

Практичне заняття 4

Електрохімікомеханічна обробка

При електрохімікомеханічній обробці продукти анодного розчинення віддаляються із зони обробки механічним шляхом за допомогою абразиву й несуться потоком електроліту. Існує багато різноманітних і іноді суперечливих назв методів, що входять у дану групу: електроабразивна, абразивна-анодно-абразивна, електроалмазна обробка, електрохімічне шліфування, електроабразивне шліфування, електроалмазне шліфування, алмазно-електролітична обробка.

Електрохімікомеханічну обробку можна застосовувати для виконання операцій шліфування, полірування, хонінгування деталей з важкооброблюваних матеріалів, заточення металорізального інструмента тощо.

Принципова схема електроабразивної обробки наведена на рис. 1.

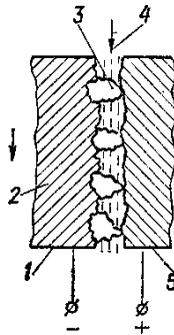


Рис. 1. Схема обробки електроабразивним кругом

Електропровідний абразивний круг, що складається з абразивних зерен 3, електропровідного наповнювача (графіту) і зв'язки (бакеліту) 2, з'єднаний з негативним полюсом джерела струму (катодом), а оброблювана деталь 5 – з позитивним полюсом (анодом).

У зазор між оброблюваною поверхнею й кругом подається електроліт 4. Абразивні зерна круга виступають із електропровідної зв'язки й створюють зазор між оброблюваною поверхнею й зв'язкою круга. При проходженні струму через електроліт, що заповнює зазор, відбувається процес анодного

розчинення матеріалу деталі. Продукти анодного розчинення видаляються зернами абразиву, а електролітом – із зони обробки. Працездатність електроабразивного круга підтримується внаслідок його самозагострювання в процесі роботи.

Самозагострювання відбувається через викишування зношених абразивних зерен, а також через руйнування зв'язки й наповнювача при електричних розрядах.

Схема обробки електроабразивним кругом показана на рис.2.

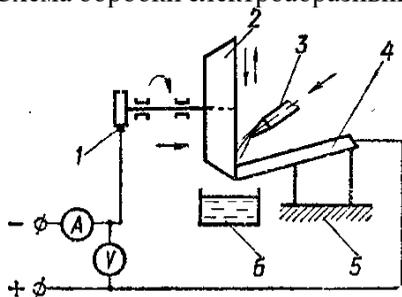


Рис. 2. Схема обробки електроабразивним кругом

Оброблювана деталь 4 закріплюється на столі 5 і підключається до позитивного полюса джерела струму. Електроабразивний круг 2 є негативним електродом. Електроліт 3 через спеціальне сопло подається в робочу зону. Крім головного робочого руху (обертання), електроду-інструменту 2 надається допоміжний рух подачі. У якості інструмента можна використовувати металоабразивні круги, виготовлені пресуванням суміші абразивного (електрокорунд) й металевих порошоків. У якості електропровідного наповнювача застосовують суміш мідного й залізного порошку з абразивом у співвідношенні 1:1.

Для кругів на бакелітовій зв'язці з домішкою графіту абразив, графіт і зв'язка співвідношення складають: 4:1,25:1. Краща якість при обробці досягається при роботі з кругами з абразивів середньої м'якості й зернистості – електрокорунду нормального зернистості 25-16.

У якості електроліту найбільше часто використовують водяний розчин рідкого скла, розчин бури, азотнокислого натрію або калію. Для запобігання корозії устаткування в електроліт додається антикорозійна добавка (звичайно нітрит натрію).

Продуктивність і якість обробки залежить від окружної швидкості V електроабразивного круга. Оптимальною швидкістю

слід уважати $V = 15-30$ м/сек. При менших швидкостях знижується інтенсивність знімання матеріалу, при більших – утрудняється подача електроліту в зону обробки. Щоб продуктивність була найвищою, слід підтримувати постійним тиск круга на деталь (приблизно $2-2,5$ кГ/см²). При більших тисках продуктивність не збільшується, а точність обробки знижується. При малому тиску збільшується зазор між кругом і деталлю, що знижує продуктивність.

