

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

ВИСОКІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ

**Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт
для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»**

Розглянуто і схвалено
на засіданні кафедри
«Комп'ютеризовані
мехатронні системи,
інструмент і технології»
Протокол № 1 від 28 серпня 2018 р.

Краматорськ
ДДМА
2018

УДК 621.9.04

Високі технології в машинобудуванні: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / уклад.: В. В. Калініченко. – Краматорськ: ДДМА, 2018. – 44 с.

Наведені методики виконання лабораторних робіт з дисципліни «Високі технології в машинобудуванні» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня освітньо-професійної програми «Галузеве машинобудування» (професійні спрямування «Комп'ютеризовані мехатронні верстати та системи», «Комп'ютерно-інтегровані технології інструментального виробництва) та освітньо-наукової програми «Галузеве машинобудування» (наукове спрямування «Процеси механічної обробки, верстати та інструменти»).

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструмент і технології» (протокол № 1 від 28 серпня 2018 р.).

Електронне навчальне видання

Укладач

В. В. Калініченко, доц.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНЕ ПРОШИВАННЯ ПРОФІЛЬНИМ ІНСТРУМЕНТОМ..... | 4 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ АЛМАЗНЕ ЗАГОСТРЕННЯ ТВЕРДОСПЛАВНИХ РІЗЦІВ | 11 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ НАПИЛЕННЯ- ЛЕГУВАННЯ ПЛОСКИХ ПОВЕРХОНЬ..... | 17 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4. ВАКУУМНО-ПЛАЗМОВЕ ОСАДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ НА РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ | 24 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5. ЗМІЦНЕННЯ ІНСТРУМЕНТУ ІМПУЛЬСНИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ..... | 34 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6. ВІБРОАБРАЗИВНА ОБРОБКА ЗМІННИХ БАГАТОГРАННИХ ТВЕРДОСПЛАВНИХ РІЗАЛЬНИХ ПЛАСТИН..... | 38 |
| ЛІТЕРАТУРА..... | 44 |

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНЕ ПРОШИВАННЯ ПРОФІЛЬНИМ ІНСТРУМЕНТОМ

1.1 Мета роботи

Вивчити фізичні основи процесу електроерозійного прошивання, конструктивні особливості та області технологічного використання електроерозійного копіювально-прошивального верстата моделі 4Г721М.

1.2 Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

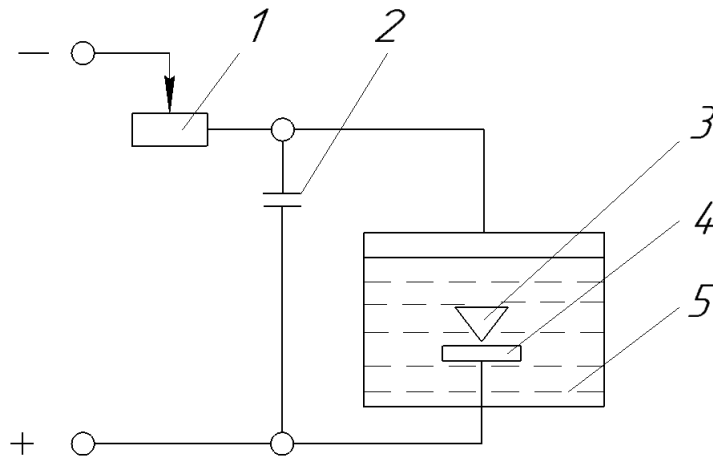
- 1 Електроерозійний копіювально-прошивальний верстат моделі 4Г721М.
2. Комплект електродів-інструментів.
3. Комплект заготовок.

1.3 Загальні відомості

Електроерозійна обробка характеризується тим, що зміна форми, розмірів та якості поверхні заготовки відбувається під дією електричних розрядів, яка виникають при пропусканні імпульсного електричного струму у зазорі 0,01...0,05 мм між електродом-інструментом та електродом-заготовкою (рисунок 1.1).

Під дією електричних розрядів матеріал заготовки плавиться, випаровується і видаляється з меж електродного зазору у рідкому або пароподібному стані. Подібні процеси руйнування електродів називають електричною ерозією. Внаслідок ерозії у заготовці утворюється заглиблення у формі сферичної лунки. Видалений з поверхні заготовки метал охолоджується діелектричною рідиною і застигає у вигляді сферичних гранул діаметром 0,01...0,005 мм. У кожен наступний момент часу імпульс струму пробиває міжелектродний зазор у тому місці, де проміжок між електродами є найменшим.

Безперервне підведення імпульсів струму та автоматичне зближення електрода-інструменту з електродом-заготовкою забезпечує продовження ерозії до тих пір, доки не буде досягнуто заданого розміру заготовки або не буде видалено весь метал заготовки у міжелектродному зазорі.



1 – реостат; 2 – конденсатор; 3 – електрод-інструмент;
4 – електрод-заготовка; 5 – діелектрична рідина.

Рисунок 1.1 – Принципова схема електроерозійної обробки

Верстат моделі 4Г721М є універсальним електроерозійним копіювальним верстатом нормальної точності та призначений для обробки деталей з електропровідних матеріалів. На верстаті можна виконувати наступні операції: виготовлення отворів малих діаметрів та вузьких щілин; виготовлення складних фасонних профілів та площин штампового оснащення, виготовлення соток, видалення уламків інструментів (свердел, мітчиків) з отворів невеликих розмірів.

Верстат складається з наступних основних складових частин (рисунок 1.2): тумби з баком 1, стола-ванни 2, стійки 6, нижньої каретки поперечного переміщення 7, верхньої каретки поздовжнього переміщення 5, головки вертикальної подачі 4, вібратора 3, електродотримача 8, блоку управління 9. Верстат оснащений широкодіапазонним генератором імпульсів ШГІ40-4406, виконаним у вигляді автономного блоку. До комплекту верстата входять також механізм дротяного різання та обертовий шпиндель, які встановлюються на голівку замість вібратора.

Кінематична схема верстата (рисунок 1.3) забезпечує:

- автоматичну вертикальну робочу подачу електрода-інструменту від регулятора подачі;
- ручні вертикальні установчі переміщення електрода-інструменту;
- ручні координатні установчі переміщення електрода-інструменту у поздовжньому та поперечному напрямках відносно столу;
- ручний підйом та опускання ванни.

При установці на голівку замість вібратора механізму дротяного різання або обертового шпинделя кінематична схема верстата забезпечує також натяг дроту, намотування дроту або обертання електрода-інструменту.

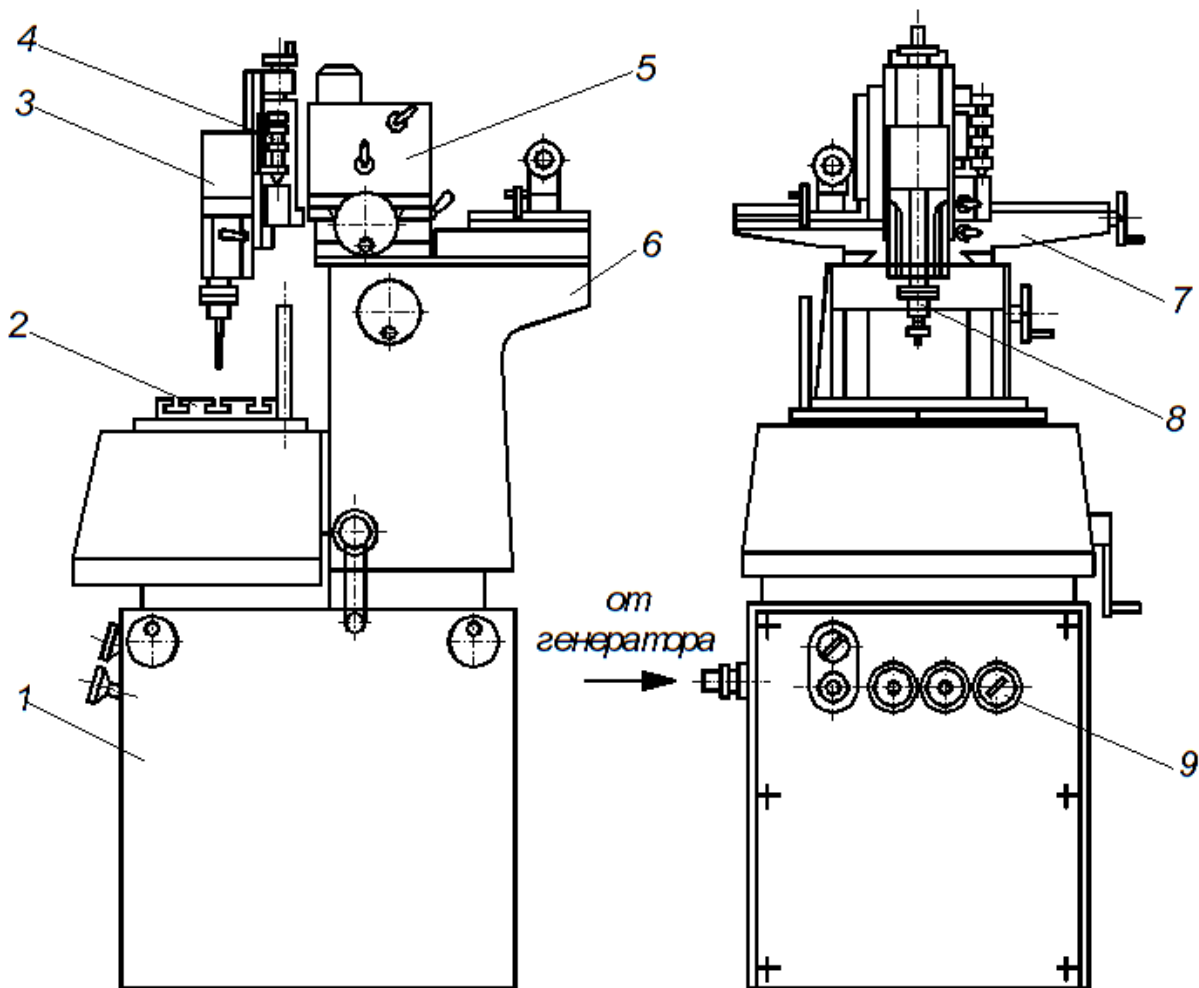


Рисунок 1.2 – Компонувальна схема верстата моделі 4Г721М

Автоматична вертикальна робоча подача здійснюється від регулятора подачі. Обертання від валу електродвигуна 5 передається через муфту 6 на двоступеневий редуктор, що складається з черв'ячних пар 7, 8 та 1, 2. Від черв'ячної шестерні 2 обертання передається на кулькову гайку 4 ходового гвинта 3. Гайка 4 з'єднана з корпусом за допомогою зубчастого зачеплення, а корпус кріпиться до стакану, на якому встановлена черв'ячна шестерня 2. При автоматичній подачі ходовий гвинт 3 гвинтової пари кочення застопорено.

Ручне вертикальне установче переміщення здійснюється безпосередньо рукояткою ходового гвинта 3 при незастопореному ходовому гвинті.

Ручне поперечне координатне установче переміщення здійснюється за допомогою рукоятки 21 та гвинтових коліс 22 і 12 на ходовий гвинт 10 з гайкою 11.

Ручне поздовжнє координатне установче переміщення здійснюється за допомогою рукоятки 20 через ходовий гвинт 19 з гайкою 18. Підйом та опускання ванни здійснюється від рукоятки 25 через конічні шестерні

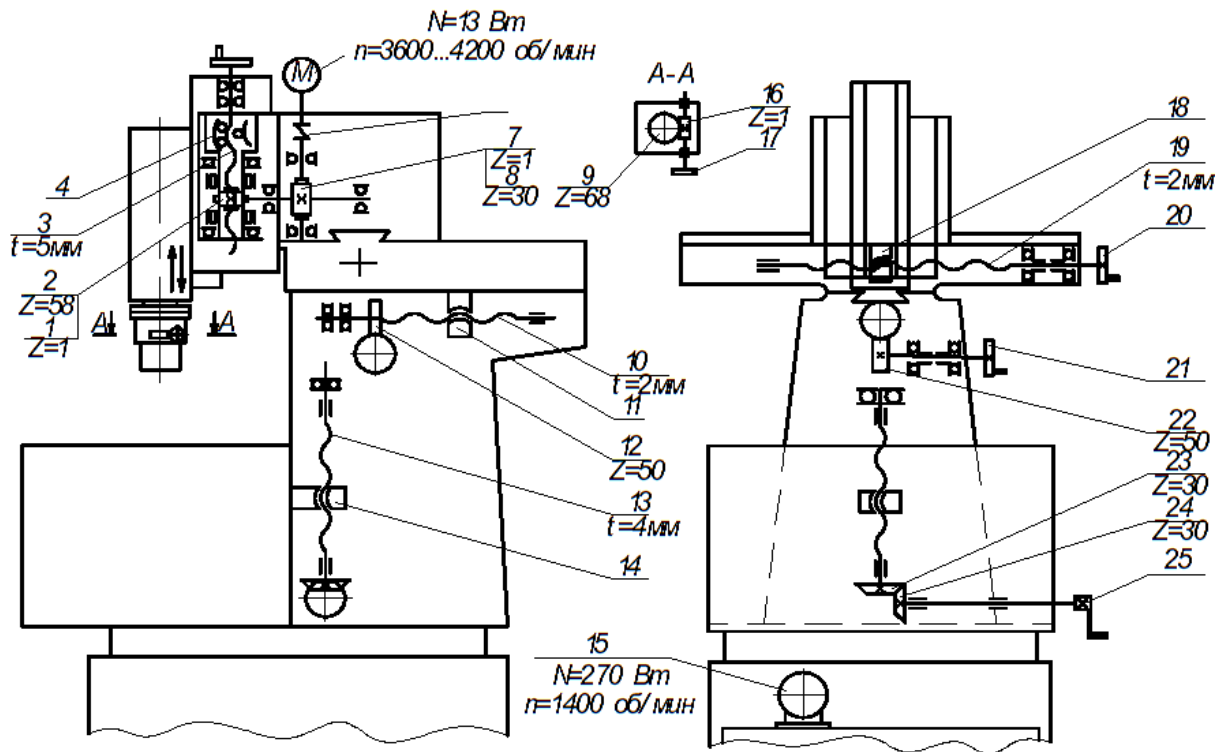


Рисунок 1.3 – Кінематична схема верстата моделі 4Г721М

24, 23 і гвинтову пару 13, 14. Поворот електрода у патроні на необхідний кут здійснюється від рукоятки 17 через черв'ячну пару 16, 9.

