

МАШИНОБУДУВАННЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

УДК 621.793.927.7:669.018.25

¹О.Шаблій, докт.фіз.-мат.наук; ¹Ч.Пулька, канд.техн.наук;

²О.Письменний, докт.техн.наук; ¹М.Шарик

¹Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя,

²Інститут електрозварювання ім. Е.О.Патона НАН України

ІНДУКТОРИ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ ТОНКИХ ФАСОННИХ ДИСКІВ ПРИ МІНІМАЛЬНИХ ЕНЕРГОЗАТРАТАХ

В роботі розглянуто існуючі нагрівальні джерела (конструкції індукторів) для індукційного наплавлення тонких фасонних дисків, а також описані нові розроблені конструкції індукторів та нагрівальні системи для їх наплавлення з метою економії електроенергії.

В різних галузях народного господарства, в тому числі і в сільськогосподарській техніці, використовують робочі органи у вигляді тонких плоских деталей, в тому числі тонкі фасонні диски з зубчатою і суцільною робочою поверхнею. До них відносяться диски лушильників, ножі гичкорізи, фрези для різання шиферу та ін. З метою підвищення стійкості проти спрацювання робочі поверхні наплавляють порошкоподібними твердими сплавами [1]. В роботі [2] проаналізовано різні методи наплавлення тонких плоских деталей машин, в тому числі і дисків, дана їх характеристика, приведені недоліки і переваги цих способів. Виявлено, що найбільш широке застосування для наплавлення вище названих деталей знайшов індукційний метод. При цьому товщина наплавлюваного металу складає відповідно 0,3...2,5 мм. Там же описані напрямки досліджень процесу індукційного наплавлення, які ведуться авторами в даний час.

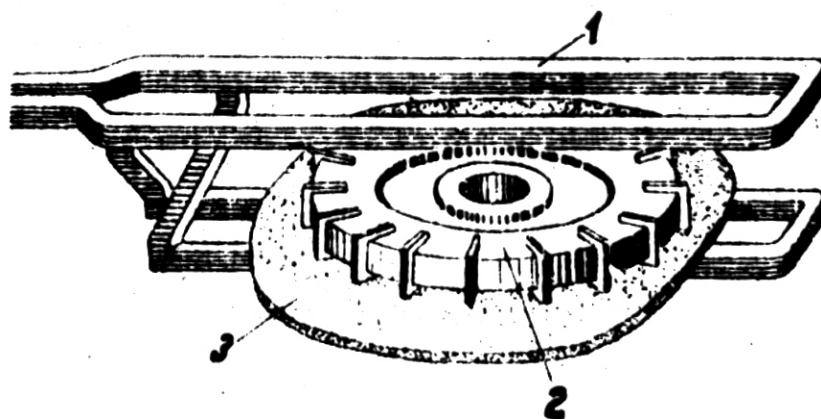
Для наплавлення використовують відповідне обладнання: генератори, пристосування для закріплення деталей, засипання шихти, механізми для завантаження і розвантаження деталей до і після наплавлення, а також індуктори.

Особливі вимоги пред'являються до конструкції індукторів, які впливають на енергоємність, продуктивність процесу і якість наплавлюваного металу, і підбираються здебільшого експериментальним шляхом окремо для кожної нової конструкції деталі.

Представляє собою інтерес більш детальний аналіз обладнання (індукторів), яке використовується при індукційному наплавленні тонких дисків з точки зору економії електроенергії, а також розробка нових нагрівальних джерел (індукторів і нагрівальних систем). Цьому і присвячена дана робота.



а)



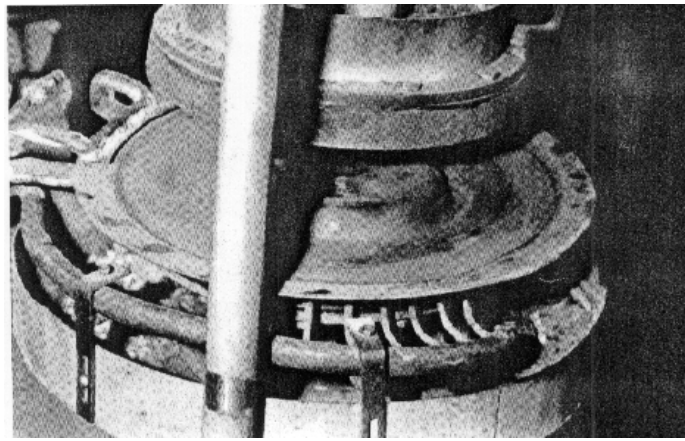
б)

