**ЛЕКЦІЯ 6**

**Механічна обробка. Технологічні можливості способів різання**

**Механічна обробка**

**1. Загальна характеристика розмірної обробки**

Механічна обробка поверхонь заготовок є однієї з основних завершальних стадій виготовлення деталей машин.

Одна з актуальних завдань машинобудування – подальший розвиток, удосконалювання й розробка нових технологічних методів обробки заготовок деталей машин, застосування нових конструкційних матеріалів і підвищення якості обробки деталей машин.

Поряд з обробкою різанням застосовують методи обробки пластичним деформуванням, з використанням хімічної, електричної, світловий, променевий і інших видів енергії.

*Класифікація рухів у металорізальних верстатах*

Обробка металів різанням – процес зрізання різальним інструментом з поверхні заготовки шару металу у вигляді стружки для одержання необхідної геометричної форми, точності розмірів, взаємного розташування й шорсткості поверхонь деталі.

Щоб зрізати із заготовки шар металу, необхідно різальному інструменту й заготовки повідомляти відносні рухи. Інструмент і заготовку встановлюють на робочих органах верстатів, що забезпечують рух.

Руху, які забезпечують зрізання із заготовки шару матеріалу або викликають зміна стану обробленої поверхні заготовки, називають рухами різання:

* Головний рух – визначає швидкість деформування матеріалу й відділення стружки (Дг);
* Рух подачі – забезпечує врізання ріжучої крайки інструмента в матеріал заготовки (Дs);

Рухи можуть бути безперервними або переривчастими, а по характеру – обертальними, поступальними, зворотно-поступальними.

Руху подачі: поздовжнє, поперечне, вертикальне, кругове, окружне, тангенціальне.

Упроцесі різання на заготовці розрізняють поверхні (рис1.1.а):

* оброблювану поверхню (1);
* оброблену поверхню (3);
* поверхня різання (2).

Настановні рухи – руху, що забезпечують взаємне положення інструмента й заготовки для зрізання з неї певного шару металу.

Допоміжні рухи – транспортування заготовки, закріплення заготовки й інструмента, швидкі переміщення робочих органів.



Рис.1 Схеми обробки заготовок: а – гострінням; б – шліфуванням на круглошлифовальном верстаті; в – свердлінням

**2.Режими різання, шорсткість поверхні**

При призначенні режимів різання визначають швидкості головного руху різання й подачі, і глибину різання.

*Швидкістю головного руху* – називають відстань, пройдене крапкою ріжучої крайки інструмента в одиницю часу (м/с).

Для обертового руху:

V = π x D3x n/ 100 x 6

 де: D3 – максимальний діаметр заготовки (мм); n – частота обертання(хв-1).

Длязворотно-поступальногоруху:

V = L x m x (k+1)/ 100 x 60,

де:L– розрахункова довжина ходу інструмента; m– число подвійних ходів інструмента у хвилину; k– коефіцієнт, що показує співвідношення швидкостей робітника й допоміжного ходу.

*Подача* (S) - шлях крапки ріжучої крайки інструмента щодо заготовки в напрямку руху подачі за один хід заготовки або інструмента.

Залежно від технологічного методу обробки подачу вимірюють: мм/ про – гостріння й свердління; мм/дв. хід – стругання й шліфування.

*Глибина різання* (t) – відстань між оброблюваної й обробленої поверхнями заготовки, обмірюване перпендикулярно до обробленої поверхні (мм).

Tгостріння = (D3– d)/ 2

*Шорсткість поверхні* – сукупність нерівностей з відносно малими кроками. Шорсткість є характеристикою якості поверхневого шару заготовки. Вона оцінюється

декількома параметрами, зокрема критерієм Rz.

Rz - середнє арифметичне відхилення профілю (середнє арифметичне абсолютних значень відхилень профілю) у межах певної базової довжини обробленої поверхні.

Припустимі значення шорсткості поверхонь деталей вказуються на кресленнях. Значення параметра Rz для різних технологічних методів обробки лежать у межах, мкм:

•для попередньої чорнової обробки – 100…22,5;

•для чистової обробки – 6,3…0,4;

•для оздоблювальної й доводочної обробки – 0,2…0,012.