Всі вузли верстата змонтовані на тумбі 1 (див. рис. 1.2). Тумба виконана у вигляді коробки з відкритою лицьовою стороною та нішею усередині, у якій розміщується бак з робочою рідиною. На баку змонтована система подачі та очищення робочої рідини. Бак розділений на 2 відсіки. Менший відсік виконує роль попереднього відстійника. У другому відсіку розташований дворядний змійовик, призначений для охолодження робочої рідини. Змійовик підключається до джерела технічної води. Згори бак закритий кришкою, на якій встановлено шестерний насос з електродвигуном 15 (див. рис. 1.3), розподільна коробка та ежекторний пристрій. На правій стінці бака встановлені 2 фільтри очищення робочої рідини. Від розподільної коробки виведені 2 гнучких шланги: перший приєднується до трубопроводу наповнення ванни, другий може бути приєднаний, при необхідності, до електрода-інструменту для прокачування через нього робочої рідини. Від ежекторного пристрою також відходить гнучкий шланг, який з'єднується з електродом-інструментом і через який проводиться відсмоктування робочої рідини. Якщо в прокачуванні або відсмоктуванні робочої рідини немає потреби, то кінці шлангів вставляють у спеціальний отвір, що знаходяться у кожуху ванни.

Згори на горизонтальній площині тумби розташована стійка 6 та стіл-ванна 2 (див. рис. 1.2).

Стійка являє собою чавунний виливок коробчастого перетину. До передньої стінки стійки кріпиться плита з круглими напрямними, по яких переміщується траверса з ванною.

На верхній площині стійки виконані напрямна типу «ластівчин хвіст», на які встановлюється нижня каретка 7. На верхній площині нижньої каретки також виконані напрямні типу «ластівчин хвіст» (перпендикулярні до попередніх), на яких встановлюється верхня каретка 5. Обидві каретки можна фіксувати у необхідному положенні за допомогою стопорних рукояток. Для регулювання зазорів у напрямних кареток передбачені притискні планки.

Відлік координат ведуть за відліковими мікроскопами, один з яких встановлений на лівій стінці верхньої каретки, інший – на верхній площині стійки. На правій стінці верхньої каретки кріпиться тумблер для підсвічування та лампа місцевого освітлення.

Стіл з підйомною ванною закріплений на верхній площині тумби і розташований перед стійкою. Подача робочої рідини до ванни здійснюється по трубопроводу, розташованому у межах підставки столу. Стіл-ванна закрита згори зварним з'ємним кожухом. Оброблюваний виріб встановлюється безпосередньо на стіл верстата та закріплюються. На стіл верстата та шпindel голівки можуть встановлюватися спеціальні пристосування, що розширюють технологічні можливості застосування верстата.

Поперечне переміщення нижньої каретки здійснюється маховиком, розташованим праворуч на бічній стінці стійки. Маховик ручного переміщення верхньої каретки поздовжнього переміщення розташований праворуч на торці нижньої каретки.

До верхньої каретки кріпиться голівка 4, призначена для автоматичної та ручної подачі електрода-інструменту у вертикальному напрямку. Каретка головки переміщується за кульковими напрямними або механічно. До нерухомої частини головки кріпиться двоступінчастий черв'ячний редуктор, який служить для переміщення каретки головки. Остання має і напрямні типу «ластівчин хвіст» для встановлення змінних пристосувань, наприклад вібратора 3.

Для забезпечення заданої глибини обробки на голівці є відліковий пристрій, що складається з датчика із вбудованим мікроперемикачем, відлікової лінійки та мікрометричної головки.

Вібратор призначений для надання електроду-інструменту вібрації, необхідної для стійкого перебігу процесу електроерозійної обробки. Джерелом вібрації є електромагніт, який закріплений на верхній площині корпусу вібратора. Якір електромагніту жорстко пов'язане зі шпинделем, який, в свою чергу, підвішений на пружній мембрані та переміщується за напрямними кочення.

Нижня частина шпинделя виконана у вигляді фланця, до якого прикріплюються змінні пристосування. Фланець, до якого підведено струмопровід, ізолюваний від корпусу шпинделя.

Стисла технічна характеристика верстата моделі 4Г721М:

Розміри робочої поверхні стола – 200х360 мм;

Переміщення головки щодо столу:

поперечне – 160 мм;

поздовжнє – 250 мм;

Найбільший робочий хід каретки головки – 100 мм;

Обсяг баку для робочої рідини – 70 л;

Частота коливань вібратора – 100 Гц;

Сумарна потужність всіх електродвигунів – 0,33 кВт;

Потужність, споживана генератором ШГІ 40-440 – 4 кВт;

Частота імпульсів – 8; 22; 44; 66; 88; 200; 440 кГц;

Номінальний струм – 40 А.

1.4 Зміст та порядок виконання роботи

1 Вивчити кінематичну схему верстата моделі 4Г721М, конструктивні особливості та призначення його складових частин; зобразити компоувальну схему верстата.

2 Вивчити фізичні основи процесу електроерозійної обробки, зобразити його принципову схему.

3 Вивчити технологічні можливості верстата, записати його стислу технічну характеристику.

4 Вивчити порядок роботи на верстаті та параметри управління процесом; визначити технологічні режими для конкретного прикладу обробки; провести обробку.

1.5 Зміст звіту

1 Тема роботи.

2 Мета роботи.

3 Обладнання, інструменти, прилади, матеріали, що використовуються при виконанні лабораторної роботи.

4 Сутність та принципова схема процесу електроерозійної обробки.

5 Компоувальна схема верстата моделі 4Г721М.

6 Призначення та стисла технічна характеристика верстата моделі 4Г721М.

7 Стислий опис призначення та конструктивних особливостей складових частин верстата моделі 4Г721М.

8 Процес виконання конкретної операції на верстаті моделі 4Г721М із зазначенням технологічних режимів обробки (подача електрода-інструменту, частота імпульсів, робочого струму, робочої напруги).

1.6 Контрольні питання

1 У чому полягає фізична сутність процесу електроерозійної обробки?

2 Перерахувати та охарактеризувати основні види робіт, що виконуються на верстаті моделі 4Г721М.

3 Перерахувати основні складові частини верстата, визначити їх конструктивні особливості та призначення.

4 Визначити порядок роботи на верстаті.

5 Перерахувати параметри управління процесом електроерозійної обробки, визначити порядок їх величин.

6 Як розрахувати величину подачі електрода-інструменту?

7 З яких матеріалів виготовляють електроди-інструменти, якими властивостями вони мають володіти?

8 Що використовується у якості робочої рідини, якими властивостями вона має володіти?

9 Технологічні показники процесу електроерозійного прошивання профільним інструментом, що досягаються при обробці (продуктивність та якість обробки, енергомісткість та ін.).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ АЛМАЗНЕ ЗАГГОСТРЕННЯ ТВЕРДОСПЛАВНИХ РІЗЦІВ

1.1 Мета роботи

Вивчити фізико-хімічні основи процесу електрохімічного алмазного загострення твердосплавних різців, конструктивні особливості та області технологічного використання верстата для електрохімічного алмазного загострення різців моделі 36223.

1.2 Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

- 1 Верстат для електрохімічного алмазного загострення різців моделі 3622Е.
- 2 Пристосування для встановлення та закріплення різців.
- 3 Алмазний круг 2724-0041 ГОСТ 16172-80Е (12А2 150х20х3х32 АС4 16 М5 4 108).
- 4 Електроліт: нітрат натрію NaNO_3 – 5 %, нітрит натрію NaNO_2 – 0,3 %, сода Na_2CO_3 – 0,5 %, гліцерин – 1 %, решта – вода.

1.3 Загальні відомості

Електрохімічне алмазне загострення інструменту являє собою комбінований спосіб обробки, при якому зйом матеріалу здійснюється шляхом електрохімічного (анодного) розчинення, мікрорізання та видалення оксидних плівок алмазними зернами та електричною ерозією. Електрохімічний, механічний та електроерозійний процеси зйому матеріалу протікають одночасно, складові процесу є взаємопов'язаними і суттєво впливають одна на іншу.

При електрохімічному алмазному загостренні різальним інструментом слугує алмазний круг на електропровідній зв'язці. Робочий зазор між зв'язкою круга та оброблюваною поверхнею підтримується за допомогою алмазних зерен, які виступають зі зв'язки на певну висоту. У якості електролітів застосовуються водні слабкоконтровані розчини солей натрію, калію і деяких інших металів з додаванням речовин, що перешкоджають розвиткові корозії та кристалізації солей.

Алмазний круг 1 (рисунок 2.1) встановлюють на шпинделі 2, електрично ізолюваному від інших елементів верстата діелектричною

втулкою 3. Через ковзаючий контакт 4 алмазний круг підключають до негативного полюса (катод) джерела постійного струму 5, а загострюваний інструмент 6 – до позитивного (анод). До зони обробки по патрубку 7 подається електроліт, який заповнює зазор між зв'язкою та оброблюваною поверхнею, утворений виступаючими зі зв'язки алмазними зернами. Кругу надається обертання, осцилююче зворотно-поступальне переміщення паралельно до оброблюваної поверхні (рух поздовжньої подачі) та переміщення у напрямку, перпендикулярному до неї (рух поперечної подачі).

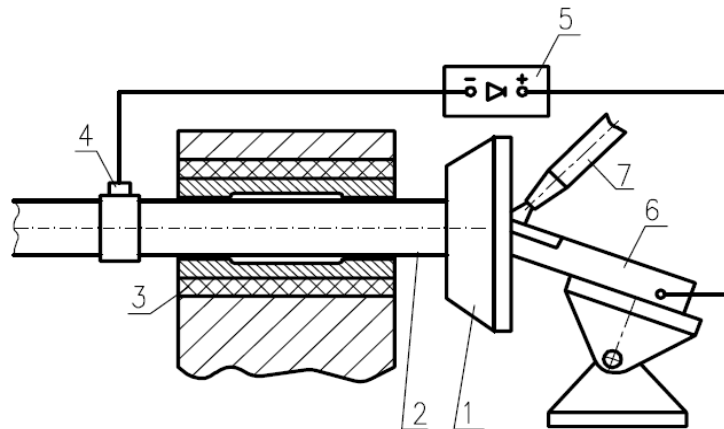


Рисунок 2.1 – Принципова схема процесу електрохімічного алмазного загострення різців

Обробка може здійснюватися за схемами глибинного та врізного шліфування. При глибинному шліфуванні весь припуск знімається за один хід. При врізному шліфуванні припуск знімається за кілька ходів, а круг або оброблювана деталь отримують безперервний рух у напрямку, перпендикулярному до оброблюваної поверхні.

Алмазні зерна втискаються у оброблюваний матеріал на величину, яка визначається тиском притискання круга до деталі. Глибина втискання зерен зазвичай перевищує товщину оксидних плівок, тому поряд з видаленням продуктів анодного розчинення зернами круга здійснюється зрізання шарів металу, лише частково підданих анодному розчиненню.

Витрати енергії на зйом оброблюваного матеріалу є помітно меншими, ніж при алмазному шліфуванні, що зумовлено не тільки дією анодного розчинення, але й послабленням зв'язку між зернами карбідів внаслідок більш швидкого розчинення зв'язки. У результаті знижується температура у зоні різання та зменшується знос круга.