Процес обробки можна виконувати периферією кола, чашковими кругами (торцем круга) або спеціальним інструментом заданої форми.

Електроабразивну обробку рекомендується застосовувати для профілювання фасонних твердосплавних різців. При цьому на глибині профілю до 10 мм можна встановлювати подачу до 2 мм/хв при досяжній точності по профілю 0,02-0,05 мм. Економічно вигідно застосовувати цю обробку при профілюванні фасонних деталей з магнітних, жароміцних і титанових сплавів одиничного й дрібносерійного виробництва, а також при обробці тонкостінних деталей.

Режими попередньої обробки наступні:

Робоча напруга, В 30-32

Щільність струму, А/см² 30-50

Режими доводочної обробки наступні:

Робоча напруга, В 12-15

Щільність струму, А/см² 5-10

Електроабразивне шліфування інструмента зі швидко-різальної сталі типу Р9, Р18 доцільно проводити чашковими кругами з електрокорунду на металевій зв'язці, які забезпечують дуже високу продуктивність. Швидкість знімання металу при електроабразивному шліфуванні швидкорізальної сталі в 2-2,5 рази більше.

Стійкість інструмента, заточеного цим методом, в 1,2-1, 5 рази вище, чим абразивним. Останнє пояснюється тим, що при абразивному шліфуванні інструмент не нагрівається. При використанні в якості абразиву алмаза процес обробки значно інтенсифікується. Цю обробку доцільно застосовувати при заточенні твердосплавного інструмента, при плоскому й круглому шліфуванні твердосплавних заготовок, для виготовлення деталей вирубних штампів і пресформ, для виготовлення деталей з нержавіючих сталей і жароміцних сплавів.

Електроалмазна обробка – високопродуктивний процес, де висока інтенсивність знімання металу обумовлена високими щільностями струму (до 100 А/см^2), які виникають за рахунок малих зазорів між алмазозносним кругом і деталлю (0,01-0,03 мм). На швидкість знімання металу при електроалмазном шліфуванні впливає концентрація алмаза в робочому шарі.

Найбільша швидкість знімання металу досягається при роботі з алмазними кругами 100%-ної концентрації. Зниження концентрації алмазного порошку до 25% призводить до зменшення швидкості знімання металу у 1, 5 рази й збільшенню зношування круга у 2 рази. Пористість кола й зернистість алмазного порошку не впливають на продуктивність методу. Щоб електроліт краще протікав, у шарі абразиву роблять канавки шириною 2-3 мм, глибиною до 1 мм. Наявність канавок в алмазозносному шарі круга збільшує щільність струму й забезпечує більш високу швидкість знімання матеріалу.

Збільшення швидкості обертання круга з 5-10 м/с до 20-25 м/с підвищує інтенсивність знімання матеріалу в 1,4- 1,6 рази. Подальше збільшення швидкості приводить лише до незначного росту продуктивності обробки. Оптимальна швидкість електроалмазного шліфування $V = 25-28 \text{ м/с}$.

Тиск круга на деталь повинний бути в межах 3-5 кГ/см². Збільшення тиску, хоча й зменшує міжелектродний зазор, підвищує щільність струму й швидкість знімання матеріалу, але приводить до швидкого зношування кола, зниженню його стійкості. Порівняльні технічні дані для алмазного й електроалмазного методів шліфування наведені в табл. 1.

Таблиця.1

Показник	Шліфування	
	Алмазне	Електроалмазне
Продуктивність, мм ³ /хв	до 20	750-1000
Точність обробки, мм	0,005-0,01	0,01
Питома витрата алмаза, мг/г	0,15-0,3	0,02-0,05

Заточення твердосплавного різального інструменту методом електроалмазного шліфування виключає можливість появи мікротріщин на різальних кромках, внаслідок чого його стійкість

в 1,2-1,8 рази вище стійкості інструмента, заточеного алмазним шліфуванням.