**3. Верстати для обробки різанням**

***Класифікація металорізальних верстатів***

По спільності технологічного методу обробки розрізняють верстати: токарські, фрезерні, свердлильні й ін.

По призначенню розрізняють верстати: широкоуниверсальные, універсальні, широкого призначення, спеціалізовані, спеціальні.

Універсальні верстати обробляють різнотипним інструментом, що різняться по розмірах, формі й розташуванню поверхонь заготовки.

Широкоуниверсальные – призначені для виконання особливо широкої різноманітності робіт.

Верстати широкого призначення характеризуються однотипністю застосовуваного інструмента.

Спеціалізовані верстати призначені для обробки однотипних заготовок різних розмірів.

Спеціальні верстати призначені для виконання певних видів робіт на заготовках однакових розмірів і конфігурації.

* По масі: легені (до 1т), середні ( до 10т), важкі ( понад 10т) і унікальні ( понад 100т).
* По ступеню автоматизації: з ручним керуванням, напівавтомати й автомати.
* По компонуванню основних робочих органів: горизонтальні й вертикальні.

Узагальнодержавній єдиній системі (ЕНИМС) верстати розділяються на 10 груп і 10 типів. У групи об'єднані верстати однакові або схожі по технологічному методу обробки. Типи характеризують їхнє призначення, ступінь автоматизації, компонування.

**4. Технологічні можливості способів різання**

***Гостріння***

*Гостріння* є основним способом обробки поверхонь тіл обертання.

Процес різання здійснюється на токарських верстатах при обертанні оброблюваної заготовки (головний рух) і переміщенні різця (рух подачі).

Рух подачі здійснюється:

* паралельно осі обертання заготовки (поздовжня);
* перпендикулярно осі обертання заготовки (поперечна);
* під кутом до осі обертання заготовки (похила).

Схеми обробки поверхонь заготовки гострінням представлені на рис. 2.

За допомогою гостріння виконують операції: обточування – обробку зовнішніх поверхонь (рис. 2, а); розточування – обробку внутрішніх поверхонь (рис. 2, б); підрізання – обробку торцевих поверхонь (рис. 2, в); різання – розрізування заготовки на частині (рис. 2, г); різьбонарізування – нарізування різьблення (рис. 2, д).

По технологічних можливостях гостріння умовне підрозділяють на: чорнове, напівчистове, чистове, тонке.



Рис. 2. Схеми обробки поверхонь заготовки гострінням

У якості різального інструменту при гострінні використовують різці. Головним принципом класифікації різців є їхнє технологічне призначення. Розрізняють різці:

•прохідні – для обточування зовнішніх циліндричних і конічних поверхонь;

•розточувальні – прохідні й упорні – для розточування глухих і наскрізних отворів;

•відрізні – для відрізання заготовок;

•різьбові – для нарізування зовнішніх і внутрішніх різьблень;

•фасонні – для обробки фасонних поверхонь;

•прорізні – для проточування кільцевих канавок;

•галтельные – для обточування перехідних поверхонь між щаблями валів по радіусу.

По характеру обробки – чорнові, напівчистові, чистові.

По напрямкові руху подачі – праві й ліві (праворуч на ліво й ліворуч на право).

По конструкції – цілі, із привареною або припаяною пластиною, зі змінними пластинами.

Установка до закріплення заготовки залежить від типу верстата, виду оброблюваної поверхні, характеристики заготовки (L/d), точності обробки й інших факторів.

**5. Свердління**

*Свердління* є основним способом одержання глухих і наскрізних циліндричних отворів

усуцільному матеріалі заготовки.

Уякості інструмента при свердлінні використовується свердел, що має дві головні ріжучі крайки.

Для свердління використовуються свердлильні й токарські верстати.

На свердлильних верстатах свердел робить обертальне (головне) рух і поздовжній (рух подачі) уздовж осі отвору, заготовка нерухлива.

При роботі на токарських верстатах обертальне (головний рух) робить оброблювана деталь, а поступальний рух уздовж осі отвору (рух подачі) робить свердел.

Діаметр просвердленого отвору можна збільшити свердлом більшого діаметра. Такі операції називаються *рассверливанием*.

При свердлінні забезпечуються порівняно невисока точність і якість поверхні.