Електроерозійні процеси, про наявність яких свідчать іскрові розряди, виникають внаслідок пробоя міжелектродного проміжку у місцях найбільшого зближення та зіткнення мікронерівностей зв'язки круга та поверхні оброблюваної деталі. Перебіг електроерозійних процесів покращує різальні властивості загострювального круга, оскільки внаслідок дії іскрових розрядів вигорає стружка, що залишилася на поверхні круга,

рельєф його поверхні стає більш шорстким, алмазні зерна оголюються та виступають зі зв'язки на більшу висоту. Однак надмірне збільшення інтенсивності ерозійних процесів призводить до збільшення зносу круга та погіршення якості загостреної поверхні.

Інтенсивність ерозії залежить в основному від напруги джерела струму. Для попередження надмірного розвитку ерозії робоча напруга не повинна перевищувати 7 В. Мінімальна напруга, необхідна для перебігу анодного розчинення, – 3В. Напругу слід зменшувати при спільній обробці твердого сплаву та сталі (підвищується ймовірність замикання електродів сталевую стружкою). Напругу джерела струму підвищують при збільшенні зернистості круга, оскільки при цьому збільшується міжелектродний проміжок та зменшується ймовірність його пробоя.

Керувати процесом обробки можна зміною щільності струму – при вірно підібраній напрузі щільність струму не має перевищувати 50...80 А/см².

Процес електрохімічного алмазного загострення має низку технологічних переваг у порівнянні з алмазним шліфуванням:

1 Висока швидкість зйому оброблюваного матеріалу, що досягає 600...800 мм³/хв; підвищення продуктивності обробки становить 2...6 разів (і навіть 10...50 разів, в залежності від оброблюваного матеріалу).

2 Можливість одночасної та почергової обробки різнорідних матеріалів без зміни шліфувального інструменту (наприклад, можливість одночасної обробки твердосплавної різальної пластини та сталевого тримача різця).

3 Висока якість обробленої поверхні. Покращення якості забезпечується зниженням висоти мікронерівностей, утворенням ізотропного рельєфу, усуненням мікротріщин, викришувань, фазових змін поверхневого шару, формуванням поверхневого шару без залишкових напружень або зі сприятливими напруженнями. Висока якість обробленої поверхні забезпечує збільшення стійкості інструменту до 2...3 разів.

4 Тривале збереження кругом високих різальних властивостей, скорочення або повне виключення процесу правлення кругів.

5 Поєднання операцій загострення та доведення.

Переваги електрохімічного алмазного загострення найповніше виявляються при обробці великих площ, тривалій роботі круга та несприятливих граничних умовах (схильності до адгезії з оброблюваним матеріалом, значній пластичності або крихкості оброблюваного матеріалу).

До негативних факторів, що супроводжують електрохімічне алмазне загострення інструменту, належать:

1 Ускладнення конструкції та обслуговування верстата.

2 Негативний вплив електролітів на обладнання.

3 Після електрохімічного алмазного загострення шорсткість поверхні, величина радіуса округлення різальних кромки, неплоскостність, зазвичай вищі, ніж після алмазного загострення. Крім того, поверхневий

шар товщиною 10.. 20 мкм має розтравлену структуру. Тому цей шар слід видаляти виходжуванням з вимкненим струмом. Після 3..4 ходів знімається дефектний шар оброблюваного матеріалу, а параметр шорсткості дорівнює $Ra = 0,4$ мкм.

Верстат моделі 3622Е (рисунок 2.2) призначений для загострення різців з невеликими перетинами тримача. Загострення здійснюється з закріпленням різця у затискному пристосуванні, встановленому на нахиленому столі верстата. На верстаті можна виконувати загострення та доведення різців за головною та допоміжними задніми поверхнями і загострення різців з головними кутами у плані 30, 45 та 60°.

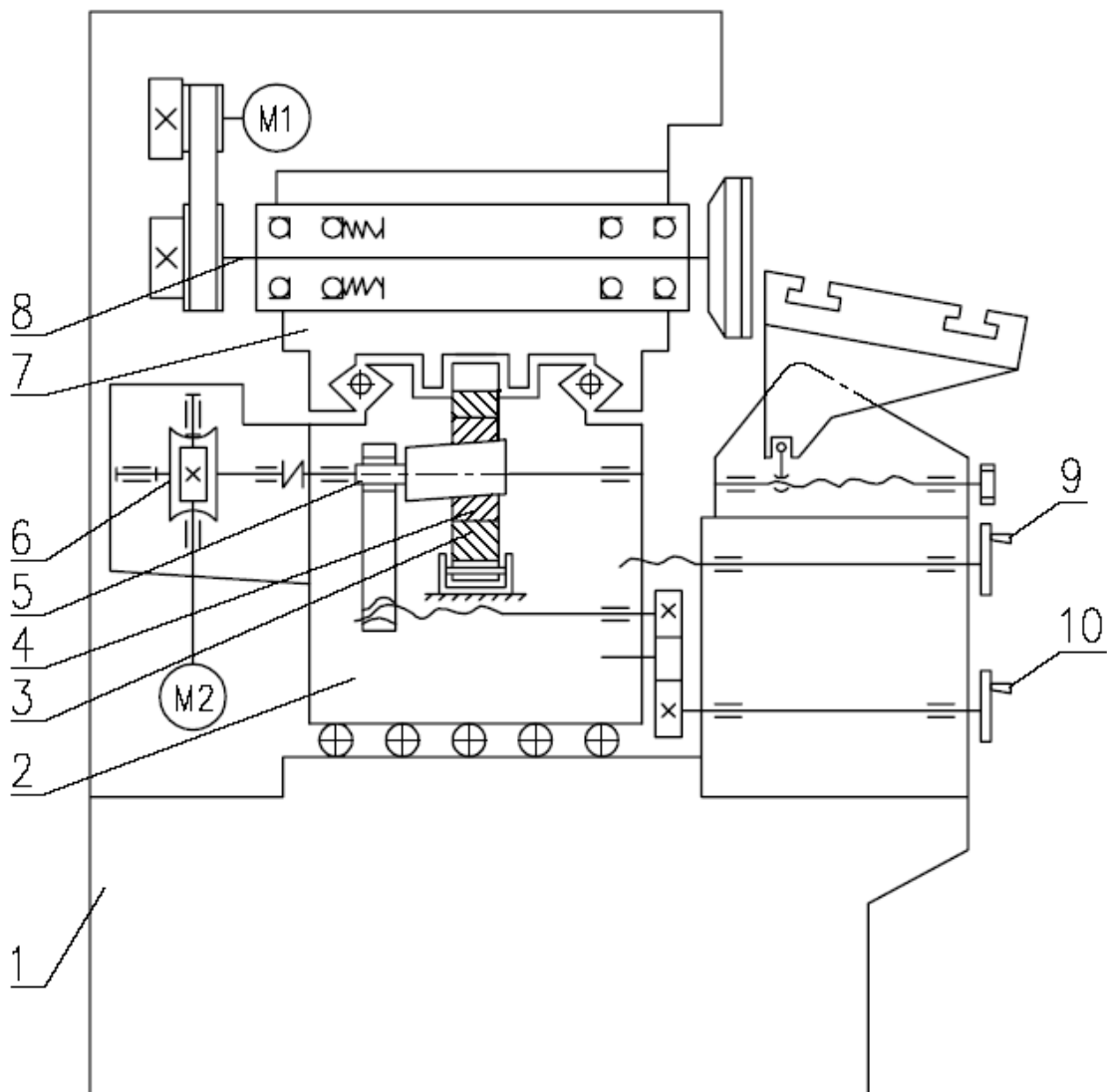


Рисунок 2.2 – Кінематична схема верстата моделі 3622Е

Рухи поздовжньої та поперечної подачі надаються шліфувальній бабці. Напрямні поздовжнього переміщення шліфувальної бабки 7 закріплені на каретці 2, що переміщується за напрямними станини 1 у напрямку поперечної подачі за допомогою маховика 9. Осциляція

(поздовжня подача) шліфувальної бабки здійснюється від окремого електродвигуна М2 за допомогою черв'ячного редуктора 6 та кулачкового механізму, що складається з кулачка 5 зі змінним за довжиною ексцентриситетом та куліси 3, з'єднаної через проміжне кільце 4 з кулачком 5. Куліса шарнірно з'єднана одним кінцем з кареткою, а іншим – зі шліфувальною бабкою. Кулачок 5, обертаючись у отворі втулки, надає кулісі 3 гойдальний рух щодо осі, закріпленої у каретці. Вилкоподібний паз, прорізаний у кулісі, взаємодіючи з шарніром, закріпленим у корпусі шліфувальної бабки, передає їй зворотно-поступальне переміщення. Зміну величини осциляції здійснюють, переміщуючи кулачок 5 у осьовому напрямку маховиком 10, закріпленим зліва на передній стінці, при цьому змінюється величина ексцентриситету кулачка у місці його контакту з кулісою.

Шліфувальний шпindel 8 отримує обертання від електродвигуна М1, встановленого на шліфувальній бабці, через плоскопасову передачу.

У верстаті застосовується джерело живлення ВАКР 100/6, що складається зі знижуючого трансформатора, напівпровідникового випрямляча, ланцюгів стабілізації умов обробки, регулювання параметрів та захисту. Конструктивно джерело живлення являє собою стійку блочної конструкції.

Верстат оснащується автономною системою подачі, відведення та очищення електроліту. Система складається з бака-відстійника, насоса та трубопроводів з механізмами регулювання гідравлічних показників.

Шліфувальний круг та стіл зі встановленим на ньому пристосуванням, закриті звареним кожухом з прозорим оглядовим вікном.

Стисла технічна характеристика верстата моделі 3622E

| | |
|--|--|
| Найбільша висота тримача загострюваного різця | 32 мм |
| Діаметр шліфувального круга | 150 мм |
| Розмір робочої поверхні столу | 400x220 м |
| Частота обертання шліфувального круга | 2540 хв ¹ |
| Потужність електродвигуна приводу шліфувального шпинделя | 0,8 кВт |
| Швидкість поздовжньої подачі | 50 2 х/хв |
| Витрата електроліту | $6,7 \cdot 10^{-7} \dots 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$ |
| Характеристики джерела технологічного струму: | |
| напруга | 6 В |
| струм..... | 100 А |
| Номінальна потужність | 5 кВт |

1.4 Зміст та порядок виконання роботи

1 Вивчити фізико-хімічні основи процесу електрохімічного алмазного загострення твердосплавних різців, зобразити його принципову схему.

2 Вивчити кінематичну схему верстата моделі 3622Е, конструктивні особливості та призначення його складових частин; зобразити кінематичну схему верстата.

3 Вивчити області технологічного використання верстата, записати його стислу технічну характеристику.

4 Вивчити порядок роботи на верстаті та параметри керування процесом; визначити технологічні режими для конкретного прикладу обробки; провести обробку.

5 Визначити за допомогою вагового методу продуктивність обробки при різних режимах процесу.

1.5 Зміст звіту

- 1 Тема роботи.
- 2 Мета роботи.
- 3 Обладнання, інструменти, прилади, матеріали.
- 4 Принципова схема процесу електрохімічного алмазного загострення різців.
- 5 Кінематична схема верстата моделі 3622Е.
- 6 Стислий опис конструктивних особливостей та призначення складових частин верстата.
- 7 Призначення та стисла технічна характеристика верстата.
- 8 Технологічний процес виконання конкретної операції на верстаті моделі 3622 Е із зазначенням технологічних режимів обробки.
- 9 Розрахунок продуктивності обробки з різними режимами.

1.6 Контрольні питання

1 У чому полягає фізико-хімічна сутність процесу електрохімічного алмазного загострення різців?

2 Перерахувати різновиди робіт, що виконуються на верстаті моделі 3622Е.

3 Перерахувати основні складові частини верстата, визначити їхні конструктивні особливості та призначення.

4 Визначити порядок роботи на верстаті.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ЕЛЕКТРОАКУСТИЧНЕ НАПИЛЕННЯ-ЛЕГУВАННЯ ПЛОСКИХ ПОВЕРХОНЬ

3.1 Мета роботи

Вивчити фізичні основи процесу електроакустичного напилення-легування плоских поверхонь, конструктивні особливості та області технологічного використання електроакустичної установки ЭЛАН-1.

3.2 Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

- 1 Електроакустична установка ЭЛАН-1.
- 2 Комплект електродів-інструментів.
- 3 Комплект заготовок.

3.3 Загальні вказівки

Процес електроакустичного напилення-легування плоских поверхонь заснований на використанні енергії електроіскрового розряду та енергії ультразвуку. Сутність процесу полягає в тому, що внаслідок електричної ерозії частинки розплавленого металу електрода-інструменту на повітрі не встигають остигати та осаджуються на поверхні заготовки, утворюючи на ній шар сплаву, насиченого легуючими елементами та загартованого до високої твердості. Механічні поздовжньо-крутильні коливання, які отримує електрод-інструмент, утворюють при контакті з оброблюваною поверхнею міжелектродний зазор, що дорівнює амплітуді коливань електрода-інструмента (5...10 мкм), яка змінюється у часі з частотою 19...23 кГц.