Рис.1. Індуктори для наплавлення тонких плоских дисків [1,3]:
 а - кільцевий одновитковий; б - прохідний для паяння дискової фрези;
 1 - індуктор; 2 - фреза; 3 - азбестовий лист

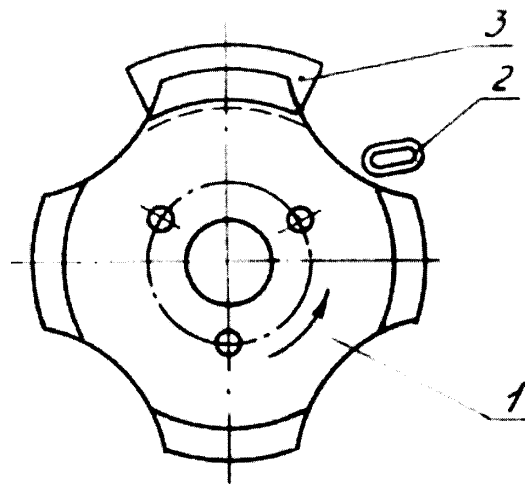
Наплавлення суцільних дисків малих діаметрів здійснюється за допомогою одновиткового кільцевого індуктора (рис.1, а) [1], а для дисків зубчатої і суцільної форми відносно великих розмірів використовують двохпетлевий (рис.1, б) [3] і сегментний (рис.2,а,б) [1,4], продуктивність наплавлення яких залежить від потужності височастотних генераторів і ступені електромагнітного зв'язку індуктора з деталлю.

З метою зменшення втрат потужності (електроенергії) за рахунок обмеження розсіювання електромагнітного поля і підвищення його концентрації в зоні наплавлення використовують також магнітопроводи, накладаючи їх на активні частини індуктора з однієї або двох сторін. Це дозволяє концентрувати електромагнітне поле на заданій ділянці наплавлюваної деталі.

Загальний вигляд сталевого магнітопроводу представлений на рис.3.



а)



б)

Рис.2. Пристрій для наплавлення диска з допомогою сегментного індуктора:
а - суцільний ніж [1]; б - зубчатий ніж [4];
1 - ніж; 2 - отвір дозатора; 3 - індуктор

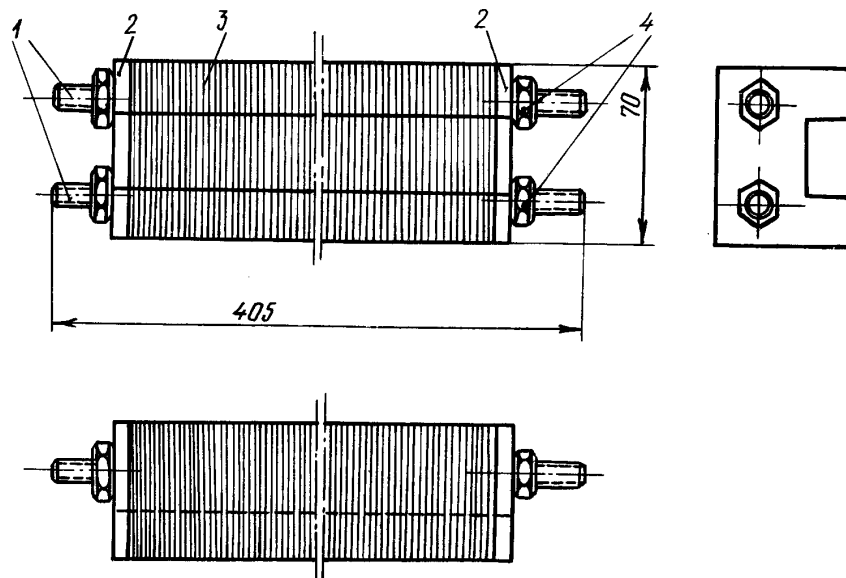


Рис.3. Загальний вигляд магнітопровода [5]:

1 - латунні трубки для складання пластин в пакет і їх охолодження водою; 2 - латунні планки для скріплення пластин в пакет; 3 - пластини із тонколистової сталі марки Э44; 4 - гайки латунні

Для наплавлення суцільних тонких дисків з метою підвищення ККД індуктора і економії електроенергії розроблений пристрій [6] з використанням феритного магнітопроводу, а методика його розрахунку представлена в роботі [7].

