

УДК 621.81.004.

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ

А.М. Євдокимова, доктор техн. наук, П.І. Везенко, студент магістратури
Одеський державний аграрний університет

Розглянуто деякі особливості електромеханічної обробки металів. Показано, що наявність струму, що пропускає через контакт тертя, полегшує процес обробки металів, знижуючи зношування інструмента й зменшуючи сили деформування.

Ключові слова: деталь, електрика, деформування, зношування, стійкість інструмента.

Вступ. Електромеханічна обробка деталей є одним із прогресивних й оригінальних методів відновлення їхньої форми й зміцнення поверхонь [1,4].

Проблема. Вона здійснюється за рахунок впровадження інструмента, що являє собою злегка притуплений клин (рис. 1). Повна сила висадження на одиницю довжини клина в напрямку осі Y визначається по формулі (2).

$$P = 2l \sin \gamma, \quad (1)$$

де l - довжина утворюючої пластично деформованого шару, при $2\gamma \approx 60^\circ$
 $l = AB = AC$ (апроксимованою прямою); p - середній контактний тиск, що при ЕМО залежить від границі текучості нагрітого металу;
 γ - половина кута профілю інструмента, що висаджує.

Довжина утворюючої

$$l = (h + \Delta D/2) / \cos \gamma. \quad (2)$$

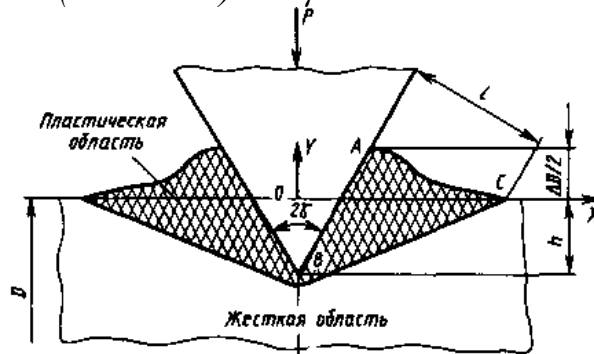


Рис. 1. Схема пластичного деформування при висадженні металу.

Підставивши l у формулу (1), маємо

$$P = 2p(h + \Delta D/2) \operatorname{tg} \gamma. \quad (3)$$

Вирішуючи рівняння відносно ΔD , одержуємо

$$\Delta D = P / (p \operatorname{tg} \gamma) - 2h. \quad (4)$$

Загальна сила висадження металу буде залежати від поверхні контакту в напрямку, перпендикулярному площині креслення, що визначається радіусами оброблюваної деталі й інструмента. При висадженні нерухомим інструментом варто також урахувувати тертя ковзання. Проте формули (3) і (4) дають якісне подання про вплив окремих параметрів на величину

висадження ΔD і силу P . Як видно з формул, для досягнення максимальної величини висадження було б вигідно працювати з мінімальним контактним тиском p і мінімальним кутом профілю інструмента 2γ . У цьому випадку варто було б для досягнення мінімальної границі текучості оброблюваного матеріалу підводити до місця контакту інструмента максимальну силу струму. Однак вибір сили струму, так само як і вибір кута профілю інструмента, обмежується його міцністю й стійкістю. Вплив струму показано на рис. 2, а вплив вихідної твердості оброблюємого матеріалу на величину висадження - на рис. 3. Цілком зрозуміло, що зі збільшенням сили струму підвищується глибина проникнення високої температури й інтенсивність висадження. Як показують дослідження, по тим же причинам збільшення швидкості обробки приводить до зниження величини висадження.

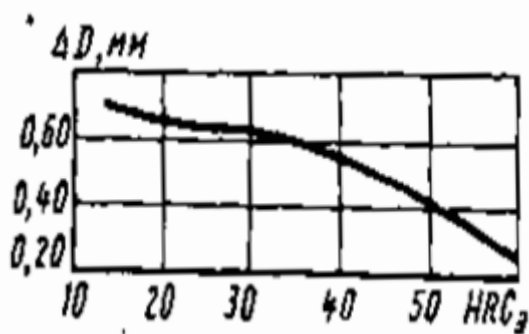


Рис. 2. Залежність діаметра ΔD метра ΔD після висадження від сили струму (сталь 50, HB 518 v - 2,8 м/хв; S = 1,4 мм/ об Число робочих ходів – один.