Електрод-інструмент, зазвичай підключають до позитивного полюсу джерела струму, оброблювана заготовка – до негативного. Час електроіскрового розряду синхронізовано з положенням електрода-інструмента відносно оброблюваної поверхні; розряд може здійснюватися на підході до оброблюваної поверхні, в момент контакту та на відході від оброблюваної поверхні.

Частота технологічних імпульсів електроіскрового розряду є кратною до частоти ультразвукових коливань електрода-інструмента та знаходиться в межах від 4 технологічних імпульсів на один період до 1 технологічного імпульсу на 32 періоди.

Установка ЭЛАН-1 (рисунок 3.1) призначена для напилення-легування плоских поверхонь штампового інструменту як твердими сплавами, так і іншими металами та сплавами з метою надання їм підвищеної твердості та зносостійкості. Установка складається з наступних основних складових частин: станини 8, голівки шпindelної 2, голівки ультразвукової 1, столу 9, блоку високочастотного генератора 5, блоку ультразвукового генератора 6, блоку живлення 7, блоку керування 3, пульта керування 4.

Станина представляє собою зварну конструкцію коробчастої форми. На верхній частині станини встановлюються шпindelна голівка та пульт керування, з лицьового боку монтується стіл, всередині станини розміщені блоки високочастотного та ультразвукового генераторів, живлення та керування.

Голівка шпindelна являє собою збірну конструкцію, що містить головку ультразвукову з механізмами горизонтальних переміщень та осциляції.

Голівка ультразвукова призначена для надання механічних коливань ультразвукової частоти електроду-інструменту, матеріал якого напилюється на оброблювану заготовку.

У герметично закритому корпусі 6 (рисунок 3.2) розташована коливальна система, що складається з магнітострикційного пакету 7, з'єданого з концентратором 18 та хвилеводом 19. У різьбовий торець хвилеводу закріплюється патрон 17 з електродом-інструментом 16. Для охолодження магнітострикційного пакету холодною водою є у наявності підвідний та зливний штуцери.

Голівці ультразвуковій надаються наступні рухи: горизонтальний у двох взаємоперпендикулярних напрямках; осцилюючий у горизонтальній площині; зворотно-поступальний уздовж вертикальної осі.

Горизонтальний рух здійснюється вручну з допомогою кільця 15 за рахунок прослизання його спор 13 по основі корпусу шпindelної голівки 14.

Осцилюючий рух здійснюється від двигуна 10 через шестерні 12, 11 та 2 на втулку 9, внутрішній діаметр якої виконаний з ексцентриситетом 0,3 мм відносно зовнішнього діаметра. Вставлена разом з сепаратором 8 у втулку 9 ультразвукова голівка здійснює осцилюючий рух з ексцентриситетом 0,3 мм. Від обертального руху ультразвукова головка утримується упором 3 зі шпилькою, закріпленою у корпусі голівки шпindelної.

Зворотно-поступальний рух головки ультразвукової відносно голівки шпindelної за кульковим сепаратором 8 здійснюється за рахунок магнітострикційного ефекту. Регулювання зусилля між електродом-інструментом 16 та оброблюваним виробом 20 здійснюється за рахунок натягу пружин 4 з допомогою гайок 5 або ж за рахунок зміни кількості пружин 4. Поворот головки шпindelної на 120° відносно вертикальної осі здійснюється вручну при розчепленому тангенціальному затиску 1.

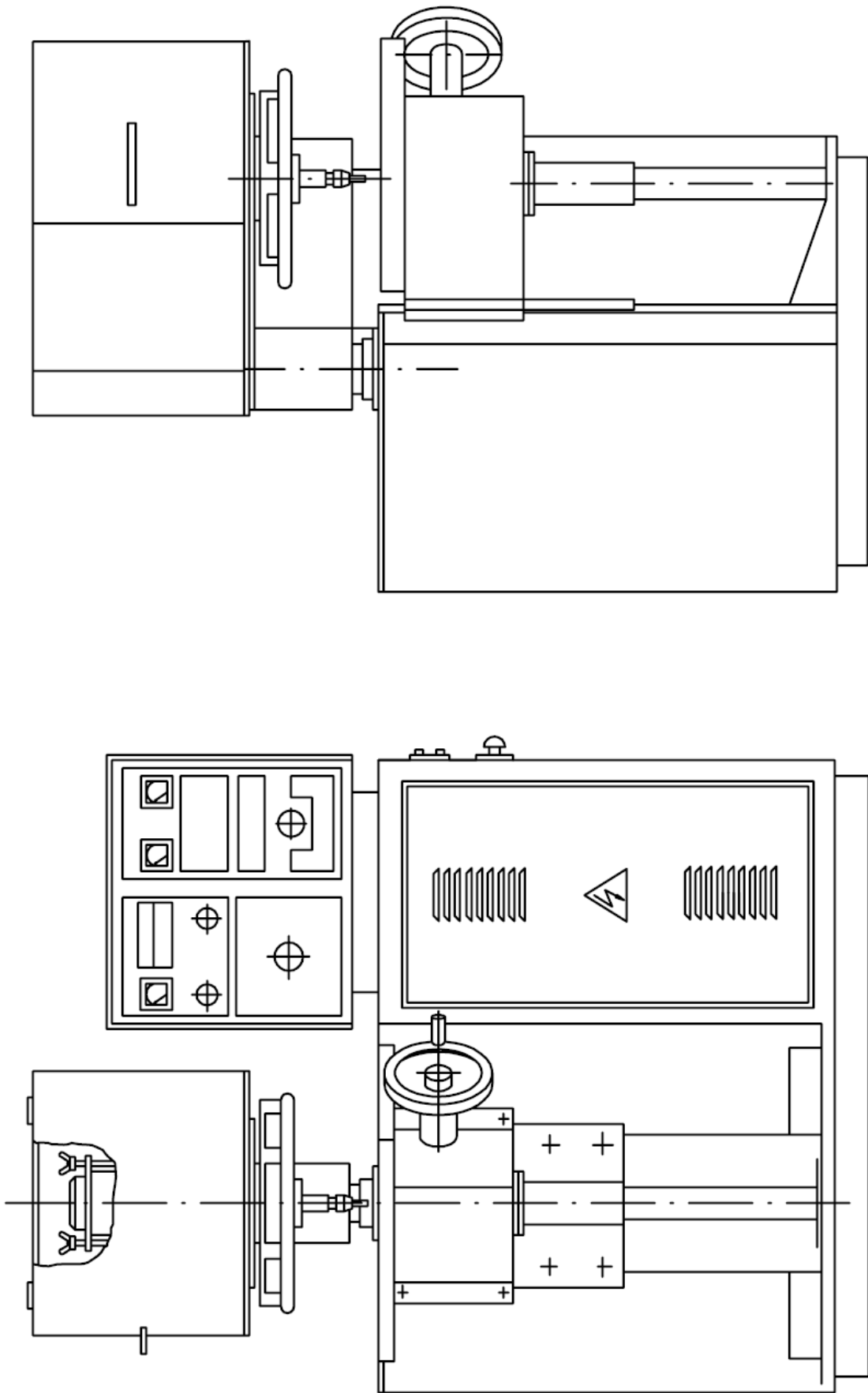


Рисунок 3.1 – Компонувальна схема установки ЭЛАН-1

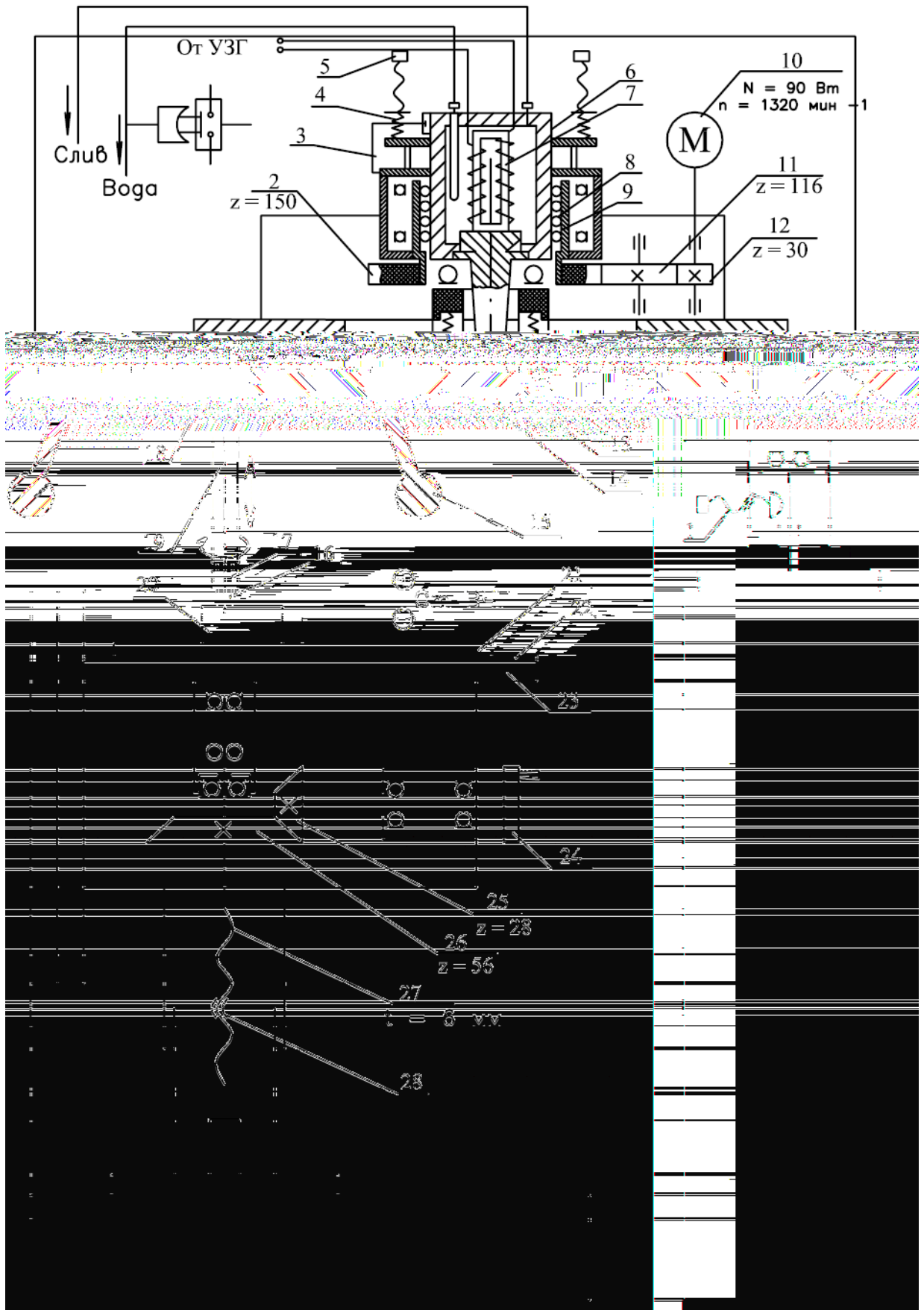


Рисунок 3.2 – Кінематична схема установки ЭЛАН-1

Стіл, призначений для встановлення та закріплення оброблюваного виробу, складається з основи 23, ізоляційної прокладки 22 та плити 21. До плити 21 подається негативний потенціал, тобто плита разом з оброблюваним виробом є катодом.

Підйом та опускання столу здійснюється від рукоятки 24 за допомогою конічної зубчастої 25, 26 та гвинтової 27, 28 пар.

Блок високочастотного генератора призначений для отримання високочастотних імпульсів струму у діапазоні частот 0,68...88 кГц. Електрична схема блоку функціонально складається з тиристорного комутатора, підсилювачів сигналів, блока живлення та перемикача комутуючих ємностей. Конструктивно блок виконаний на окремій текстолітовій панелі. Вхідні та вихідні ланцюги змонтовані за допомогою роз'ємів та клемників.

Блок ультразвукового генератора призначений для отримання змінної напруги ультразвукової частоти, використовуваної для живлення магнітострикційного перетворювача.

Електрична схема блоку функціонально складається з шеститактного послідовного інвентора, підсилювачів сигналів, блока живлення і елементів комутації та захисту. Конструктивно блок виконаний на окремій текстолітовій панелі. Вхідні та вихідні ланцюги змонтовані за допомогою роз'ємів та клемників.

Блок живлення призначений для отримання необхідних напруг живлення елементів електричної схеми, окрім силових ланцюгів інвентора у блоці ультразвукового генератора та тиристорного комутатора у блоці високочастотного генератора. Електрична схема блока складається з силового трансформатора, трифазних двохперіодних випрямлячів та стабілізаторів з регулюючими силовими транзисторами. Конструктивно блок виконаний на окремій текстолітовій панелі. Вхідні та вихідні ланцюги змонтовані за допомогою роз'ємів.

Блок керування призначений для керування усім процесом електроакустичного напilenня. Електрична схема блока складається з десяти функціональних вузлів: блока задання кратності, блока задання зсуву, блока задання ємності, блока перемикання ємності, блока керування імпульсами струму високочастотного генератора, блока автомата-частотоміра, блока індикатора-частотоміра, блока керування ультразвуковим генератором, блока режиму роботи, блока техніки безпеки та панелі керування. Конструктивно блок виконаний на окремій текстолітовій панелі. Вхідні та вихідні ланцюги змонтовані за допомогою роз'ємів.

