

**УДК 621.791.927.7**

**Ч.В.Пулька докт. техн. наук, проф., А.І. Горішний, І.Ф. Дудич, Т.М. Струсь.**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКЦІЙНОГО НАПЛАВЛЕННЯ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

**Ch.V.Pulka Dr., Prof., A.I. Horishnyy, I.F. Dudych, T.M. Strus'.**

### **APPLICATION OF INDUCTION SURFACING IN THE MANUFACTURE OF PARTS OF AGRICULTURAL MACHINES**

В сільськогосподарському машинобудуванні використовують такі деталі як леміші плугів, диски та стрільчаті лапи культиваторів, ножі-гичкорізи і т.д., які працюють в абразивних середовищах. З метою підвищення зносостійкості робочих поверхонь застосовують різні методи наплавлення в тому числі і індукційне.

Виходячи із необхідності виробництва спосіб індукційного наплавлення постійно вдосконалюється в наступних напрямках: підвищення продуктивності процесу та зносостійкості наплавленого металу, оптимізації режимів індукційного нагрівання, вдосконалення конструкції індукторів і нагрівальних систем, економії електроенергії при наплавленні дисків довільних діаметрів і розмірів зони наплавлення.

Для підвищення продуктивності процесу наплавлення ножів-гичкорізів зубчатої форми запропоновано технологію одночасного індукційного наплавлення по всій робочій поверхні з шириною наплавлення більшою за висоту зуба з використанням двовиткового кільцевого індуктора. В результаті цього підвищилась продуктивність процесу наплавлення в 4-5 раз, зносостійкість наплавленого шару відповідно з 2.2 до 3.4. В порівнянні з існуючим неперервно-послідовним способом наплавлення.

З метою економії електроенергії проведена оптимізація режимів підводу потужності до індуктора. Показано, що одночасне наплавлення дисків по всій робочій поверхні можна проводити як при постійній питомій потужності за певний проміжок часу так і при змінній за енергоощадним режимом за той же проміжок часу. При цьому досягається економія електроенергії на 16-37% в залежності від використання наплавлювальних матеріалів.

На практиці бувають випадки коли діаметр дисків і ширина зони наплавлення змінюються. Для цього необхідно підбирати інші конструкції індукторів або спеціальних екранів, що пов'язано в великими матеріальними і трудовими затратами.

З цією метою були проведені дослідження і розрахунки розмірів індукторів і спеціальних екранів теплових і електромагнітних полів для різних випадків використання цих систем.

В результаті досліджень отримані дані які дозволяють визначати розміри індукторів і екранів, а також силу струму для наплавлення дисків зубчатої форми довільних діаметрів і розмірів зони наплавлення.

Таким чином при використанні тої чи іншої нагрівальної системи індукційного наплавлення, інженер-технолог за заданими діаметрами диска і ширини наплавленого шару може графічно або за табличними даними підбирати необхідні розміри індуктора, виходячи з потреб технології, що скорочує терміни і матеріальні затрати на проведення експериментів і впровадження нових технологій у виробництво.

Запропонована технологія з використання нагрівальної системи індуктор теплової і електромагнітний екрани (ІТЕЕ) дозволяє додатково економити на 15-20% електроенергії, підвищити стабільність товщини наплавленого шару металу до 22% і скоротити час наплавлення з 32 с до 22 с.

Крім того для підвищення зносостійкості наплавленого металу було запропоновано ввести додаткові технологічні операції в процес індукційного наплавлення, а саме горизонтальну і вертикальну вібрації, а також обертання диска з відповідною швидкістю відносно вертикальної осі.

При цьому враховуючи не велику товщину плоских дисків 3-6 мм, велику увагу приділено залишковим напруженням, деформаціям і переміщенням які виникають після наплавлення в зоні робочої поверхні, яка має різну ширину.

В дослідженнях показано що максимальні залишкові напруження  $\sigma_2$  виникають в наплавленому шарі безпосередньо біля межі його з'єднання з основним металом на межі з не наплавленою зоною  $\sigma_2=0.54 \sigma_b$  при границі міцності сормаїту  $\sigma_b=150$  МПа.

Розроблена технологія дозволяє проводити нагрівання з низьким рівнем градієнтності температури по радіусу диска. При вертикальній і горизонтальній вібрації деталі з відповідною амплітудою і частотою безпосередньо в процесі наплавлення вдається оптимізувати мікроструктуру наплавленого металу і підвищити зносостійкість наплавлених зразків приблизно в 1.5 рази порівняно з технологією без використання вібрацій.

Стабільність товщини шару наплавленого металу покращується на 22% і досягається за рахунок комбінованого використання горизонтальної і вертикальної вібрацій які забезпечують рівномірний розподіл рідкого металу в зоні наплавлення.

Застосування розроблених технологічних схем і обладнання для індукційного наплавлення ножів-гичкорізів дозволяє підвищити продуктивність праці, економити електроенергію, покращити мікроструктуру, підвищити зносостійкість і стабільність товщини шару наплавленого металу, а також знизити залишкові напруження і деформації дисків які сприяють усуненню додаткових технологічних операцій (рихтування, попередній підігрів).

#### **Література.**

1. Гаврилюк В. Я., Михайлишин В.М., Михайлишин М.С., Пулька Ч.В. Оптимальне керування індукційним нагрівом в процесах наплавлення тонких фасонних дисків / Вісник ТНТУ 2020.-№1(97), С. 5 – 13.

2. Гаврилюк В. Я., Пулька Ч.В., Михайлишин М.С., Сенчишин В.С. Математична модель руху краплі рідкого металу на поверхні обертового сталевго диска / Вісник ТНТУ 2020.-№3(), С.(в друці).

3. Pulka Ch.V., Pidgurskyi M.I., Senchishin V.S., Sharik M.V., Gavrilyuk V.Ya. Effect of horizontal mechanical metalvibration on service properties of deposited / The Paton Welding Journal, November 2019, №10, P. 21–26.

4. Пулька Ч.В., Шаблій О.М., Барановський В.М., Сенчишин В.С., Гаврилюк В.Я. Пути совершенствования технологии индукционной наплавки тонких дисков / “Автомат сварка” №5-6. – 2015. – С. 64-67.