Для наплавлення тонких дисків зубчатої форми з шириною наплавлення більшою, ніж висота зуба, авторами розроблена конструкція двохвиткового кільцевого індуктора, з допомогою якого здійснюється одночасне наплавлення по всій робочій поверхні диска [8]. За допомогою цієї конструкції індуктора (рис.4) здійснюється реалізація підводу потужності до деталі за експоненціальним законом, що дозволяє економити електроенергію на 15...25% [9].

З метою додаткової економії електроенергії конструкція індуктора [8] була модернізована на нову конструкцію пристрою, який описаний в роботі [10].

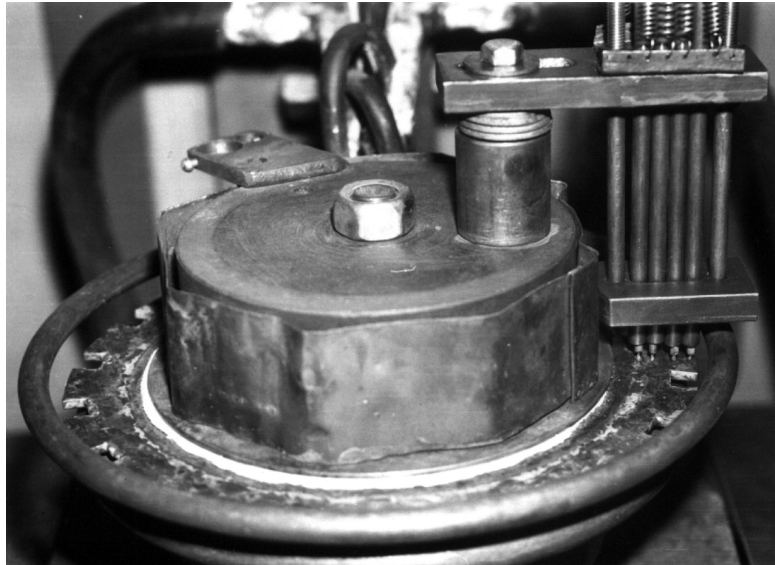


Рис.4. Пристрій для встановлення деталі в двохвитковому кільцевому індукторі з різними діаметрами витків і площами поперечних перерізів [8]

Як показали теоретичні та експериментальні дослідження використання одновиткових кільцевих індукторів з магнітопроводом і без магнітопроводу для одночасного наплавлення по всій робочій поверхні тонких сталевих дисків зубчатої форми з метою економії електроенергії і підвищення продуктивності процесу наплавлення викликає певні труднощі. Важко забезпечити рівномірний розподіл електромагнітного поля в області наплавлення, що впливає на якість наплавлюваного металу.

Крім цього, наплавлення тонких дисків зубчатої форми з шириною наплавлення більшою, ніж висота зуба, за допомогою двохвиткового кільцевого індуктора приводить до перегрівання торця диска, що відбивається на рівномірності товщини наплавлюваного металу в зоні наплавлення.

В зв'язку з цим виникає необхідність в розробленні інших нагрівальних джерел для забезпечення якості наплавлюваного металу з економною витратою електроенергії.

Так, в практиці індукційного нагрівання з метою захисту від дії електромагнітного поля окремих ділянок деталі, які не підлягають наплавленню, використовують екрани. Для прикладу на рис.5 показаний випадок нагрівання шару δ_1 на шії сталевого валика 1 в одновитковому індукторі 2. На виступі валика біля шії при цьому утворюється нагрітий шар δ_2 . Якщо нагрівання шару δ_2 недопустиме по технічних умовах, на виступ встановлюють екран з мідного кільця 3 (рис.5, б).