Для одержання отворів більш високої точності й чистоти поверхні після свердління на тому ж верстаті виконуються зенкерование й розгортання.

*Зенкерование* – обробка попередньо отриманих отворів для додання їм більш правильної геометричної форми, підвищення точності й зниження шорсткості. Багатолезовий різальним інструментом – зенкером, який має більш тверду робочу частий, відсутне число зубів не менш трьох

*Розгортання* – остаточна обробка циліндричного або конічного отвору розгорненням з метою одержання високої точності й низької шорсткості. Розгорнення – багатолезовий інструмент, що зрізує дуже тонкі шари з оброблюваної поверхні.

Схеми свердління, зенкерования й розгортання представлено на малюнку

**6.Протягання**

*Протягання* є високопродуктивним методом обробки деталей різноманітних форм, що забезпечують високу точність форми й розмірів оброблюваної поверхні. Застосовується протягання в крупносерийном виробництві.

При протяганні використовується складний дорогий інструмент – *протягання*. За кожним формотворним зубом уздовж протягання виготовляється ряд зубів висоти, що поступово збільшується.

Процес різання при протяганні здійснюється на протяжних верстатах при поступальному головному русі інструмента щодо нерухливої заготовки за один прохід.

Рух подачі отсутствует. За величину подачі sz ухвалюють підйом на зуб, тобто різниця розмірів по висоті двох сусідніх зубів протягання; sz є одночасно й глибиною різання.

Протяжні верстати призначені для обробки внутрішніх і зовнішніх поверхонь. По напрямкові головного руху розрізняють верстати: вертикальні й горизонтальні.

Схеми обробки заготовок на протяжних верстатах представлено на рис. 3.



Рис. 3. Схеми обробки заготовок на протяжних верстатах

Отвору різної геометричної форми простягають на горизонтально-протяжнихверстатах для внутрішнього протягання. Розміри отворів, що простягаються, становлять 5…250 мм.

Циліндричні отвори простягають великими протяганнями після свердління, розточування або зенкерования, а також литі або штамповані отвори. Довжина отворів не перевищує трьох діаметрів. Для установки заготовки з неопрацьованим торцем застосовують пристосування зі сферичною опорною поверхнею (може самовстановлюватися по осі інструмента), або упор у тверду поверхню (рис. 3, а).

Шпонкові й інші пази простягають протяганнями, форма зубів яких у поперечному перерізі відповідає профілю паза, що простягається, із застосуванням спеціального пристосування – напрямної втулки 3 (рис. 3., б).

Зовнішні поверхні різної геометричної форми простягають на вертикально-протяжнихверстатах для зовнішнього протягання.

Схема протягання вертикальної площини показана на рис. 3., в.

Зовнішні поверхні заготовок типу тіл обертання можна обробляти на спеціальних протяжних верстатах рис. 3., г.

**ЛЕКЦІЯ 2**

**Технологічні можливості способів різання**

**1.Фрезерування**

*Фрезерування*– високопродуктивний і розповсюджений метод обробки поверхонь заготовок: багатолезовим різальним інструментом – фрезою.

Головним рухом при фрезеровании є обертання фрези, а допоміжним поступальне переміщення заготовки. Рух подачі може бути й обертовий рух заготовки навколо осі обертового стола або барабана (карусельнофрезерні, і барабанно-фрезерніверстати). Кожний ріжучий зуб при обертанні фрези урізається в заготовку й здійснює різання тільки в межах певного кута повороту фрези, а потім обертається в холосту до наступного врізання. Таким чином, особливістю процесу фрезерования є періодичність і переривчастість процесу різання кожним зубом фрези, причому - процес врізання зуба супроводжується ударами.

По виконанню фрези діляться на циліндричні, коли зуби розташовуються тільки на циліндричній поверхні фрези й торцеві, у яких ріжучі зуби розташовуються на торцевій і циліндричній поверхні фрези.

Горизонтальні площини фрезерують на горизонтально-фрезернихверстатах циліндричними фрезами і на вертикальнофрезерних верстатах торцевими фрезами.

Вертикальні площини фрезерують на горизонтально-фрезернихверстатах торцевими фрезами і торцевими фрезерними головками, а на вертикальнофрезерних верстатах – кінцевими фрезами.

