2 части ширины наплавляемой поверхности от края к центру диска.

Теперь рассмотрим реализацию устройства со следующими параметрами: диаметр витка 1 составлял  $D_1=233\text{мм}$ , диаметр его поперечного сечения  $d_1=16\text{мм}$ , а расстояние  $d=3,5\text{мм}$  при постоянных первоначальных параметрах установки и времени нагрева.

Результаты исследований приведены в табл.3.

Потом изменяли диаметр  $D_1$  при  $d_1=16\text{мм}$  с зазором  $d=5\text{мм}$ .

Результаты исследований приведены в табл.4.

В дальнейшем увеличивали зазор  $d$  до 7,0мм с диаметром витка 1 до  $D_1=240\text{мм}$  при этих же шести значениях расстояний  $a$  и  $c$  и оценивали характер расплавления шихты.

При увеличении зазора  $d$  до 10мм и соответственно с параметрами  $a=12\text{мм}$  и  $c=20\text{мм}$  происходило не полное расплавление шихты, а только на 3/4 части ширины наплавляемой поверхности от края к центру за определенное время  $\tau=32\text{с}$ .

Таким образом, отношение диаметров витков составляли

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{227}{190,6} \cong 1,2$$

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{240}{190,6} \cong 1,26,$$

и

а отношение площадей поперечных сечений витков:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\frac{\pi d^2}{4}}{\frac{\pi d_2^2}{4}} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{10^2}{10^2} \cong 0,4$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\frac{\pi d_2^2}{4}}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{16^2}{16^2} = 1:$$

Следует также отметить, что при одновременной наплавке по контуру диска отсутствует коробление детали, что исключает рихтовку. Это обусловлено тем, что поле, создаваемое индуктором, сконцентрировано в зоне наплавки, что вызывает пластические деформации только в узкой зоне.

Таблица 1

Основные параметры в мм	1	2	3	4	5	6
Расстояние $a^*$	1,5	3,5	5,5	7,5	9,5	12
Расстояние $c^{**}$	9,5	11,5	13,5	15,5	17,5	20
Характер расплавления шихты	От края к центру	От края к центру	Равномерное расплавление шихты	От начала к краю	От начала к краю	Плохое расплавление шихты

\*  $a$  - расстояние между диском и верхним витком,

\*\*  $c$  - расстояние между витками.

Таблица 2

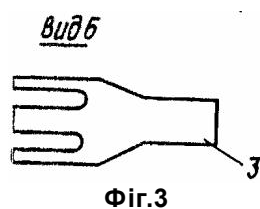
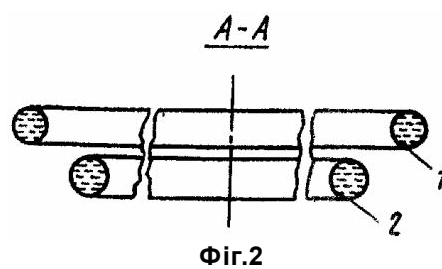
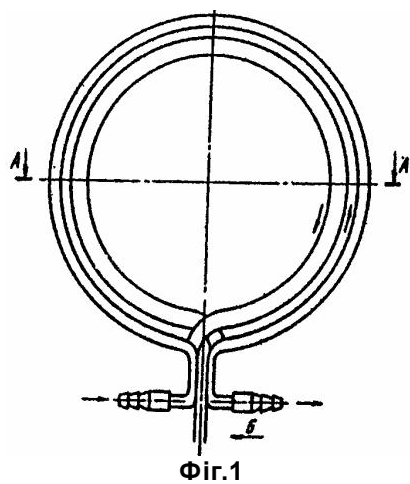
Основные параметры (в мм)	1	2	3	4	5	6
Расстояние а	1,5	3,5	5,5	7,5	9,5	12
Расстояние с	9,5	11,5	13,5	15,5	17,5	20
Диаметр D <sub>1</sub>	230					
Характер расплавления шихты	От края к центру	От края к центру	Равномерное расплавление шихты	От начала к краю	От начала к краю	Плохое расплавление шихты