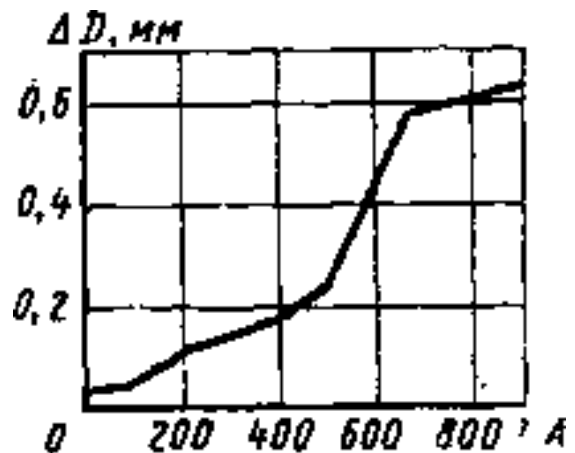


Рис. 3. Залежність величини ΔD після висадження від твердості оброблюємого матеріалу.

Вплив вихідної твердості матеріалу варто пояснити зменшенням пластичності шаруючи металу, що перебуває під поверхневим нагрітим шаром.

Мета досліджень. Як показують багато досліджень, зі збільшенням кута заточення інструмента величина висадження зменшується. Пояснюється це тим, що зі збільшенням кута заточення зменшується радіальна складова тиску. Однак зменшення кута заточення на кут, менший 45° , приводить до істотного зниження стійкості інструмента, що супроводжується його хрупким руйнуванням, а підвищення сили понад 1400...1700 Н при збільшеному куті заточення викликає перенаклеп металу, супроводжуваний «шелушенням» поверхні.

Результати досліджень. Для істотного збільшення розмірів деталей при обробці твердих матеріалів потрібно проводити більше число робочих ходів, збільшувати силу струму й силу притиснення інструмента при повторних робочих ходах. Практично число робочих ходів не повинне перевищувати трьох, тому що більше число робочих ходів знижує продуктивність.

Розглядаючи вплив геометрії й матеріалу пластин на їхню здатність, що висаджує, слід зазначити, що всі умови, які сприяють підвищенню тепловідводу із зони контакту (підвищена теплопровідність сплаву, збільшення його перетину, зовнішнє охолодження), викликають необхідність підведення струму більшої сили для досягнення поверхневої температури 900°C . Очевидно, для здійснення більш-менш стабільного процесу повинне бути встановлене якийсь рівноважний стан між нагріванням контактної поверхні пластини й тепловідводом, що залежить від перетину пластини і її теплопровідності. Практично, мінімальна товщина пластини може бути прийнята рівною, приблизно, 7 мм. Сплави з більшим змістом вольфраму мають більшу теплопровідність і відповідно характеризуються більшою оптимальною силою струму. Наведені дані дають подання про оптимальні значення сили струму для різних твердих сплавів. Очевидно, абсолютне значення оптимальної сили струму для однокарбідних сплавів групи ВК буде більшим, ніж для двокарбідних сплавів групи ТК. Однак ця характеристика не може служити підставою для вибору твердого сплаву, тому що стійкість його залежить головним чином від його фізико-механічних властивостей і здатності пручатися сукупності високих теплових і силових напруг. Як показують дослідження, сплави типу ТК мають підвищену стійкість при ЕМО в порівнянні зі сплавами типу ВК. При цьому з розповсюджених твердих сплавів кращими показниками стійкості при обробці сталей володіє сплав Т15К6. За наявним даними, при температурі нагрівання $700 \dots 1000^{\circ}\text{C}$ твердість сталей знижується в 8...10 разів у порівнянні із твердістю при кімнатній температурі, а твердість твердих сплавів знижується при цих умовах в 2...3 рази. Дослідження стійкості пластин, що висаджують, сплаву Т15К6 форми 1107 проводилося на шліфованих зразках зі сталі 45 (180... 194 НВ) діаметром 60 мм і довжиною 400 мм із наступним режимом висадження: $I = 450\text{ А}$; $v = 4\text{ м/хв}$; $S = 1,5\text{ мм/об}$; $P = 600\text{ Н}$. Окремі параметри режиму змінювалися в наступних межах: $I = 350 \dots 600\text{ А}$; $P = 200 \dots 1000\text{ Н}$, кут заточення інструмента $\alpha = 40 \dots 65^{\circ}$; $v = 2 \dots 12\text{ м/хв}$. За критерій стійкості пластин був узятий час обробки, при якому зберігається максимальна величина висадження. Результати дослідження стійкості інструмента, що висаджує (рис. 4) показують, що зі збільшенням сили струму стійкість пластин, що висаджують, знижується (крива 1). При силі струму 600 А і вище відбувається вигорання робочої крайки пластини. При куті заточення $\alpha \leq 40^{\circ}$ (крива 2) спостерігається крихке руйнування пластин. Підвищення сили більш ніж на 1000 Н (крива 3) викликає сколювання нижньої частини пластини й викрашування крайки, що видавлює. Швидкість висадження (крива 4) також впливає на стійкість інструмента. При швидкості висадження більше 12 м/хв спостерігається часткове відшаровування висадженого металу й стирання пластини. Пояснюється це, очевидно, слабким нагріванням поверхневого шару металу. Стійкість інструмента, що висаджує, може бути підвищена за рахунок застосування круглих нерухомих пластин з періодично мінливою поверхнею