Комбіновані поверхні фрезерують набором фрез на горизонтальнофрезерних верстатах.

Уступи й прямокутні пази фрезерують кінцевими і дисковими фрезами.

Шпонкові пази фрезерують кінцевими або шпонковими фрезами на вертикальнофрезерних верстатах.

Фасонні поверхні незамкнутого контуру із криволінійної утворюючої й прямолінійної напрямної фрезерують фасонними фрезами відповідного профілю

Просторовоскладні поверхні обробляють на копіювально-фрезернихавтоматах. Обробку роблять спеціальною кінцевою фрезою. Фрезерование ведуть по трьом координатам: x, y, z (об'ємне фрезерование).

**2.Шліфування**

*Шліфування*– процес обробки заготовок різанням за допомогою інструментів (кіл), що полягають із абразивного матеріалу.

Абразивні зерна розташовані безладно. При обертовому русі в зоні контакту із заготовкою частина зерен зрізує матеріал у вигляді дуже великої кількості тонких стружок (до 100000000 у хв.).

Процес різання кожним зерном здійснюється миттєво. Оброблена поверхня являє собою сукупність мікро-слідівабразивних зерен і має малу шорсткість.

Шліфування застосовують для чистової й оздоблювальної обробки деталей з високою точністю.

Головним рухом при шліфуванні є обертання шліфувального кола, а переміщення кола щодо деталі є рухом подачі.

Розрізняють наступні основні схеми шліфування: плоске, кругле, внутрішнє (мал. 20.2).

При плоскім шліфуванні (рис. 1, а) зворотно-поступальнийрух заготовок необхідно для забезпечення поздовжньої подачі Sпр. Для обробки поверхні на всю ширину b заготовка або коло повинні мати поперечну подачу Dсп, яка здійснюється переривчасто при крайніх положеннях заготовки наприкінці поздовжнього ходу. Періодично здійснюється рух вертикальної подачі Dсв, у крайніх положеннях заготовки наприкінці поперечного ходу.

Плоске шліфування може здійснюватися периферією або торцем шліфувального кола. При круглім шліфуванні (рис.1.б) рух поздовжньої подачі здійснюється зворотнопоступальним переміщенням заготовки. Подача Sпр відповідає осьовому переміщенню заготовки за один її оберт. Обертання заготовки є рухом кругової подачі. Подача Sп на глибину різання відбувається при крайніх положеннях заготовки. Руху, здійснювані при внутрішньому шліфуванні показані на рис. 1, в.

Для виконання процесу шліфування зовнішніх поверхонь деталей використовуються круглевшліфувальні, плоско-шліфувальній бесцентровошшліфувальні верстати. Для обробки складних фасонних поверхонь використовуються спеціальні ленто - шліфувальні верстати.

У ленто - шліфувальних верстатах застосовується інструмент у вигляді нескінченної абразивної стрічки. Стрічка в процесі шліфування поверхні складної форми (наприклад: лопатки турбін) обгинає складну поверхню й переміщається в осьовому й поздовжньому напрямках.



Рис. 1. Основні схеми шліфування.

Абразивний шар наносять на паперову або тканинну основу стрічки.

Шліфуванням обробляються тільки тверді деталі, що не формуються в процесі обробки. Даний спосіб не допускає обробки малих отворів.

**3. Технологічні методи оздоблювальної (фінішної) обробки поверхонь деталей машин**

Подальший розвиток машинобудування пов'язане зі збільшенням навантажень на деталі машин, збільшенням швидкостей руху, зменшенням маси конструкції.

Виконати ці вимоги можна при досягненні особливих якостей поверхневих шарів деталей.

Вплив якості поверхневих шарів на експлуатаційні властивості величезне, змінюються:

•зносостійкість;

•корозійна стійкість;

•контактна твердість;

•міцність з'єднань і інші властивості.

Із цією метою широко застосовуються оздоблювальні методи обробки, для яких характерні малі сили різання, незначне тепловиділення, мала товщина шару, що зрізується.

**4.Хонингование**

*Хонингование* застосовують для одержання поверхонь високої точності й малої шорсткості, а також для створення специфічногомікро-профілюобробленої поверхні у вигляді сітки (для втримання мастильного матеріалу на поверхні деталей).