Таблица 3

Основные параметры (в мм)	1	2	3	4	5	6
Расстояние а	1,5	3,5	5,5	7,5	9,5	12
Расстояние с	9,5	11,5	13,5	15,5	17,5	20
Диаметр D <sub>1</sub>	233					
Характер расплавления шихты	От края к центру	Равномерное расплавление шихты	Равномерное расплавление шихты	Равномерное расплавление шихты	От начала к краю	От начала к краю

Таблица 4

Основные параметры (в мм)	1	2	3	4	5	6
Расстояние а	1,5	3,5	5,5	7,5	9,5	12
Расстояние с	9,5	11,5	13,5	15,5	17,5	20
Диаметр D <sub>1</sub>	236				Расплавление шихты	Расплавление шихты
Характер расплавления шихты	От края к центру	Равномерное расплавление шихты	Равномерное расплавление шихты	Равномерное расплавление шихты	От начала к краю	От начала к краю



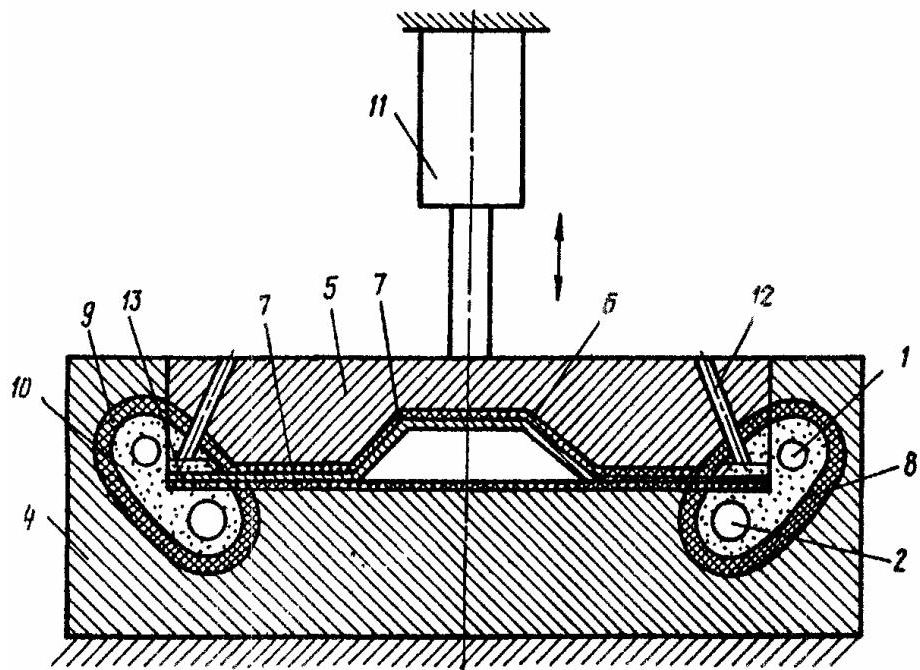


Fig. 4

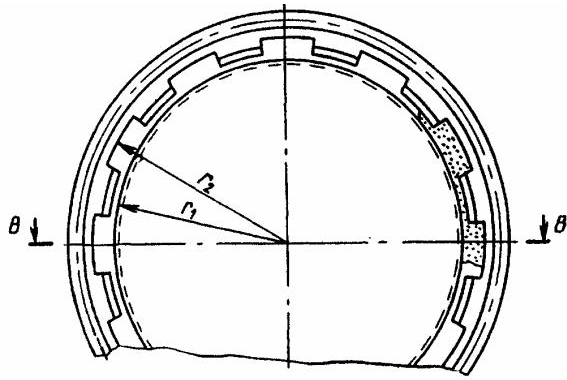


Fig. 5

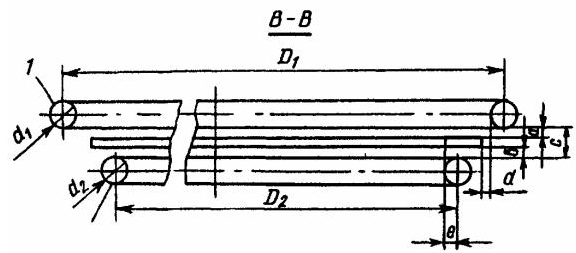


Fig. 6