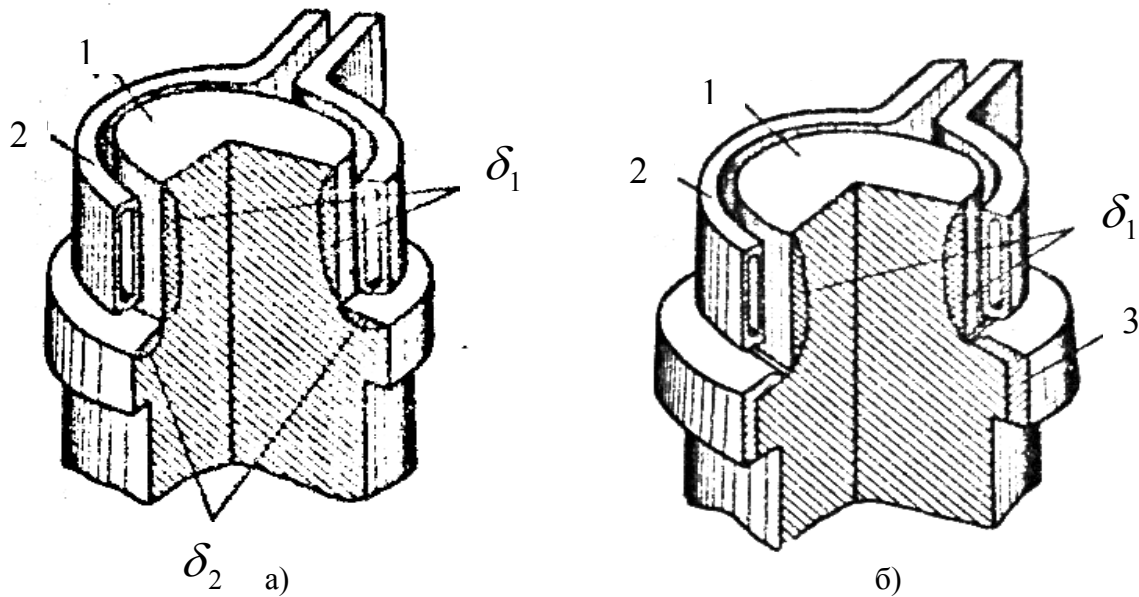


Рис.5. Форма нагрітого шару одновитковим індуктором на поверхні ший і виступі сталевого вала [11]:
 а - при відсутності екрану; б - при застосуванні екрану;
 1 - сталевий вал; 2 - одновитковий індуктор; 3 - мідний екран

На основі цього авторами була розроблена нагрівальна система - індуктор, диск і електромагнітний екран (рис.6). В роботі [12] проведені теоретичні дослідження такої системи по оптимізації конструктивних розмірів двохвиткового кільцевого індуктора з врахуванням тільки екранування електромагнітних полів при прийнятих значеннях коефіцієнтів екранування $K_e = 1$, $K_e = 0,25$, $K_e = 0$, що приводить до значного зменшення енергозатрат при наплавленні.

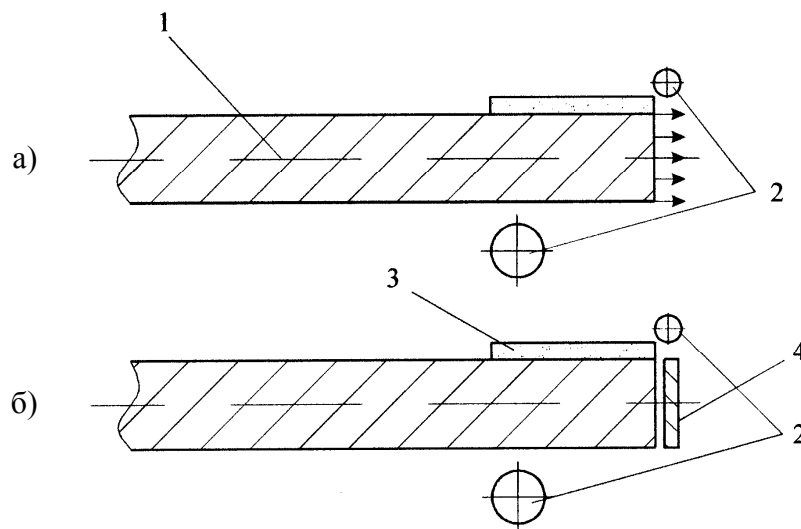


Рис.6. Диск з індуктором [12]: а - без екрану; б - з екраном;
 1 - деталь; 2 - двохвитковий кільцевий індуктор; 3 - шихта; 4 - екран

Однак, як показали теоретичні і експериментальні дослідження, найефективніший розподіл потужності по ширині зони наплавлення із зменшенням витрат електроенергії забезпечує нагрівальна система (індуктор, тепловий і електромагнітний екрани, деталь), яка була розроблена авторами [13], а її розрахунок представлений в роботі [14].