Поверхня нерухливої заготовки обробляється дрібноизернистими абразивними брусками, закріпленими в хонинговальной головці (хоні). Бруски обертаються й одночасно переміщаються возвратнопоступально уздовж осі оброблюваного отвору (рис. 2.а). Співвідношення швидкостей рухів становить 1,5…10, і визначає умови різання.



Рис. 2. Схема хонингования.

При комбінації рухів на оброблюваній поверхні з'являється сітка мікроскопічних гвинтових подряпин – слідів переміщення абразивних зерен. Кут /перетинання цих слідів залежить від співвідношення швидкостей (рис.2.б).

Абразивні бруски завжди контактують із оброблюваною поверхнею, тому що можуть розсовуватися в радіальному напрямку. Тиск бруска контролюється.

Хонингованием виправляють погрішності форми від попередньої обробки, а чистове – для підвищення якості поверхні.

Цей процес здійснюється на спеціальних хонинговальных установках.

**5.Суперфінішування**

*Суперфінішування* зменшує шорсткість поверхні, що залишився від попередньої обробки. Одержують дуже гладку поверхню, сітчастий рельєф, сприятливі умови для взаємодії поверхонь.

Поверхні обробляють абразивними брусками, установленими в спеціальній головці. Для суперфінішування характерно коливальний рух брусків поряд з рухом заготовки.

Процес різання відбувається при тиску брусків (0,5…3)105 Па в присутності мастильного матеріалу малої в'язкості.

Амплітуда коливань 1,5…6 мм. Частота коливань 400…1200 хв -1. Бруски подпружинены й самовстановлюються по оброблюваній поверхні. Співвідношення швидкостей DSкрк/в початку обробки становить 2…4, а наприкінці – 8…16.

# 6.Полірування

*Поліруванням* зменшують шорсткість поверхні.

Цим способом одержують дзеркальний блиск на відповідальних частинах деталей (доріжки кочення підшипників) або на декоративних елементах (лицювальні частини автомобілів). Використовують полірувальні пасти або абразивні зерна, змішані з мастильним матеріалом. Ці матеріали наносять на швидкообертові еластичні кола (фетрові)або на коливні щітки.

Гарні результати дає полірування быстродвижущимися абразивними стрічками (шкурками).

При цьому одночасно протікають наступні процеси:

•тонке різання;

•пластичне деформування поверхневого шару;

•хімічні реакції (вплив на метал хімічно активних речовин).

Для процесу характерні високі швидкості, до 50м/сек. Заготовка підтискається до кола силою Р и робить рухи подачі DSкр і DSпр відповідно до профілю оброблюваної поверхні.

У процесі полірування не виправляються погрішності форми.

**7.Абразивно-рідиннаобробка**

Даний вид обробки застосовується для обробки об'ємнокриволінійних, фасонних поверхонь.

На оброблювану поверхню, що має сліди попередньої обробки, подають струменя антикорозійної рідини зі зваженими частками абразивного порошку.

Водно – абразивна суспензія переміщається під тиском з великою швидкістю. Частки абразиву вдаряються про поверхню заготовки й згладжують микро - нерівності.

Інтенсивність знімання матеріалу регулюється зернистістю порошку, тиском струменя й кутом під яким подають рідину.

Рідинна плівка відіграє важливу роль у даному процесі. Зерна, що попадають на виступи, легко долають її, а зерна, що попадають у западини – зустрічають опір, знімання матеріалу утрудняється, шорсткість згладжується.

Метод рідинного полірування успішно застосовується при обробки фасонних внутрішніх поверхонь. Сопло вводиться в порожнину заготовки, яка робить обертальне й поступальне переміщення залежно від профілю оброблюваної поверхні.

**ЛЕКЦІЯ 3**

**Електрофізичні й електрохімічні методи обробки (ЭФЭХ)**

**1.Характеристика електрофізичних і електрохімічних методів обробки**

Ці методи призначені в основному для обробки заготовок з дуже міцних, досить грузлих, тендітних і неметалічних матеріалів.