На панелі керування розташовані кнопки, ручки керування, елементи світової та цифрової індикації, а також вимірвальні прилади. Для візуального контролю ввімкненого параметра кнопки мають світлову індикацію, що реалізуються за допомогою ламп розжарювання.

Пульт керування призначений для керування процесом електроакустичного напilenня. На панелі функціонально виділені

елементи керування ультразвуковим генератором, джерелом живлення, технологічним струмом та процесом в цілому.

Стисла технічна характеристика установки ЭЛАН-1

| | |
|---|---------------|
| Робоча резонансна частота ультразвукового перетворювача | 19...23 кГц |
| Амплітуда ультразвукових поздовжньо-крутильних коливань електрода | 5...10 мкм |
| Діапазон регулювання частоти імпульсів технологічного струму ВЧГ | 0,68...88 кГц |
| Діапазон регулювання ємності ВЧГ | 0,25...30 мкФ |
| Діапазон регулювання напруги В. | 0...100 В |
| Діаметр переміщення рухомої частини голівки шпindelьної | 90 мм |
| Вертикальне переміщення столу | 240 мм |
| Споживана потужність | 7 кВт |

3.4 Зміст та порядок виконання роботи

- 1 Вивчити фізичні основи процесу електроакустичного напилення-легування плоских поверхонь; зобразити його принципову схему.
- 2 Вивчити кінематичну схему електроакустичної установки ЭЛАН-1, конструктивні особливості та призначення її складових частин; зобразити компоновальну схему верстата.
- 3 Вивчити технологічні можливості установки, записати її стислу технічну характеристику.
- 4 Вивчити порядок роботи на установці та параметри керування процесом; визначити технологічні режими для конкретного прикладу обробки; провести обробку.

3.5 Зміст звіту

- 1 Тема роботи.
- 2 Мета роботи.
- 3 Обладнання, інструменти, прилади, матеріали.
- 4 Принципова схема процесу електроакустичного напилення-легування.
- 5 Компоновальна схема установки ЭЛАН-1.
- 6 Стислий опис конструктивних особливостей та призначення складових частин установки ЭЛАН-1.
- 7 Стисла технічна характеристика установки ЭЛАН-1.

8 Технологічний процес виконання конкретної операції на установці ЭЛАН-1 з зазначенням технологічних режимів обробки.

3.6 Контрольні питання

1 В чому полягає фізична сутність процесу електроакустичного напилення-легування плоских поверхонь?

2 Перерахуйте різновиди робіт, виконуваних на установці ЭЛАН-1.

3 Перерахуйте основні складові частини установки, визначте їхні конструктивні особливості та призначення.

4 Визначте порядок роботи на установці.

5 Перерахуйте параметри керування процесом електроакустичного напилення-легування плоских поверхонь, визначте їхні орієнтовні значення.

6 Що являють собою ультразвукові коливання, яка сутність магнітострикційного ефекту?

7 Яким чином забезпечується осцилюючий рух електрода-інструмента?

8 Яке призначення концентратора та хвилеводу?

9 Технологічні показники процесу (продуктивність, точність обробки, якість обробленої поверхні, енергомісткість обробки).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ВАКУУМНО-ПЛАЗМОВЕ ОСАДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ НА РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ

4.1 Мета роботи

Вивчити фізико-технологічні основи процесу, конструктивні особливості установки «Булат-6Т», технологію осадження покриттів.

4.2 Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

- 1 Установка «Булат-6Т».
- 2 Катоди з титанового сплаву ВТІ-0.
- 3 Технологічна оснастка і матеріали для підготовки ріжучого інструменту під осадження покриття.
- 4 Газ-реагент (азот).
- 5 Партія оброблюваних заготовок.

4.3 Загальні вказівки

Процес вакуумно-плазмового осадження зносостійкого покриття передбачає вакуумне розпилення або випаровування тугоплавкого металу, його часткову або повну іонізацію, подачу реакційного газу, хімічні або плазмохімічні реакції, конденсацію покриття на робочих поверхнях різального інструменту.

Широкого поширення набув метод конденсації у вакуумі на поверхню інструменту речовини з плазмової фази з іонним бомбардуванням – метод КІБ.

Метод КІБ базується на тому, що плазмовий потік металу, утворений за допомогою вакуумної дуги з холодним катодом, прискорюється шляхом подання негативного потенціалу до оброблюваного виробу (підкладинки) з подальшою конденсацією на підкладинці іонів та нейтральних атомів при одночасному проходженні плазмохімічної реакції їх з реактивним газом. Подаючи до вакуумної камери газ-реагент під час електродугового випаровування тугоплавкого металу, можна отримувати покриття на основі карбідів, нітридів та інших сполук перехідних металів.

Важливою особливістю даного методу є можливість проведення ефективного іонного очищення поверхні виробу шляхом інтенсивного бомбардування її прискореними іонами розпиленої речовини, що створює

умови для високої адгезії покриття до підкладки. При високому потенціалі підкладки (1 кВ та вище) прискореними іонами розпилюється не тільки осаджуваний метал, але і частково поверхневий шар підкладки. Так здійснюється іонне травлення підкладки, що забезпечує очищення поверхні. Одночасно прискорені іони проникають під підкладку та насичують тонкий приповерхневий шар. Глибина проникнення іонів в цьому випадку виявляється достатньою для забезпечення надійної адгезії покриття.

У найпростішому випадку схема осадження покриттів з плазми електродугового розряду складається з двох електродів, поміщених до вакуумної камери 1 (рисунок 4.1).

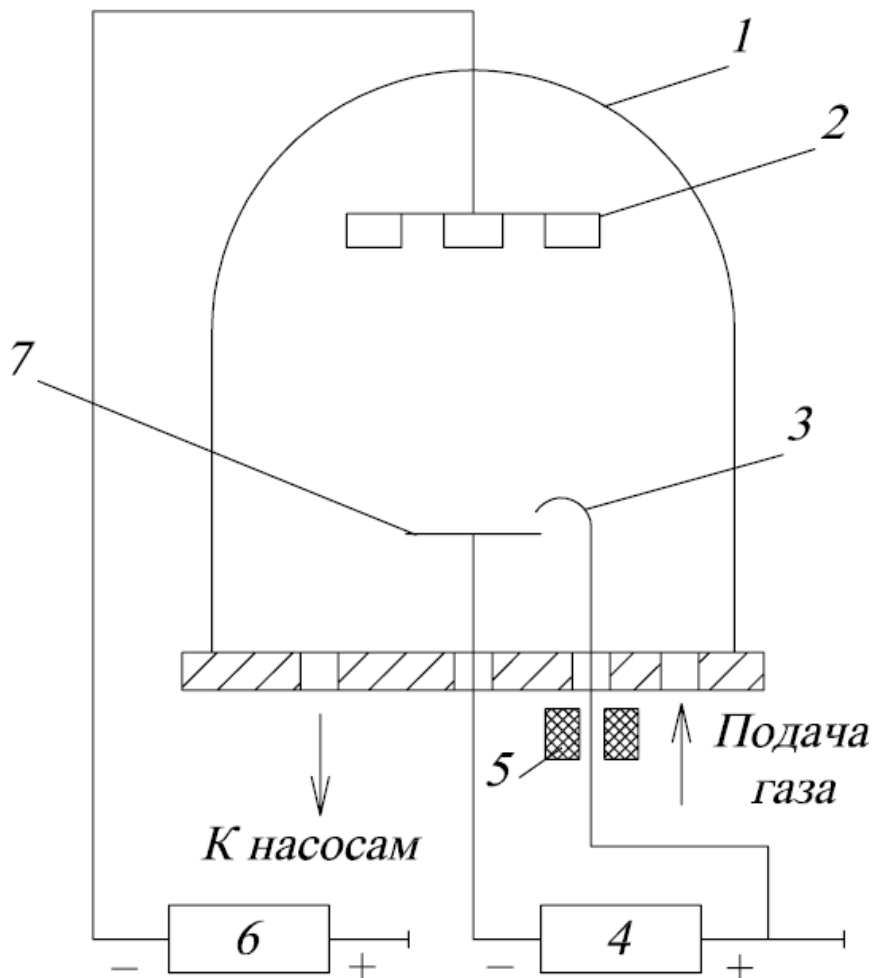


Рисунок 4.1 – Принципова схема процесу вакуумно-плазмового осадження покриття

Напилюваний матеріал розташовують на катоді 7. На іншому електроді встановлюють оброблювані вироби 2. За допомогою вакуумної системи відкачують повітря до досягнення вакууму 0,004 Па. Від джерела живлення 4 за допомогою підпалювального пристрою 3, керованого системою електромеханічного підведення дуги 5, на катоді 7 створюється

електродуговий розряд (вакуумна дуга). Матеріал катода при цьому випаровується та іонізується – стає сумішшю нейтральних атомів, вільних електронів та позитивно заряджених іонів, тобто плазмою. Потім від джерела живлення 6 подають негативний потенціал на електрод 2, позитивні іони з великою швидкістю переміщуються у напрямку до останнього, бомбардуючи його, проводять очищення та розігрівання підкладинки.

До переваг методу КІБ належать:

- можливість осадження зносостійких покриттів широкого спектру складів, що забезпечується закладеною у методі можливістю зміни складу катода та газу-реагенту;
- можливість осадження покриття на різні інструментальні матеріали внаслідок відносно малого теплового впливу на інструментальний матеріал основи;
- можливість осадження покриття на різальний інструмент різної конструкції у широкому діапазоні типорозмірів, що забезпечується за допомогою гнучкого регулювання електричного та газового режиму роботи установок, у яких реалізований метод КІБ.

Установка «Булат-бТ» призначена для осадження зносостійких покриттів за методом КІБ на різальний інструмент, деталі інструментального оснащення, деталі машин, зубні протези та ін.

До складу установки входять наступні основні складові частини (рисунок 4.2): випрямляч іонного бомбардування 1; стійка керування 2; джерела живлення електродугових випарників 3, 4 та 5; агрегат «Булат-бТ», який складається зі станини 8, вакуумної камери 7, трьох джерел плазми 6, високовакуумного паромасляного насосу 9, механічного форвакуумного насосу 10, системи напуску робочого газу 11.

Випрямляч іонного бомбардування призначений для створення високовольтного потенціалу на підкладинці у режимі очищення виробу та живлення підкладинки у режимі осадження покриття. Конструктивно випрямляч являє собою стійку блочної конструкції.

Стойка керування призначена для керування технологічним процесом осадження покриття на установці «Булат-бТ», контролю параметрів, сигналізації та блокування. Конструктивно стійка керування являє собою стійку блочної конструкції. Стойка керування містить наступні блоки керування: блоки дистанційного керування джерелами плазми; блок дистанційного керування випрямлячем; блок керування нагрівачем та поворотним пристроєм; блок керування натікачем; блок керування форвакуумним насосом; блок керування високовакуумним насосом; блок керування клапанами. У стійці керування розміщені також вакуумметр, загальний автоматичний вимикач, автоматичні вимикачі джерел живлення електродугових випарників та випрямлячів іонного бомбардування.

Джерело живлення електродугового випарника призначене для живлення електродугового розряду у джерелах плазми. Конструктивно джерело живлення являє собою стійку блочної конструкції.