Запропонована нагрівальна система дозволяє скоротити час наплавлення з 32 с до 22 с в порівнянні з двохвитковим кільцевим індуктором без теплового і електромагнітного екранування, а також зменшити витрати електроенергії на 10...15%.

Висновок

Аналіз існуючих конструкцій нагрівальних джерел (індукторів і розроблених нагрівальних систем) показав, що найефективнішим технологічним процесом для одночасного індукційного наплавлення по всій робочій поверхні тонких сталевих дисків зубчатої форми є нагрівальна система, яка складається з індуктора, теплового і електромагнітного екранів і деталі, що дозволяє додатково зменшити витрати електроенергії на 10...15%, покращити рівномірність товщини наплавленого металу на 12% в порівнянні з існуючим технологічним процесом без екранування теплових і електромагнітних полів.

The modern heating sources (constructions of inductors) for the induction surfacing of thin shaped discs are analyzed. In order to cut down power consumption the new constructions of inductors as well as the heating systems to surface these inductors are developed.

Література

1. Ткачев В.Н. Износ и повышение долговечности деталей сельскохозяйственных машин. - М.: Машиностроение, 1971. - 264 с.
2. Пулька Ч.В. Наплавка рабочих узлов почвообрабатывающей и уборочной сельскохозяйственной техники // Автомат. сварка. - 2003. - №8. - С.36-41
3. Вологдин В.В. Пайка и наплавка при индукционном нагреве. М.-Л.: Энергия, 1965. - 92 с.
4. Цветков И.П., Топалов М.Т. Установка для индукционной наплавки дисковых ножей //Заваряване. - 1981. - №1. - С.24-25.
5. Ниловский И.А., Суворов В.А., Степанец А.Е. Повышение производительности индукционной наплавки рабочих органов сельскохозяйственных машин // Рефер. Сб. Сварочное производство. Сер. Технология и автоматизация производственных процессов. - 1973. - Вып.1. - С.24-26.
6. Шаблій О.М., Пулька Ч.В. Дослідження індукційного наплавлення тонких фасонних дисків з використанням магнітопроводу / Вісник ТДТУ. Том 7. - №4. - 2002. - С. 77-80.
7. Письменный А.С., Пантелеймонов Е.А., Прокофьев А.С., Пулька Ч.В. Расчёт индуктора с магнитопроводом для нагрева плоских поверхностей изделий // Автома.сварка. - 2000. - №11. - С.39-43.
8. Патент №55349, Україна В23К 13/00. Спосіб наплавлення тонкостінних фасонних дисків / Пулька Ч.В., Шаблій О.М., Будзан Б.П., Сковило В.М.; опубліковано 17.03.2003р.
9. Шаблій О.Н., Пулька Ч.В., Будзан Б.П. Пути экономии электроэнергии при индукционной наплавке тонкостенных дисков // Автомат.сварка. - 1988. - №12. - С.56-58.
10. Патент №55346, Україна В23К 13/00. Пристрій для наплавлення плоских тонкостінних деталей / Пулька Ч.В., Шаблій О.М., Будзан Б.П.; опубліковано 17.03.2003р.
11. Лозинский М.Г. Промышленное применение индукционного нагрева. М.:Изд-во АН СССР, 1958. - 472 с.
12. Шаблій О.Н., Пулька Ч.В., Письменный А.С. Оптимизация параметров индуктора для равномерного нагрева дисков по ширине зоны наплавки с учетом экранирования // Автомат.сварка. - 2002. - №11. - С.24-26.
13. Позитивне рішення на видачу патенту на винахід заявка №2002 - 119491 Україна, МПК В23К 13/00. Пристрій для регулювання потужності в зоні наплавлення / Шаблій О.М., Пулька Ч.В., Михайлишин М.С., Письменный О.С., Пулька М.Ч.; заявлено 28.11.2002.
14. Шаблій О.Н., Пулька Ч.В., Письменный А.С. Оптимизация индукционной наплавки тонких дисков с учётом теплового и электромагнитного экранирования // Автомат.сварка. - 2003. - №9. - С.22-25

Одержано 20.06.2003 р.