**Тема № 7**

**Електрофізичні та електрохімічні методи обробки металів**

**1. Загальні відомості**

Методи **електрофізичної** та **електрохімічної обробки** ґрунтуються на різних фізико-механічних процесах енергетичної дії на тверде тіло, при яких від нього відокремлюються частинки і утворюється деталь з потріб­ними розмірами і формою.

Залежно від використовуваних фізико-хімічних процесів ці методи об­робки можна поділити на чотири групи:

1. **Електроерозійні методи обробки**струмопровідних матеріалів ґрун­туються на використанні енергії електричних розрядів, які збуджуються між інструментом і деталлю. Розрізняють чотири основних різновиди електроерозійної обробки: електроіскрову, електроімпульсну, електрокон­тактну та анодно-механічну.
2. **Електрохімічна обробка**металів і сплавів, що ґрунтується на явищі анодного розчинення в електролітах.
3. **Ультразвукова обробка***.*
4. **Променеві способи обробки**із застосуванням світлових, електронних або іонних променів.

Ці методи порівняно з іншими мають такі переваги:

- ними можна оброб­ляти матеріали, які іншими методами обробляються важко або навіть зо­всім не можуть оброблятися;

- завдяки простоті кінематики формоутворен­ня цими методами можна обробляти деталі, які неможливо обробити ін­шими способами (наприклад, глухі фасонні отвори, порожнини складної форми, отвори з криволінійною віссю, отвори діаметром порядку сотих часток міліметра);

- можливість відтворення (копіювання) форми інстру­мента відразу по всій оброблюваній поверхні заготовки при звичайному поступальному русі інструмента; відсутність силової дії на заготовку;

- об­робку цими методами легко автоматизувати.

**2. Електроерозійні та електрохімічні методи обробки**

До основних різновидів електроерозійної обробки належать:

- **електроіскрова обробка** ґрунтується на явищі руйнування металу в колі постійного струму під дією іскрового розряду. При наближенні ме­талевих електродів у рідкому діелектричному середовищі (гасі, маслі) до відстані пробійного зазора виникає потужний короткочасний іскровий розряд, температура якого становить 6000... 11 000 °С. Це призводить до миттєвого розплавлення, випаровування, вибухів і викидання частинок, які, направляючись до катода, охолоджуються і осідають. Обробка йде без стикання заготовки з інструментом, що дає змогу обробляти струмопровідний матеріал будь-якої твердості інструментом з м'якого металу (латуні, графіту).

Електроіскрова обробка використовується для виготовлення штампів, прес-форм, кокілів, фільєрів з інструментальних сталей і твердих сплавів.

- **електроімпульсний метод обробки** значно продуктивніший за елект­роіскровий. На відміну від електроіскрового методу при цій обробці за­готовка є катодом, а інструмент - анодом, між якими досягається послі­довне збудження розрядів під дією імпульсів напруги, які виробляються спеціальним генератором. Температура в робочій зоні значно нижча (4000...5000 °С), ніж при електроіскровій обробці, отже, і спрацювання інструмента менше.

- **електроконтактна обробка** ґрунтується на електромеханічному руй­нуванні металу під впливом електродугових розрядів інструментом, що переміщується. Зняття металу з заготовки здійснюють у повітряному середовищі обертовим диском-електродом*.* Диск і заготовку сполучено із джерелом живлення - знижувальним трансформатором. При обертанні зі швидкістю до 30 м/с диска, до якого заготовка притискуєть­ся тиском 20...50 кПа, відбувається періодичний розрив контактів, вини­кають дугові розряди, під дією яких і руйнується метал заготовки. Інтен­сивність процесу досить висока і в ряді випадків може перевищувати про­дуктивність обробки різанням. Проте він не дає високої точності, тому цю обробку використову­ють в основному для грубих операцій, наприклад зачищення виливків і штамповок з важкооброблюваних сплавів.

**Електрохімічна обробка** ґрунтується на явищі анодного розчинення металів, яке полягає в тому, що при проходженні електричного струму крізь електроліт метал анода (заготовки) розчиняється і виноситься елек­тролітом із робочої зони.

Великого поширення набуло **електролітичне полірування**для ретель­ної обробки деталей складної форми з високолегованих сталей (лопатки турбін, клапани двигунів, інструменти та ін.). На поверхні деталі-анода при проходженні струму в електроліті утворюється плівка, що захищає запади­ни мікрошорсткостей від впливу струму. Однак вона не перешкоджає розчиненню мікровиступів, на які діє струм більшої густини, і поверхня деталі згладжується.

У практиці використовують також інші методи електрохімічної обробки ме­талів. На рис. 6.1 показано **електрохі­мічне прошивання отворів.** До заготовки *1,* що є анодом, подається електроліт крізь трубку-катод *2.* Сталий зазор між торцем трубки й оброблюваної поверхні утворюється протидією пружини *3* і тис­ку електроліту. Продукти розчинення виносяться електролітом крізь отвір у ванночці *4.*



Рис. 6.1. Схема електрохімічного прошивання отворів

Різновидом електрохімічної обробки є **електроабразивне шліфування***,* яке виконують електроабразивним кругом. Крім абразивних зерен, до його складу входить електропровідний наповнювач. Круг сполучають з нега­тивним полюсом джерела струму, заготовку - з позитивним, а в робочу зону струменем подається електроліт. Плівка, що утворюється внаслідок анодного розчинення, знімається абразивними зернами круга. Порівня­но зі звичайним шліфуванням цей процес більш продуктивний при мен­шому спрацюванні круга, не призводить до появи мікротріщин

**3. Анодно-механічна обробка металів. Хімічні методи обробки**

**Анодно-механічна обробка** ґрунтується на одночасній дії електроме­ханічного і електроіскрового процесів. Оброблювальну заготовку підключають до аноду, а інструмент – до катоду. В залежності від характеру обробки і виду оброблювальної поверхні в якості інструменту використовують металеві диски, циліндри, стрічки, дріт. Обробку ведуть в середовищі елек­троліту, яким є водний розчин рідкого скла. Заготовці та інструменту задають такий же рух, як при звичайних методах механічної обробки різанням. Електроліт подають в зону обробки через сопло.