Ці методи мають наступні переваги:

–відсутнє силовий вплив інструмента на заготовку (або дуже мало й не впливає на сумарну погрішність обробки);

–дозволяють міняти форму поверхні заготовки й впливають на стан поверхневого шару: наклеп обробленої поверхні не утворюється, дефектний шар незначний; підвищуються корозійні, прочностные й інші експлуатаційні характеристики поверхні;

–можна обробляти дуже складні зовнішні й внутрішні поверхні заготовок.

ЭФЭХ методи обробки є універсальними й забезпечують безперервність процесів при одночаснім формоутворенні всієї оброблюваної поверхні. Ці методи впроваджуються в різних галузях промисловості.

**2.Електроерозійні методи обробки**

Ці методи засновані на явищі ерозії електродів зі струмопровідних матеріалів при пропущенні між ними імпульсного електричного струму.

Розряд між електродами відбувається в газовім середовищі або при заповненні межэлектродного простору діелектричною рідиною – гас, мінеральне масло.

При наявності різниці потенціалів на електродах відбувається іонізація межэлектродного простору. При певному значенні різниці потенціалів – утворюється канал провідності, по якім спрямовується електроенергія у вигляді імпульсного іскрового або дугового розряду.

На поверхні заготовки температура зростає до 10000…12000 0C. Відбувається миттєве оплавлення й випар елементарного обсягу металу й на оброблюваній поверхні утворюється лунка.

Вилучений метал застигає в діелектричній рідині у вигляді гранул діаметром

0,01…0,005 мм.

При безперервнім підведенні до електродів імпульсного струму процес ерозії триває доти, поки не буде вилучений увесь метал, що перебуває між електродами на відстані, при якім можливий електричний пробій (0,01…0,05 мм) при заданій напрузі.

Для продовження процесу необхідно зблизити електроди до зазначеного відстані. Електроди зближаються автоматично за допомогою систем, що стежать.

**3.Електроіскрова обробка**

Схема електроіскрової обробки представлена на мал. 21.1.

При електроіскровій обробці – використовують імпульсні іскрові розряди між електродами (оброблювана заготовка (анод) – інструмент (катод)).

Конденсатор /заряджається через резистор / від джерела постійного струму напругою 100…200 В. Коли напруга на електродах 1 і 3 досягає пробійного утворюється канал, через який здійснюється іскровий розряд енергії, накопиченої конденсатором.

Тривалість імпульсу 20…200 мкс.

Точність обробки до 0,002 мм, Rz 0,63…0,16 мкм.

Для забезпечення безперервності процесу (зазор = const) верстат изабезпечуються системою, що стежить системою й, автоматичної подачі інструмента.

Одержують наскрізні отвори будь-якоїформи поперечного переріза, глухі отвори й порожнини, отвору із криволінійними осями, вирізують заготовки з аркуша, виконують плоске, кругле й внутрішнє шліфування.

Виготовляють штампи й прес-форми, фильеры, різальний інструмент.

Електроіскрову обробку застосовують для зміцнення поверхневого шару металу. На поверхню виробу наносять тонкий шар металу або композиційного матеріалу. Подібні покриття підвищують твердість, зносостійкість, жаростійкість, ерозійну стійкість і так далі.

**4.Электроимпульсная обробка**

При электроимпульсной обробці використовують електричні імпульси великої тривалості (5…10 мс), у результаті чого відбувається дуговий розряд.

Більші потужності імпульсів від електронних генераторів забезпечують високу продуктивність обробки.

Электроимпульсную обробку доцільно застосовувати при попередній обробці штампів, турбінних лопаток, фасонних отворів у деталі з коррозионноостійких і жароміцних сплавів.

*Електроконтактна обробка.*

Електроконтактна обробка заснована на локальнім нагріванні заготовки в місці контакту з електродомнінструментом і видаленні розм'якшеного або розплавленого металу із зони обробки механічним способом: відносним рухом заготовки або інструмента.

Джерелом теплоти служать імпульсні дугові розряди.

Цей вид обробки рекомендується для великих деталей з углеродистых і легованих сталей, чавуну, кольорових сплавів, тугоплавких і спеціальних сплавів

Цей метод застосовують для зачищення виливків від заток, відрізки ливникових систем, зачищення прокату, шліфування корозійних деталей з важкооброблюваних сплавів.