контакту, використання обертового інструмента, охолодження інструмента (у тому числі стисненим повітрям), а також шляхом накладення ультразвуку в процесі обробки. Останній спосіб доцільно застосовувати в умовах крупносерійного виробництва [3].

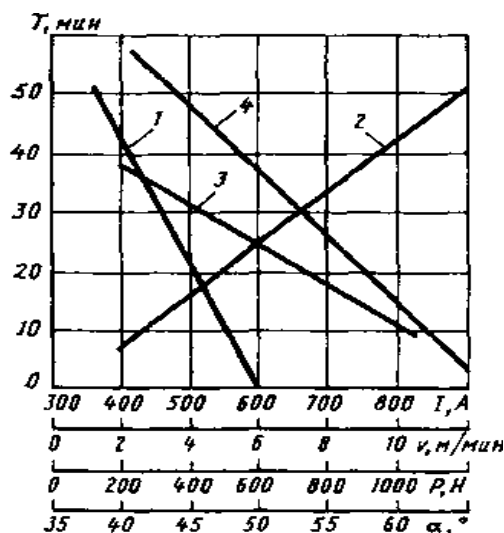


Рис. 4. Залежність стійкості T інструмента від основних параметрів електромеханічного висадження.

З аналізу стійкісних залежностей інструмента і його виробничості при висадженні металу можна вважати раціональною геометрією заточення пластин, що висаджують, наступну: кут заточення $50...60^\circ$, радіус бічних граней 10 мм, радіус крайки, що висаджує, $0,2...0,3$ мм. Тільки сполучення стійкісних випробувань із дослідженням продуктивності процесу може бути підстава для вибору режимів обробки й геометрії інструмента.

Висновки. Визначено раціональні умови деформування сталевих поверхонь інструментом з підведенням електричного струму. Установлена практично, а точніше, двоетапна залежність діаметра висадження від прикладеного струму. Якість обробки поверхневих шарів залежить від декількох параметрів: сили струму, швидкості обертання деталі, прикладеної навантаження й кута клина інструмента. При цьому підвищення струму більш ніж на 600 А приводить до вигорання крайки інструмента, а збільшення швидкості понад 12(15 м/хв викликає відшаровування поверхневих часток металу. Робиться висновок, що розрахункові параметри обробки повинні обов'язково проводитися й уточнюватися проведенням експериментів. Представляється, що електромеханічний метод найбільше ефективно може бути застосований для обробки деталей сільськогосподарських машин, таких як пальці, осі траків тракторів, для висадження зношених плунжерів насосів й ін.

ЛІТЕРАТУРА

1. Б.М. Аскинази Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой М.: Машиностроение, 1989. 198 с.
2. Качалов Л.М. Основы теории пластичности. М.: Наука, 1969. 420 с.

3.Девятов Е.М. Использование ультразвуковых колебаний для электромеханического способа восстановления деталей. Труды ЧИМЕСХ. Вып. 1. 1972. С. 248-250.

4.В.Д. Евдокимов, Л.П. Клименко, А.Н. Евдокимова Технология упрочнения машиностроительных материалов. К.: ИД «Профессионал». 2006. 351 с.

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Евдокимова А.Н., Везенко П.І.

Ключевые слова: деталь, электричество, деформирование, износ, стойкость инструмента.

Резюме

Рассмотрены некоторые особенности электромеханической обработки металлов. Показано, что наличие тока, пропускаемого через контакт трения, облегчает процесс обработки металлов, снижая износ инструмента и уменьшая силы деформирования.

FEATURES OF ELECTROMECHANICAL PROCESSING OF METALS

Evdokimova A.N., Vetsenko P.I.

Key words: a detail, an electricity, deformation, deterioration, firmness of the tool.

Summary

Some features of electromechanical processing of metals are considered. It is shown that presence of the current passed through contact of a friction, facilitates process of processing of metals, reducing deterioration of the tool and reducing forces of deformation.

АГРАРНИЙ ВІСНИК ПРИЧОРНОМОР'Я Вип. 67. 2013р.