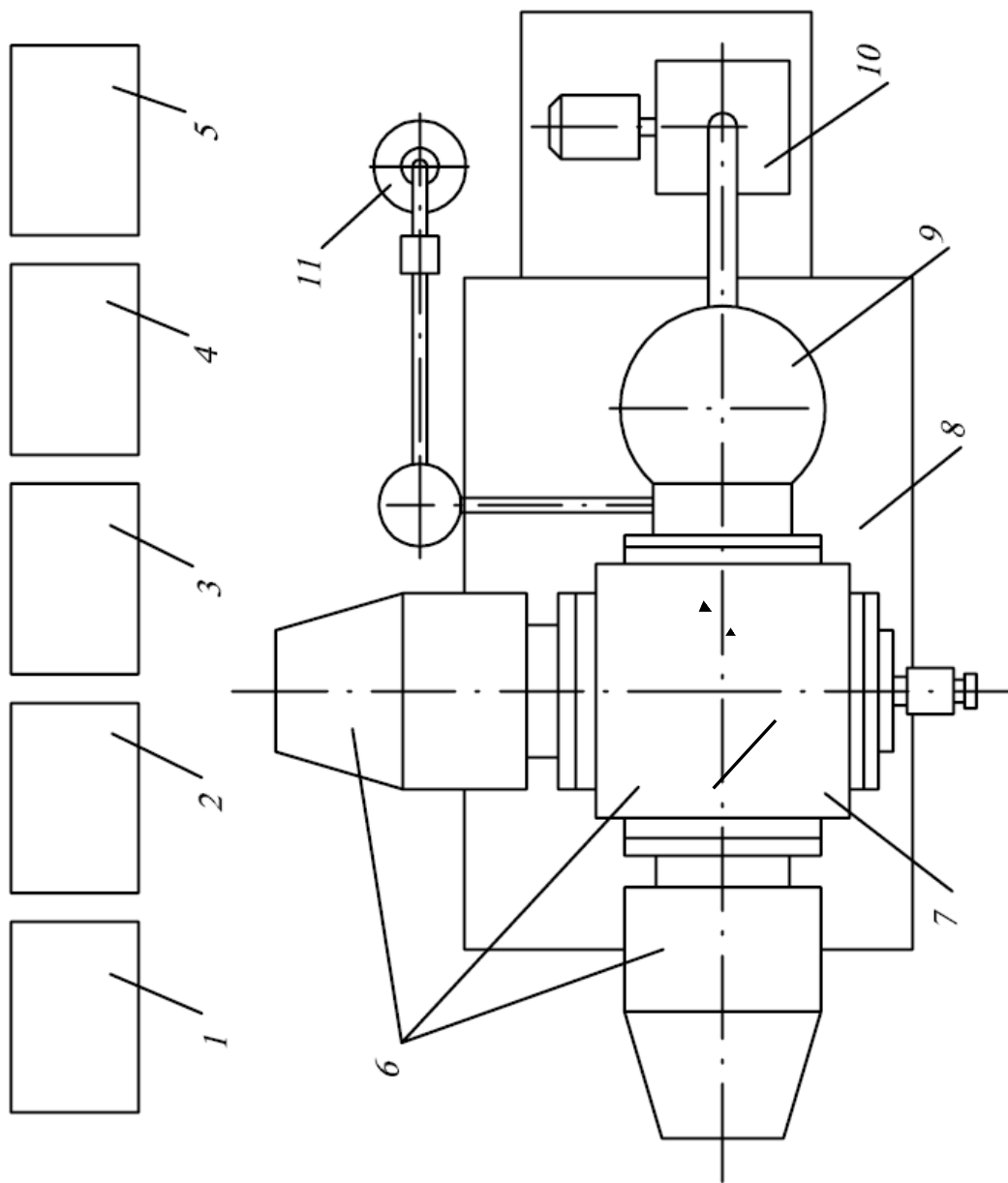


Рисунок 4.2 – Основні складові частини установки «Булат-6т»

Станина призначена для встановлення на ній вакуумної камери, панелі конденсаторів, насоса високовакуумного та індукційного нагрівача. Панель конденсаторів містить конденсатори та резистори схеми підпалу дуги джерел плазми, реле блокувань, випрямляч живлення клапана вакуумної системи, а також блок затискачів зовнішніх ланцюгів агрегату та клеми силових ланцюгів.

Вакуумна камера призначена для створення вакууму та безпосереднього здійснення синтезу твердих матеріалів і осадження їх у вигляді покриттів. Камера являє собою циліндричний об'єм з горизонтальною віссю. На обох торцях камери на петлях закріплюються кришки. На корпусі камери та кришках встановлені джерела плазми з анодами, введення датчика пірометра, система напуску робочого газу та ін. У нижній частині камери вбудовано поворотний пристрій. До корпусу камери та кришок припаяні мідні трубки, по яких подається вода (гаряча в режимі прогрівання та холодна – у режимі нанесення покриття). Усі роз'ємні з'єднання у камері мають ущільнювачі з вакуумної гуми.

Вакуумна камера з'єднується з насосом за допомогою затвора, на якому встановлені: пробка для напуску атмосферного повітря до камери, блок манометричних перетворювачів та вентиль системи вентиляції.

Джерела плазми призначені для створення потоку плазми з матеріалу катода. Джерело плазми складається з наступних конструктивних елементів: катодного вузла, анода, фокусуючої та стабілізуючої котушок, фланця кришки, екрана з підпалюючим пристроєм, електропроводів.

Катодний вузол розташований у центрі кришки та включає катод, елементи водяного охолодження, вакуумні ущільнення та електропроводи. На тримачі катодного вузла закріплений екран, що перешкоджає горінню дугового розряду на бічній поверхні катода та деталях катодного вузла і є одним з електродів підпалюючого пристрою. З протилежного боку тримача закріплений наконечник, через який до катода подається вода.

Катод являє собою монолітний циліндр, на водоохолоджуваному торці якого наявні зовнішня різь та кільцевий виступ для забезпечення вакуумного ущільнення катода.

Підпалючий пристрій служить для створення пускового розряду і складається з екрану, електроду, деталей кріплення та електропроводів.

Анод являє собою циліндричний водоохолоджуваний плазмовід, на зовнішній поверхні якого розміщені котушки фокусуючого соленоїда.

Поворотний пристрій призначений для обертання оброблюваних виробів у струмені випаровуваного матеріалу катода, що забезпечує рівномірне осадження покриття. Поворотний пристрій складається з кришки, до якої з одного боку кріпиться шпindel, а з іншого боку – мотор-редуктор. Кришка ізольована від камери діелектричним ізолятором та втулками. Поворотний пристрій закрито діелектричним кожухом, оскільки до нього при осадженні покриттів підводиться висока напруга.

Введення датчика пірометра призначене для встановлення приладу, що визначає температуру підкладки. Наявність шарніру з вакуумним ущільненням дозволяє визначати температуру у різних точках.

Оглядове вікно слугує для візуального спостереження за процесом осадження покриття. Внутрішнє змінне скло у міру його осадження необхідно періодично очищати або замінювати на нове.

Система напуску робочого газу складається з балону, редуктору, клапана-натікача та трубопроводів. Клапан-натікач призначений для дозованого напуску газу до вакуумного об'єму і підтримки у ньому заданого тиску.

Форвакуумна лінія являє собою трубопровід, що з'єднує механічний форвакуумний насос з камерою та з високовакуумним паромасляним насосом.

Система водяна складається з гребінок, вентилів, трубопроводів, нагнітача індуктивного, реле потоку рідини

Коротка технічна характеристика установки Булат-6т

| | |
|--|---|
| Кількість джерел плазми..... | 3 |
| Діаметр потоку плазми на виході..... | 200 мм |
| Максимальна площа поверхні напилення..... | 25дм ² |
| Максимальні розміри оброблюваних деталей: | |
| діаметр..... | 400 мм |
| висота..... | 200 мм |
| Максимальна швидкість осадження покриття | |
| одним джерелом плазми..... | 90 мкм/год |
| Частота обертання шпинделя поворотного пристрою..... | 8 хв ⁻¹ |
| Тривалість робочого циклу..... | не більше 90 хв |
| Робочий тиск у вакуумній камері..... | 6,5 10 ⁻³ ...6,5 10 ⁻¹ Па |
| Струм дуги | не більше 150 А |
| Максимальний струм в режимі іонного бомбардування..... | 15 А |
| Максимальний струм у ланцюзі підкладки в режимі осадження покриття | 25 А |
| Напруга холостого ходу випрямлячів іонного бомбардування ступенева..... | 0,1; 0,3; 0,5; 0,8; .1,1; 1,7 кВ |
| Найбільша електрична потужність, споживана установкою..... | 50 кВт |

Типовий технологічний процес осадження покриття на змінні багатогранні твердосплавні пластини

- 1 Встановити на шпindelь поворотного пристрою підставку з пластинами. Загерметизувати вакуумну камеру.
- 2 Відкачати повітря з вакуумної камери до тиску (1,3...3,9) 10-3 Па; ввімкнути прогрівання камери.
- 3 Ввімкнути обертання поворотного пристрою.
- 4 Ввімкнути на підкладку негативну напругу 0,8...1,0 кВ при струмі до 15А; вимкнути прогрівання камери та ввімкнути охолодження.
- 5 Ввімкнути випарники при струмі дуги 80...90 А, виконати іонне очищення пластин імпульсами струму тривалістю 1...2 секунди з паузами 2...3 секунди до зникнення мікродуг.
- 6 Знизити напругу на підкладинці до 0,4...0,8 кВ та прогріти оброблювані вироби до температури 760...700 °С.
- 7 Напругу на підкладинці знизити до 0,2 кВ при струмі до 25 А; збільшити струм дуги на випаровувачах до 90...100 А.
- 8 Через клапан-натікач подати до камери азот, встановивши тиск у камері 0,9...1,1 Па та осаджувати покриття протягом 18...20 хв, витримуючи температуру в межах 650...700 °С.
- 9 Відімкнути випарники, потім припинити подачу азоту, відімкнути напругу на підкладинці та обертання поворотного пристрою.
- 10 Ввімкнути прогрівання вакуумної камери.
- 11 Через 15...20 хв відкрити вентиль-нагнітач та напустити до вакуумної камери повітря.
- 12 Відкрити дверцята вакуумної камери та витягти підставку з пластинами.

Найважливішим елементом технології осадження будь-яких покриттів є спеціальна підготовка робочих поверхонь інструменту. Якість підготовки багато в чому визначає якість самого покриття, міцність його зчеплення з інструментальною основою. Недостатньо ретельна підготовка інструменту перед осадженням покриття може призвести до браку виробу. Найчастішим різновидом браку внаслідок поганої підготовки інструменту є відшаровування покриття і, як наслідок, низька його ефективність.

Для вакуумно-плазмових методів осадження покриттів головна мета попередньої обробки інструменту – видалення забруднень. Наявність таких забруднень на інструменті при вакуумізації призводить до забруднення вакууму, порушення нормального ходу технологічного процесу та отримання покриття низької якості з дуже поганою адгезією.

Особливо сильний вплив на якість покриттів справляє субструктура поверхні інструментів зі швидкорізальних сталей. Зокрема, практично неможливо наносити вакуумно-плазмові покриття на поверхні зі збереженою окалиною після термічної обробки. В даний час покриття наносять виключно на шліфований інструмент зі швидкорізальної сталі.

При цьому на якість покриття великий вплив справляє якість поверхні після шліфування.

Зазвичай технологія підготовки інструменту перед осадженням покриття передбачає низку послідовних операцій. У будь-якому випадку увагу слід приділяти очищенню поверхні інструменту, з тим, щоб його робочі частини були хімічно та механічно чистими. При цьому виключається наявність окалини після термічної обробки, утворення корозійних та оксидних плівок, сторонніх включень у вигляді масел та інших забруднень, а також дефектів поверхонь інструменту у вигляді раковин, тріщин, задирів тощо.

Є специфічні особливості у технології підготовки поверхонь при осадженні покриттів різними методами. Так, для деяких марок твердих сплавів перед осадженням покриттів методом ГТ проводять коксування поверхні з метою регламентації товщини зниження імовірності різкого знеміцнення твердого сплаву.

Використання зносостійких покриттів на твердосплавних різальних пластинах без їхньої попередньої віброабразивної обробки є малоефективним. Зносостійкі покриття, нанесені на віброоброблені пластини, забезпечують істотне зростання стійкості у широкому діапазоні режимів різання та марок оброблюваних матеріалів. Висока ефективність зносостійких покриттів з попередньою віброабразивною обробкою пояснюється підвищенням міцності леза за рахунок округлення різальних кромки, а також більш міцним зчепленням покриття з твердосплавною матрицею за рахунок зменшення параметрів шорсткості поверхонь леза, утворення у поверхневому шарі стискаючих залишкових макронапружень, видалення поверхневих плівок та включень.

На рисунку 4.3 наведено структурну схему типового технологічного процесу підготовки змінних багатогранних твердосплавних пластин під осадження зносостійких покриттів.

4.4 Зміст і порядок виконання роботи

1 Вивчити фізико-технологічні основи плазмового осадження зносостійких покриттів на різальний інструмент; зобразити його принципову схему.

2 Вивчити конструктивні особливості та призначення складових частин установки «Булат-6Т»; зобразити компоновальну схему установки.

3 Вивчити технологічні можливості установки, записати стислу технічну характеристику установки.

4 Вивчити порядок роботи на установці та параметри керування процесом; визначити технологічні режими для конкретного прикладу обробки.