**5.Електрохімічна обробка**

Електрохімічна обробка заснована на законах анодного розчинення металів при електролізі.

При проходженні електричного струму через електроліт на поверхні заготовки відбуваються хімічні реакції, і поверхневий шар металу перетворюється в хімічну сполуку.

Продукти електролізу переходять у розчин або віддаляються механічним способом. Продуктивність цього способу залежить від електрохімічних властивостей

електроліту, оброблюваного матеріалу й щільності струму.

*Електрохімічне полірування.*

Електрохімічне полірування здійснюється у ванні, заповненої електролітом (розчини кислот і лугів).

Оброблювану заготовку підключають до катода. Катодом служить металева пластинка зі свинцю, міді, стали (іноді електроліт підігрівають).

При подачі напруги починається процес розчинення металу заготовки (в основному на виступах мікронерівностей). У результаті вибіркового розчинення, мікронерівності згладжуються, і оброблювана поверхня здобуває металевий блиск.

Поліпшуються електрофізичні характеристики деталей: зменшується глибина мікротріщин, поверхневий шар не деформується, виключаються зміцнення й термічні зміни структури, підвищується корозійна стійкість.

Цим методом одержують поверхні під гальванічні покриття, доводять робочі поверхні різального інструменту, виготовляють тонкі стрічки й фольгу, очищають і декоративно обробляють деталі.

**6.Електрохімічна розмірна обробка**

Електрохімічна розмірна обробка виконується в струмені електроліту, прокачиваемого під тиском через межэлектродный проміжок.

Електроліт розчиняє заготовки, що утворюються на поверхні, – анода солі й видаляє їх із зони обробки. Висока продуктивність процесу полягає в тому, що одночасно обробляється вся поверхня заготовки.

Ділянки, що не вимагають обробки, ізолюють. Інструменту надають форму, зворотну формі оброблюваної поверхні. Формоутворення відбувається по методу копіювання.

Точність обробки підвищується при зменшенні робочого зазору. Для його контролю використовують високочутливі елементи, які вбудовують у систему, що стежить.

Цей спосіб рекомендують для обробки заготовок з високоміцних сталей, карбідних і важкооброблюваних матеріалів. Також можна обробляти тонкостінні деталі з високою точністю і якістю обробленої поверхні ( відсутнє тиск інструмента на заготовку).

# 7.Комбіновані методи обробки

*Электроабразивная й электроалмазная обробка.*

При таких видах обробки інструментом служить шліфувальне коло з абразивного матеріалу на электропроводящей зв'язуванню (бакелітове зв'язування із графітовим наповнювачем).

Між анодом – заготовкою й катодом – шліфувальним колом є зазор, куди подається електроліт. Продукти анодного розчинення віддаляються абразивними зернами; шліфувальне коло має обертовий рух, а заготовка – рух подачі, які відповідають процесу механічного шліфування.

Уведення в зону різання ультразвукових коливань підвищує продуктивність в 2…2, 5 рази при поліпшенні якості поверхні. Ці методи застосовуються для оздоблювальної обробки заготовок з важкооброблюваних матеріалів, а також нежорстких заготовок, тому що сили різання незначні.

**8.Анодно-механічнаобробка**

Анодно-механічнаобробка заснована на комбінації електротермічних і електромеханічних процесів і займає проміжне місце між електроерозійним і електрохімічним методами.

Заготовку підключають до анода, а інструмент – до катода. У якості інструмента використовують металеві диски, циліндри, стрічки, дріт.

Обробку ведуть у середовищі електроліту (водяний розчин рідкого натрієвого скла). Робочі рухи, як при механічній обробці різанням. Електроліт у зону обробки подають через сопло.

При пропущенні через розчин електроліту постійного електричного струму відбувається процес анодного розчинення, як при електрохімічній обробці.

При зіткненні інструмента з мікронерівностями заготовки відбувається електроерозія, властива електроіскровий обробці. Метал заготовки в місці контакту з інструментом розігрівається й розріджується. Продукти електроерозії й анодного розчинення віддаляються при відносних рухах інструмента й заготовки.

Цим способом обробляють заготовки з високоміцних і важкооброблюваних сплавів, грузлих матеріалів.