Суть обробки полягає в тому, що занурена в електроліт і приєднана до позитивного полюса заготовка при певній щільності струму покривається крихкою поляризованою плівкою, яка легко видаляється мідним скребком або стальною щіткою. На зачищених місцях знову утворюється плівка, яку видаляють і т.д. Так, на поверхні металу згладжуються нерівності та поступово знімається рівномірний шар.

Цим способом обробляються заготовки з струмопровідних матеріалів, високоміцних та важкооброблюваних металів.

Суть **хімічної обробки** полягає в направленому руйнуванні металів і сплавів травленням їх в розчинах кислот і лугів.

Перед травленням оброблювальні поверхні заготовки ретельно очищають. Поверхні, які не підлягають обробці, захищають хімічно стійкими покриттями (покривають лаком і фарбою, застосовують хімічні і гальванічні покриття, світлочутливі емульсії).

Хімічним травленням отримують ребра жорсткості, канавки зі звивинами, “вафельні” поверхні, обробляють поверхні, важкодоступні для ріжучого інструмента.

**Хімічно-механічним методом** обробляють заготовки з твердих сплавів. Заготовки приклеюють спеціальними клеями до пластин і опускають у ванну, заповнену суспензією, яка складається з розчину сіркокислої міді і абразивного порошку. В результаті обмінної хімічної реакції на поверхні заготовок виділяється рихла металева мідь, а кобальтова зв’язка твердого сплаву переходить в розчин у вигляді солі, звільнюючи тим самим зерна карбідів титану, вольфраму та танталу.

Хімічно-механічну обробку застосовують для розрізання і шліфування пластинок з твердого сплаву.

**4. Ультразвукова обробка. Променеві методи обробки. Обробка плазмою**

**Ультразвукова обробка** **матеріалів** – різновид механічної обробки – заснована на руйнуванні оброблювального матеріалу абразивними зернами під ударами інструменту, який коливається з ультразвуковою частотою. Джерелом енергії служать ультразвукові генератори струму з частотою 16…30 кГц. Інструмент отримує коливання від ультразвукового перетворювача з сердечником з магнітострикційного матеріалу. Ефектом магнітострикції володіють нікель, залізонікелеві сплави, залізо алюмінієві сплави та ферити.

Цей метод дає змогу з високою точністю прорізати щілини, круглі та фасонні отвори чи заглиблення у крихких твердих матеріалах (скло, кераміка, ферити, кремній, кварц, дорогоцінні мінерали, тверді сплави, титанові сплави, вольфрам), а також розрізати невеликі заготовки.

До **променевих методів** формотворення поверхнею деталей машин відносять:

* електроннопроменеву обробку;
* світлопроменеву (лазерну) обробку.

**Променеві методи обробки** ґрунтуються на без­посередній дії пучка електронів або потужного світлового променя на поверхню оброблюваної деталі. При **електроннопроменевій обробці**електрони, які випромінюються катодною гарматою, прискорюються в потужному електричному полі і фокусуються у вузький пучок, спрямований на оброблювану заготовку. При цьому кінетична енергія електронів перетворюється на теплову. Ефе­ктивність дії електронного пучка підвищується фокусуванням його на дуже малих площах (до 10 -7 см2). Такий промінь миттєво нагріває поверхню деталі до 6000 °С, внаслідок чого навіть найбільш важкоплавкий метал випаровується. Система керування переміщенням електронного променя забезпечує обробку заготовки потрібного профілю за наперед заданою програмою. Електроннопроменевим методом роблять отвори, пази тощо малих розмірів (до 0,005 мм) у важкооброблюваних сплавах.

При **світлопроменевій (лазерній) обробці**потужний світловий промінь, який випроміню­ється лазером, фокусується на оброблюваній поверхні заготовки на площі діаметром до 0,01 мм. При цьому концентрація енергії досягає 105 кВт/см2, температура - кількох тисяч градусів, тому відбувається миттєве розплавлення і випаровування матеріалу. За допомогою лазерів можна вести об­робку малих отворів, пазів тощо в різноманітних матеріалах незалежно від їхніх фізико-механічних властивостей (кераміка, алмази, тверді спла­ви та ін.).

Лазерною обробкою отримують глухі та наскрізні отвори, виконують різання листового матеріалу, отримують пази та ін.

Суть **обробки плазмою**полягає в тому, що плазму (іонізований газ), з температурою 10000...30000 °С спрямовують на поверхню заготовки в локальну точку, що викликає швидке згоряння чи розплавлення матеріалу.

Плазму отримують в плазмотронах. Плазмою оброблюють заготовки з будь-яких матеріалів. Іноді виконують плазмове напилення, яке полягає у нанесенні шару металу на спрацьовані деталі, з метою їх відновлення. При цьому у плазму вводять відповідний метал у вигляді порошку чи дроту.