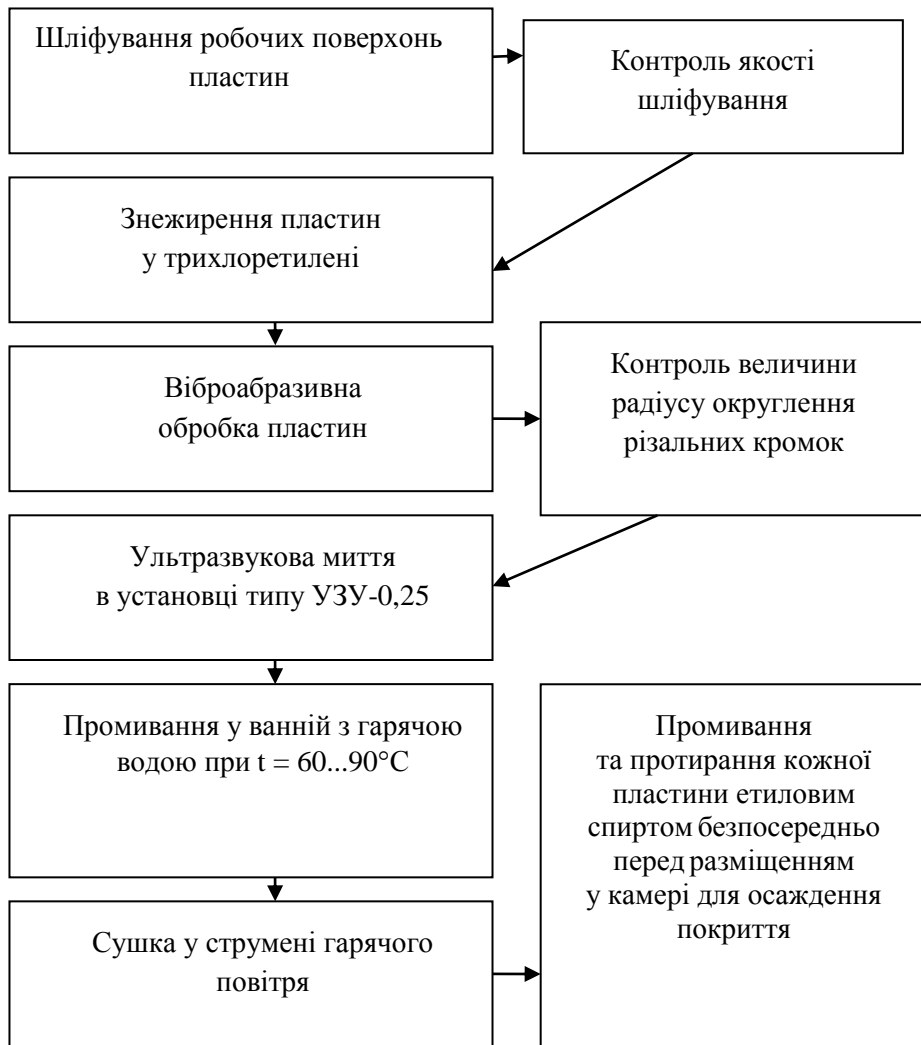


Рисунок 4.3 – Схема технологічного процесу підготовки твердосплавних різальних пластин під осаження покриття

4.5 Зміст звіту

- 1 Тема роботи.
- 2 Мета роботи.
- 3 Обладнання, інструменти, прилади, матеріали.
- 4 Фізико-технологічні основи процесу вакуумно-плазмового осадження зносостійких покриттів; принципова схема процесу.
- 5 Основні параметри установки «Булат-6Т».
- 6 Стислий опис конструктивних особливостей та призначення основних складових частин установки «Булат-6Т».
- 7 Стисла технічна характеристика установки «Булат-6Т».
- 8 Технологічний процес виконання конкретної операції на установці «Булат-6Т» із зазначенням технологічних режимів обробки.

4.6 Контрольні питання

- 1 У чому полягає фізико-технологічна сутність процесу вакуумно-плазмового осадження зносостійких покриттів?
- 2 Основні складові частини установки «Булат-6Т», їхні конструктивні особливості та призначення.
- 3 Порядок роботи на установці.
- 4 Параметри керування процесом вакуумно-плазмового осадження покриттів, їхні орієнтовні значення.
- 5 З яких матеріалів виготовляють катоди?
- 6 Що застосовують у якості газу-реагенту?
- 7 Технологічні показники процесу (продуктивність, стійкість, енергоємність та ін.).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 ЗМІЩЕННЯ ІНСТРУМЕНТУ ІМПУЛЬСНИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ

5.1 Мета роботи

Вивчити фізико-технологічні основи процесу обробки імпульсним магнітним полем (ОІМП) різального інструменту; вивчити конструктивні особливості та області раціонального використання робототехнічного комплексу ОІМП-РК1.

5.2 Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

- 1 Робототехнічний комплекс ОІМП-РК1.
- 2 Комплект заготовок зі швидкорізальних сталей.

5.3 Загальні вказівки

При впливі на матеріал з боку імпульсного магнітного поля має місце спрямована орієнтація вільних електронів речовини, внаслідок чого змінюється структура та співвідношення фаз, створюються напруження у кристалічній ґратці, які зумовлюють рух дефектів та дислокацій. Наприклад, під впливом імпульсного магнітного поля на швидкорізальну сталь кристалічна ґратка аустеніту перетворюється на ґратку мартенситу, підвищується тепло- та електропровідність матеріалу.

Іншим виключно цікавим результатом є зміна хімічного складу поверхневого шару матеріалу на глибину до 500 А° – в результаті ОІМП підвищується вміст таких елементів, як вольфрам, ванадій та молібден.

Перераховані зміни забезпечують підвищення стійкості швидкорізального інструменту у 1,2...1,5 рази. Перевагами методу є також простота використовуваного технологічного обладнання, його мала енергомісткість, відсутність високих вимог до кваліфікації обслуговуючого персоналу. Обладнання не вимагає спеціальних приміщень для розміщення, що обумовлює можливість його використання як у централізованому інструментальному виробництві, так і в умовах інструментального цеху машинобудівного підприємства.

Робототехнічний комплекс ОІМП-РК1 (рисунок 5.1) призначений для ОІМП різального інструменту, виготовленого зі швидкорізальної сталі (свердла, мітчики, розгортки та ін.)

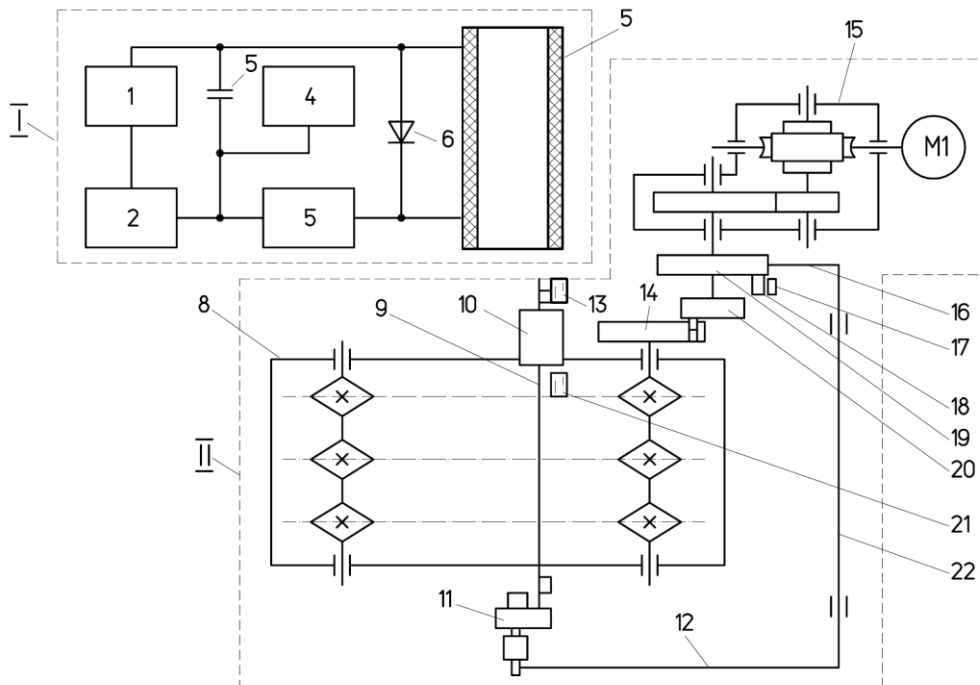


Рисунок 5.1 – Кінематична принципова схема робототехнічного комплексу ОІМП-РК1

Комплекс складається з автономних силового блоку *I* та маніпулятора *II*. Силовий блок *I* вміщує джерело живлення *1*, схему заряду *2*, схему розряду *5*, накопичувальний конденсатор *3*, закорочуючий діод *6*, схему керування і контролю режиму *4* та дротяний соленоїд *7* з робочим діаметром 40 мм (індуктивність від 10 до 80 мкГн).

Силовий блок дозволяє здійснювати плавне регулювання напруженості поля та дискретне регулювання частоти проходження імпульсів. Тривалість обробки задається за допомогою дозатора циклу. Цикл обробки закінчується автоматичним розмагнічуванням виробу при його повільному видаленні з робочої зони соленоїда.

Маніпулятор призначений для почергової передачі виробу до зони обробки і звідти. Він здійснює захоплення оброблюваного виробу, перенесення його у порожнину індуктора силового блоку, утримання зміцнюваного виробу протягом часу обробки і повернення його назад.

Рука маніпулятора *9*, що є ротором лінійного двигуна *10*, забезпечена захопом *11*. Замикання та розмикання захопу здійснюється приводом *15* за допомогою кінематичних зв'язків, що складаються з кулачка *19* та осі *22* з закріпленими на її кінцях важелями *16* та *12*. Цей же привод здійснює переміщення живильника *8*, що складається з трьох замкнених ланцюгів з виконаними на них гніздами для розміщення оброблюваних виробів.

Для передачі руху живильнику слугує мальтійський механізм, що складається з мальтійського хреста *14* та кривошипа *20*. Для зупинки приводу *15* слугує кінцевий вимикач *17*, що взаємодіє з упором *18* на кулачку *19*. Переміщення руки у крайнє положення забезпечує лінійний

двигун, а підготовку ланцюга ввімкнення лінійного двигуна забезпечують геркони 13 та 21.

Стисла технічна характеристика комплексу ОІМП-РКІ

| | |
|---|---|
| Споживана потужність | 100 Вт |
| Діапазон напруженості магнітного поля..... | $1,5 \cdot 10^4 \dots 1,8 \cdot 10^5$ А/м |
| Розмір робочої камери індуктора | ∅ 40x130 мм |
| Число виробів, одночасно укладених у живильник..... | 32 шт. |
| Розміри оброблюваного виробу: | |
| діаметр | 3...10 мм |
| довжина | 65...150 мм |
| Час обробки одного виробу, не більше | 1,0 хв |
| Габаритні розміри | 770x750x300 мм |
| Маса | 30 кг |

Параметрами управління процесом ОІМП є час намагнічування і розмагнічування, напруженість магнітного поля, частота проходження імпульсів і їх тривалість.

Режими обробки встановлюються в залежності від площі поперечного перерізу виробу.

5.4 Зміст і порядок виконання роботи

- 1 Вивчити фізичні основи процесу ОІМП.
- 2 Вивчити і зобразити принципову схему силового блоку комплексу ОІМП-РКІ.
- 3 Вивчити кінематичну схему комплексу, конструктивні особливості та призначення його основних частин; зобразити компоновальну схему комплексу.
- 4 Вивчити технологічні можливості комплексу, записати його стислу технічну характеристику.
- 5 Вивчити порядок роботи на комплексі та параметри керування процесом; визначити технологічні режими для конкретного прикладу обробки.

5.5 Зміст звіту

- 1 Тема роботи.
- 2 Мета роботи.
- 3 Обладнання, інструменти, прилади, матеріали.
- 4 Принципова схема силового блоку.

- 5 Сутність процесу ОІМП.
- 6 Компонувальна схема комплексу.
- 7 Стислий опис конструктивних особливостей та призначення основних складових частин комплексу.
- 8 Стисла технічна характеристика комплексу.
- 9 Технологічний процес виконання конкретної операції на комплексі із зазначенням технологічних режимів обробки.

5.6 Контрольні питання

- 1 У чому полягає фізична сутність процесу ОІМП?
- 2 Основні складові частини комплексу ОІМП-РК1, визначити їхні конструктивні особливості та призначення.
- 3 Порядок роботи на комплексі.
- 4 Параметри керування процесом ОІМП, визначити їх орієнтовні значення.
- 5 Технологічні показники процесу (продуктивність, стійкість, енергомісткість).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ВІБРОАБРАЗИВНА ОБРОБКА ЗМІННИХ БАГАТОГРАННИХ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ПЛАСТИН

6.1 Мета роботи

Вивчити технологічні основи процесу віброабразивної обробки змінних багатогранних твердосплавних різальних пластин; вивчити конструктивні особливості і області технологічного використання вібраційної машини моделі ВМ40С.

6.2 Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

- 1 Вібраційна машина моделі ВМ40С.
- 2 Формовані абразивні тіла ПТ 20×15.
- 3 3 %-ий водний розчин кальцинованої соди.
- 4 Змінні багатогранні твердосплавні різальні пластини.

6.3 Загальні вказівки

У відповідності з ГОСТ 23505-79 віброабразивна обробка – абразивна обробка, що виконується при русі заготовки і абразивних зерен друг відносно друга у вібраційній ємності. Віброабразивна обробка являє собою механічний або хімічно-механічний процес зйому частинок матеріалу з оброблюваної поверхні, а також пластичні деформації поверхневого шару робочими елементами абразивного наповнювача, що здійснює коливальні рухи (рисунок 6.1).

Оброблювальні вироби 5 разом з абразивним наповнювачем 4 вміщують до робочої камери 1 вібраційної машини. Робоча камера, що встановлена на пружинах-підвісках 2, за допомогою інерційного вібратора 3 надаються гармонічні коливальні рухи. Під дією цих вібрацій гранули абразивного наповнювача та оброблювані вироби переміщуються один відносно одного, виконуючи два види рухів – коливальний з частотою, що дорівнює частоті коливань робочої камери, і переміщення усєї маси завантаження за круговою або еліптичною траєкторією. Процес супроводжується нанесенням на оброблювані поверхні великої кількості мікроударів робочими елементами абразивного наповнювача, у результаті яких забезпечується зйом матеріалу і його пластичне деформування.