Цим способом розріжуть заготовки на частині, прорізають пази й щілини, обробляють поверхні тіл обертання, шліфують плоскі поверхні й поверхні, що мають форму тіл обертання, полірують поверхні, заточують різальний інструмент.

## 9.Променеві методи обробки

*Электроннолучевая обробка* – заснована на перетворенні кінетичної енергії спрямованого пучка електронів у теплову енергію. Висока щільність енергії сфальцьованого електронного променя дозволяє обробляти заготовку за рахунок нагрівання, розплавлювання й випару матеріалу з локальної ділянки.

Електронний промінь утворюється за рахунок емісії електронів з нагрітого у вакуумі катода. Він за допомогою електростатичних і електромагнітних лінз фокусируется на заготовці.

При розмірній обробці установка працює в імпульсному режимі, що забезпечує локальне нагрівання заготовки.

Электроннолучевой метод ефективний при обробці отворів діаметром 1…0,010 мм, при прорізанні пазів, різанню заготовок, виготовленні тонких плівок і сіток з фольги, виготовленні заготовок з важкооброблюваних металів і сплавів, кераміки, кварцу, напівпровідникового матеріалу.

*Лазерна обробка*– заснована на тепловому впливі світлового променя високої енергії на поверхню заготовки. Джерелом світлового випромінювання служить лазер – оптичний квантовий генератор.

Енергія світлового променя не велика 20…100 Дж, але вона виділяється в мільйонні частки секунди й зосереджує в промені діаметром 0,01 мм. Тому температура в зоні контакту 6000…8000 0С.

Шар металу миттєво розплавляється й випаровується. За допомогою цього методу здійснюється прошивання отворів, розрізування заготовки, прорізання пазів у заготовках з будь-якихматеріалів (фольга з танталу, вольфраму, молібдену). Також за допомогою цього методу можна здійснити контурну обробку по складному периметру.

## 10.Плазмова обробка

Сутність обробки полягає в тому, що плазму направляють на оброблювану поверхню. Плазмовий струмінь являє собою спрямований потік частково або повністю іонізованого газу, що має температуру 10000…20000 0С. Плазму одержують у плазмових пальниках, пропускаючи газ через стовп стислої дуги. У якості плазмообразующих газів

використовують азот, аргон, водень, гелій, повітря і їх суміші.

За допомогою цього методу прошиваються отвори, вирізьблюються заготовки з листового матеріалу, проводиться гостріння в заготовках з будь-якихматеріалів.

При прошиванні отворів і разрезке головку встановлюють перпендикулярно до поверхні заготовки, при струганні й гострінні – кутом 40…60 0.

## 11.Плазмове напилювання.

Цей вид обробки здійснюється з метою одержання заданих розмірів.

У камеру плазматрона подається порошкоподібний конструкційний матеріал і інертний газ під тиском.

Під дією дугового розряду конструкційний матеріал плавиться й переходить у стан плазми; струмінь плазми стискується в плазматроне газом. Виходячи із сопла, струмлячи направляється на оброблювану заготовку.

# ЛІТЕРАТУРА

**1.**Тялина Л.Н., Федорова Н.В., Корольов А.П. Матеріалознавство й технологія конструкційних матеріалів: навчальний посібник - 4-еизд., испр. - Тамбов: ИзддУ Тамб. гос. техн. ун-та,2008. - 100 с.

**2.**Мутылина І.Н. Технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник. - Владивосток: ИзддУ ДВГТУ, 2007. - 167 с.

**3.**Матеріалознавство. Технологія конструкційних матеріалів: Учеб. для вузів. В 2 т. / А.В. Шишкін, У.Із Чередниченко, А.Н. Черепанов, В.В. Марусин; під ред. В.С. Чередниченко. – Новосибірськ: ИзддУ НГТУ, 2004.

**4.**Синьковский А.С. Конспект лекцій за курсом «Технологія конструкційних матеріалів», розділ «Зварювання металів»: - Одеса, ОГПУ, 1996.

**5.**Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів» для студентів усіх фахів/ укл. Оніщенко Г.Г., Дерев'янченко О.Г. – Одеса; ОНПУ, 2002, 31 с.