Шліфування твердосплавного інструмента слід виконувати при наступних режимах:

робоча напруга, В	6-8
щільність струму, А/см ²	80-100

У якості електроліту рекомендуються наступні водяні розчини:

- 1) 3-5% азотнокислого калію, 3-5% фтористого натрію, 0,3% нітриту натрію;
- 2) 5% азотнокислого калію і 10% нітриту натрію;
- 3) 10% азотнокислого калію й 5% нітриту натрію й ін.

Електрохімікомеханічне хонінгування застосовують для розмірної обробки циліндричних отворів. Схема верстата для електрохімікомеханічного хонінгування показана на рис. 3.

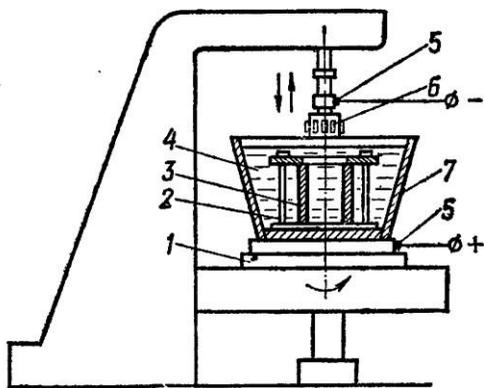


Рис. 3. Схема верстата для електрохімікомеханічного хонінгування

На обертовому столі верстата встановлене пристосування 2 для закріплення деталі 3. Пристосування з деталлю поміщено в бак 7 з електролітом 4. Бак і пристосування ізолювані від верстата. У шпинделі верстата закріплена спеціальна хонінгувальна головка 6 з електронейтральними притирами. На

шпинделі й на пристосуванні встановлені контактні кільця 5 із щітками для струмопідводу.

У якості електронейтральних притирань використовують бруски, виготовлені з м'яких порід дерева, пластмаси, абразивні бруски (дрібнозернистий карборунд на керамічній зв'язці). Електролітом є водяний розчин фосфорнокислих і азотнокислих солей з добавкою абразиву. У якості абразиву застосовують окис хрому.

Циліндричні отвори хонінгують у дві операції. При першій операції до складу електроліту додають абразив М28. Час обробки 20 хв. Знімання металу при цьому на одну сторону 40 мкм. Для другої операції застосовують абразив у вигляді окису хрому. Знімання металу на одну сторону 6-8 мкм.

Режим електрохімікомеханічного хонінгування вибирають залежно від конкретних умов процесу.

Для електрохімікомеханічного хонінгування можна використовувати звичайні хонінгувальні або свердлильні верстати, модернізовані для електрохімікомеханічної обробки. Обробку рекомендується використовувати для хонінгування внутрішніх циліндричних поверхонь маложорстких тонкостінних деталей, виготовлених з важкооброблюваних матеріалів. Звичайне хонінгування деталей з високою продуктивністю веде до зниження точності обробки через більші деформації деталей під впливом зусиль різання.

Верстат оснащується джерелом струму силою до 1500 А при робочій напрузі 6–12 В й резервуаром для електроліту ємністю 200 л із шестерним насосом продуктивністю 30-40 л/хв при тиску 20 кг/см².

ТЕСТОВІ ПИТАННЯ

Що є основним принципом ЕХМО?

- А) Тільки механічне різання.
- Б) Поєднання анодного розчинення та механічного впливу абразиву.
- В) Термічне випаровування металу.
- Г) Ударна дія ультразвуку.

Яку роль відіграє абразив у процесі ЕХМО?

- А) Проводить електричний струм.
- Б) Видаляє пасивну плівку з поверхні анода.
- В) Охолоджує зону обробки.
- Г) Слугує катодом.

Яка полярність подається на заготовку при ЕХМО?

- А) Від'ємна (катод).
- Б) Позитивна (анод).
- В) Змінна.
- Г) Полярність не має значення.