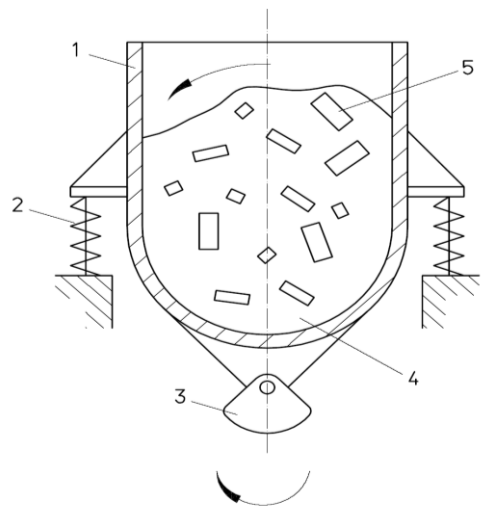


Рисунок 6.1 – Принципова схема процесу віброабразивної обробки

Оброблювані вироби, розміщені у робочій камері без закріплення, займають різне положення, що забезпечує певну рівномірність їхньої обробки

Для видалення продуктів зносу процес виконується при безперервній промивці усєї маси завантаження робочою рідиною.

При віброабразивній обробці змінних багатогранних твердосплавних пластин зйом матеріалу призводить до зміни мікрогеометрії поверхонь леза – округлення різальних кромки, зменшення шорсткості різальних кромки і плоских поверхонь, утворення нового рельєфу поверхні.

Пластичне деформування поширюється на глибину до 20 мкм. При цьому змінюється фазовий склад (кобальт переходить з одної алотропічної модифікації у іншу – з кубічної в гексагональну), значно підвищується щільність дислокацій, виникають залишкові напруження стискування (до 2,0 ГПа).

Перераховані зміни сприятливо впливають на міцність, зносостійкість та вібростійкість, а через них – на кількісні характеристики надійності твердосплавного інструменту. Віброабразивна обробка змінних багатогранних твердосплавних пластин, наприклад при чорновому та напівчистовому точінні вуглецевих сталей, забезпечує зростання середнього періоду стійкості у 1,3...1,7 рази. Коефіцієнт варіації стійкості при цьому зменшується у 1,4...2,7 рази, а гама-відсоткова стійкість T_{90} збільшується у 1,9...8,0 раз.

Вібраційна машина моделі ВМ40С (рисунок 6.2) призначена для віброабразивної обробки змінних багатогранних твердосплавних пластин.

Основним вузлом машини є робоча камера 1, облицьована зсередини зносостійкою гумою. Камера встановлена на зварному каркасі 3 за допомогою чотирьох циліндричних пружин 2. До днища камери прикріплений інерційний вібратор 5 (електродвигун з незбалансованими

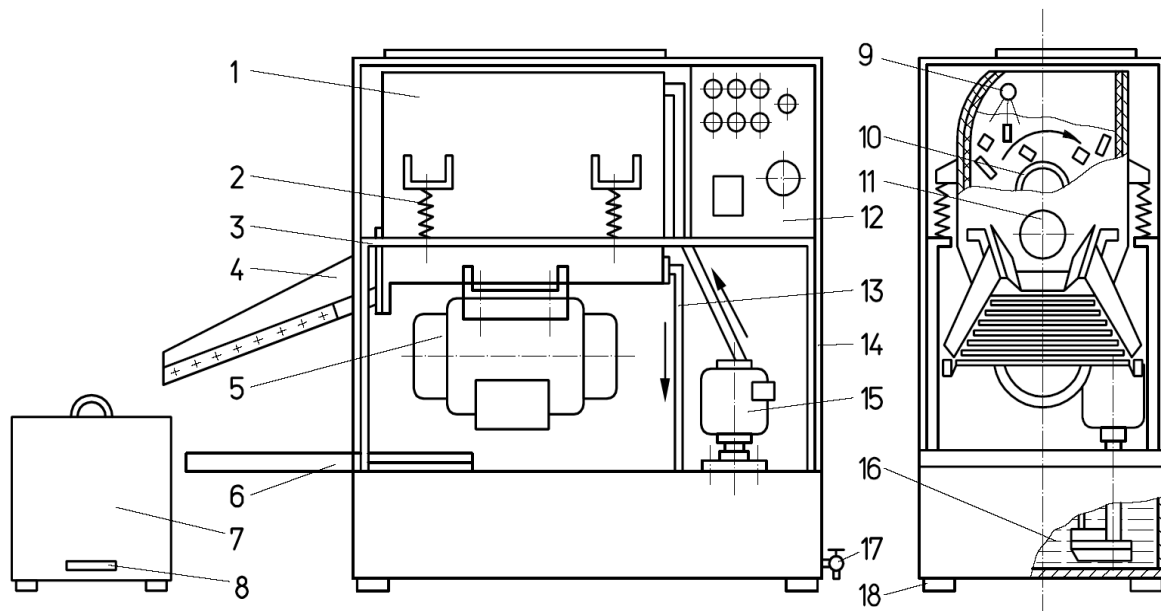


Рисунок 6.2 – Компонувальна схема віброабразивної машини мод. ВМ40С

вантажами на кінцях валу). Для підвищення продуктивності та рівномірності обробки уздовж осі робочої камери встановлена циліндрична вставка 10.

Для видалення продуктів зносу наповнювача і оброблювальних виробів машина забезпечена електронасосом 15 та баком-відстійником 16. Робоча рідина з бака-відстійника нагнітається до розподільчої трубки 9 та розбризкується у робочу камеру, а потім через зливний патрубок 13 зливається разом з продуктами зносу назад до баку-відстійника. Повна зміна розчину відбувається через зливний вентиль 17.

Установка потребує коливань робочої камери, що відбуваються за допомогою модернізованих дисбалансових вузлів – знімають кришки вібратора та повертають зовнішні дисбаланси по відношенню до внутрішніх (при цьому кути повороту зовнішніх дисбалансів повинні бути однакові).

У комплект машини входить сепаратор 4, призначений для відділення оброблених пластин від наповнювача. Сепаратор, виконаний у вигляді нахильного лотка з вільно обертальними роликами, встановлюється на передньому торці робочої камери під розвантажувальним вікном 11. Відстань між роликами сепаратора є меншою за габарити гранул наповнювача, але більшою за товщину оброблюваної пластини. Під дією вібрацій (операція виконується при робочому вібраторі) оброблені пластини та наповнювач потрапляють на ролики сепаратора, де і відбувається їхнє розділення – пластини провалюються у щілини між роликами та потрапляють у тару, встановлену на піддоні 6, а гранули наповнювача скочуються по роликах у контейнер 7, встановлений перед сепаратором.

Машина повністю закрита звукоізоляційним кожухом 14. Завантаження камери наповнювачем та пластинами виконується через отвір у верхній частині машини. Для повернення наповнювача необхідно за допомогою підйомного пристрою підняти контейнер 7, встановити його над отвором і відкрити заслінку 8.

Для встановлення машини на робоче місце фундаменту вона оснащена амортизаторами 18, які виключають передачу вібрації на елементи робочого місця і забезпечують встановлення машини у горизонтальному положенні.

Машина працює у ручному та автоматичному режимі від цехової мережі трифазового струму з напругою 380 В. До комплекту електроапаратури 12 входить реле часу з діапазоном регулювання від 10 до 60 хв. Для роботи у автоматичному режимі на реле часу встановлюють тривалість обробки, відповідну до потрібної величини округлення різальних кромок оброблювальних пластин. Наприкінці циклу обробки машина автоматично вимикається. На лицьовій стінці машина прикріплена номограма, за якою визначають тривалість обробки, що потрібна для отримання радіусу округлення.

Стисла технічна характеристика вібраційної машини моделі ВМ40С

Ємність робочої камери – 40 л.

Споживана потужність – 0,5 кВт.

Амплітуда коливань робочої камери – 0,15...0,9 мм.

Частота коливань робочої камери – 46 Гц.

Ємність баку-відстійника – 40 л.

Габарити (без сепаратору) – 1060×500×1000 мм.

Маса (без сепаратору і контейнеру) – 170 кг.

Машина відрізняється високою надійністю конструкції, простотою та зручністю обслуговування. Рівень створюваного шуму незначний, відсутнє пиловидалення, характерне для інших вібраційних машин. Термін служби гумового облицювання камери складає 4000 годин безперервної експлуатації, підшипників вібратора – 20000 годин, поламок пружин не спостерігалось. Сепаратор забезпечує 100-відсоткове розділення пластин та наповнювача протягом 1...2 хв. Трудомісткість обробки однієї пластини в залежності від типорозмірів складає 0,01...0,03 хв. За необхідності машина може бути використана також для різних очисних, оздоблювальних, шліфувально-полірувальних та зміцнюючих операцій.

На продуктивність процесу віброабразивної обробки змінних багатогранних твердосплавних різальних пластин (яка зазвичай оцінюється величиною радіусу округлення різальних кромок) і якості поверхонь лека справляють вплив: тип абразивного наповнювача, амплітуда і частота коливань робочої камери, тривалість обробки, об'ємне співвідношення оброблювальних пластин і наповнювача, властивості оброблювальних

твердих сплавів і деякі геометричні параметри леза. Найбільш важливими параметрами керування процесом є амплітуда та частота коливань, тип абразивного наповнювача і тривалість обробки.

6.4 Зміст і порядок виконання роботи

1 Вивчити технологічні основи процесу віброабразивної обробки; зобразити його принципову схему.

2 Вивчити конструктивні особливості вібраційної машини моделі ВМ40С та призначення її складових частин; зобразити компоувальну схему машини.

3 Вивчити технологічні можливості машини, записати її стислу технічну характеристику.

4 Вивчити порядок роботи на машині і параметри керування процесом; визначити технологічні режими для конкретного прикладу обробки; здійснити обробку партії змінних багатогранних твердосплавних різальних пластин.

6.5 Зміст звіту

1 Тема роботи.

2 Мета роботи.

3 Обладнання, інструменти, прилади, матеріали.

4 Принципова схема процесу віброабразивної обробки.

5 Компоувальна схема вібраційної машини моделі ВМ40С.

6 Стислий опис конструктивних особливостей та призначення складових частин машини.

7 Стисла технічна характеристика машини.

8 Технологічний процес виконання конкретної операції на вібраційній машині моделі ВМ60С з вказуванням технологічних режимів обробки (тип абразивного наповнювача, амплітуда і частота коливань, тривалість обробки).

6.6 Контрольні питання

1 У чому полягає сутність процесу віброабразивної обробки?

2 Механізм підвищення різальних властивостей твердосплавного інструменту, підданого віброабразивній обробці.

- 3 Основні складові частини вібраційної машини моделі ВМ40С, визначити їх конструктивні особливості і призначення.
- 4 Порядок роботи на машині.
- 5 Параметри керування процесом віброабразивної обробки змінних багатогранних твердосплавних пластин.
- 6 Технологічні показники процесу віброабразивної обробки змінних багатогранних твердосплавних різальних пластин (продуктивність і якість обробки, енергомісткість та ін.).

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Рабочие процессы высоких технологий в машиностроении : Учеб. пособие / А. И. Грабченко и др. – Харьков : ХГПУ, 1999. – 436 с.
- 2 Рогов, В. А. Основы высоких технологий : Учеб. пособие / В. А. Рогов, Л. А. Ушомирская, А. Д. Чудаков – М. : Вузовская книга, 2001. – 256 с.
- 3 Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов : Учеб. пособие (в 2-х томах). Т. 1 / Б. А. Артамонов и др. – М. : Высш. шк., 1983. – 247 с.
- 4 Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов : Учеб. пособие (в 2-х томах). Т.2./ Б. А. Артамонов и др. – М. : Высш. шк., 1983. – 176 с.
- 5 Коваленко, В. С. Технология и оборудование электрофизических и электрохимических методов обработки материалов / В. С. Коваленко. – К. : Высш. шк., 1983. – 176 с.
- 6 Гах, В. М. Высокие технологии в машиностроении. Лабораторный практикум : Учебное пособие для студентов специальностей 7.090203 и 7.090204 / В. М. Гах. – Краматорск : ДГМА, 2005. – 60 с.
- 7 Попов, С. А. Электроабразивная заточка режущего инструмента / С. А. Попов, В. Л. Белостоцкий. – М. : Высш. шк., 1988. – 175 с.
- 8 Верещака, А. С. Работоспособность инструмента с износостойким покрытием / А. С. Верещака. – М. : Машиностроение, 1993. – 336 с.
- 9 Гах, В. М. Организация участков отделочно-упрочняющей обработки твердосплавных пластин / В. М. Гах, В. В. Скибин // Общемашиностроительные технологические процессы, вып. 3. – М. : ВНИИТЭМР, 1988. – с. 10–12.