Яке середовище найчастіше використовується при ЕХМО?

- А) Дистильована вода.
- Б) Машинне мастило.
- В) Електроліт (розчини солей).
- Г) Повітря.

Головна перевага ЕХМО порівняно зі звичайним шліфуванням:

- А) Вища швидкість обертання круга.
- Б) Відсутність припиків та мікротріщин на поверхні.
- В) Низька вартість обладнання.
- Г) Можливість обробки діелектриків.

Що відбувається з інструментом (катодом) під час ЕХМО?

- А) Він інтенсивно зношується хімічно.
- Б) Його знос значно менший, ніж при механічній обробці.
- В) Він повністю розчиняється.

Г) Він покривається шаром металу заготовки.

Який матеріал зазвичай слугує зв'язкою для круга при електрохімічному шліфуванні?

А) Керамічна (діелектрична).

Б) Скляна.

В) Струмопровідна (металева).

Г) Дерев'яна.

Від чого найбільше залежить продуктивність ЕХМО?

А) Від кольору електроліту.

Б) Від густини струму.

В) Від вологості повітря в цеху.

Г) Від ваги заготовки.

Яка операція ЕХМО використовується для досягнення найменшої шорсткості?

А) Електрохімічне розрізання.

Б) Електрохімічне хонінгування.

В) Електрохімічне прошивання.

Г) Анодно-механічне обдирання.

Яка функція пасивної плівки, що утворюється при ЕХМО?

А) Прискорює розчинення металу.

Б) Гальмує процес розчинення у впадинах мікрорельєфу.

В) Збільшує тертя.

Г) Захищає інструмент від поломки.

Яка напруга зазвичай використовується при ЕХМО?

А) Висока (понад 1000 В).

- Б) Низька (зазвичай 4–24 В).
- В) Напруга побутової мережі (220 В).
- Г) Напруга не використовується.

Який метал найкраще піддається ЕХМО?

- А) Будь-який струмопровідний метал або сплав.
- Б) Тільки пластмаса.
- В) Тільки чистий алюміній.
- Г) Тільки кераміка.

Для чого в зону обробки подається електроліт під тиском?

- А) Щоб притиснути інструмент.
- Б) Для видалення продуктів розчинення та відведення тепла.
- В) Тільки для змащування.
- Г) Щоб зупинити електричний струм.

Який основний недолік електролітів на основі NaCl?

- А) Висока ціна.
- Б) Висока корозійна активність щодо обладнання.
- В) Неможливість розчинення сталі.
- Г) Токсичність парів.

Електрохімічне притирання зазвичай виконується:

- А) На великих міжсмугових зазорах.
- Б) З використанням вільного абразиву в пасті.
- В) Без використання струму.
- Г) Тільки для чавуну.

Що визначає закон Фарадея в контексті ЕХМО?

- А) Силу тертя абразиву.
- Б) Теоретичну кількість знятого металу залежно від сили струму і часу.
- В) Швидкість обертання шпинделя.
- Г) Твердість абразивного зерна.

Який зазор (МЕЗ) зазвичай підтримується при ЕХМО?

- А) 1–5 мм.
- Б) 0,01–0,5 мм.
- В) 10–20 см.
- Г) Зазор відсутній (повний контакт).

Як впливає збільшення швидкості прокачування електроліту на процес?

- А) Зменшує точність.
- Б) Дозволяє працювати при вищих густинах струму.
- В) Припиняє процес розчинення.
- Г) Не впливає ні на що.

Яка особливість поверхневого шару після ЕХМО?

- А) Наявність залишкових напруг розтягу.
- Б) Відсутність зміцнення та структурних змін.
- В) Висока шорсткість.
- Г) Наявність нагару.

Для обробки яких деталей найефективніше застосовувати ЕХМО?

- А) Деталей з м'якої міді.
- Б) Важкооброблюваних загартованих сталей та твердих сплавів.

В) Дерев'яних моделей.

Г) Тонкого паперу.