

© Воробйова А.О., Маршуба В.П.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ПРИВОДІВ ВЕРСТАТІВ З ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ В УМОВАХ ГПХМЗ «ФЕД»

1. Постановка проблеми в загальному вигляді

При обробці складно профільних деталей з твердих та надтвердих матеріалів за часту використовують фізико-хімічні методи обробки деталей, а саме електрофізичні та електрохімічні. Так, як на сучасний час кожна продукція в машинобудуванні, що поставляється в умовах жорсткої конкуренції на внутрішній або зовнішній ринок, повинна володіти новим рівнем властивостей і відповідати всезростаючим вимогам, що пред'являються потенційними споживачами до функціональних, економічних або естетичних властивостей виробів. Назріла проблема автоматизація виробництва в електрофізичних та електрохімічних методах обробки складно профільних деталей, так як від точності виконання цих операцій залежить якість готової продукції, тобто відповідно її конкуренція на ринки.

Суть проблеми електрофізичних та електрохімічних методів обробки деталей залежить від складності контролю між електродного зазору при електроіскрової обробки в процесі підведення електроду до заготівки та підтримання його в процесі різання. На цю проблему впливають декілька факторів, а саме найбільш один з них – привід верстата, що переміщає електрод до контакту з заготівкою та підтримує зазор між заготівкою та електродом. Від точності переміщення та підтримання необхідного зазору між електродом та заготівкою залежить підтримання необхідних параметрів різання. Тобто від надійності привода верстата та його можливості підтримувати необхідний зазор залежить якість продукції, що випускається. Тому необхідно розглянути проблему контролю

величини між електродного зазору при електроіскрової обробки та за рахунок його зміни у верстатах з різними приводами.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій за темою статті

Як показав аналіз технічної літератури [1-3] оптимальний зазор в електроерозії - це оптимальні енергетичні режими іскроутворення і, в результаті, найбільш продуктивна і якісна обробка при найменшому зносі електроду. У міру збільшення зазору число іскрових розрядів падає. На певній величині зазору обробка зупиняється. У міру зменшення між електродного зазору ефективність розрядів падає (розряди через гази), знос електроду зростає, на певній величині зазору виникають дугові розряди, що приводить до псування електроду і деталі.

Для виконання обробки деталей методами фізико-хімічної обробки використовують верстати електроіскрової обробки, в яких користуються двома приводами, а саме: привід з КГП (кулько-гвинтова передача) та лінійними сервоприводами. Під час дослідження публікацій, фірма «Sodick», рішила проблему контролю між електродного зазору при електроіскрової обробки на верстатах свого виробництва вирішена за допомогою заміни привода з КГП лінійним приводом.

З метою модернізації обладнання, зниження витрат на модернізацію верстатів в умовах сучасного виробництва України та підвищення якості продукції, що випускається, розглянемо на даним технічної літератури переваги та недоліки обох приводів.

По даним робіт [1] функціонально КГП (кулько-гвинтова передача) служить для перетворення обертального руху в зворотно-поступальне (і навпаки). КГП володіє всіма основними технічними перевагами передачі гвинт-гайка ковзання. Тому основні достоїнства кулько-гвинтова передачі: малі втрати на тертя; висока здатність навантаження при малих габаритах; розмірне поступальне переміщення з високою точністю; висока швидкодія; плавний і безшумний хід.

До недоліків кулько-гвинтова передачі можна віднести: складність конструкції гайки; обмеження по довжині гвинта (із-за накопичуваної погрішності);

обмеження за швидкістю обертання гвинта (із-за вібрації); високу вартість (виконань з шліфованим гвинтом).

Цих недоліків позбавлено, по даним робіт [2, 3] привід верстата у якому застосовано лінійний привод заміст КГП, тобто така заміна гарантує точне і одночасно динамічне позиціонування електроду в область оптимального зазору. Це досягається завдяки незрівнянно вищій точності і динаміці (моментальності) лінійних сервоелектродвигунів. До переваг лінійного сервоприводу належить таке: швидкість сервоподач - до 36 м/хв (600 мм/сек), максимальне прискорення - до 1,89g; дуже мала інерція; мінімум термодформації завдяки унікальній системі охолодження і конструкційній кераміці з особливо малим тепловим розширенням; немає передавального механізму - немає зазорів - немає люфтів - немає мертвих ходів; мінімум тертя (тільки у поверхонь, що направляють) - немає стрибкоподібних подач; немає погрішності кроку переміщення, тобто і необхідності її компенсації.

Проте у лінійного приводу є істотний недолік: його конструкція виявляється дуже масивною. Щоб підвищити продуктивність накопичувача, потрібно знижувати масу приводного механізму і самих головок. Чим легше механізм, тим з великими прискореннями він може переміщатися з одного циліндра на іншій.

Тому при модернізації верстатів для електроіскрової обробки в умовах підприємства ГПХМЗ «ФЕД» та сучасних реаліях України, виникло питання про скорочення витрат на модернізацію цього виду обладнання. Для цього було проведено порівняльні випробування обох конструкцій як з метою поліпшення якості продукції, що випускається, так і зменшення затрат на модернізацію обладнання.

3. Мета роботи

Метою роботи є порівняльний аналіз застосування різних типів приводів верстатів для електрофізичних та електрохімічних методів обробки деталей зі складним профілем з твердих та надтвердих матеріалів, що слугує обґрунту-

ванням для застосування найбільш ефективних з них та скорочення собівартості модернізації верстатів.

4. Основний зміст

В наступний час суть процесу ЕФО представляє два різновиду, тобто електроіскрова дротяно-вирізні та прошивальна електроіскрова. Перший представляє собою у робочому середовищі очищену воду з антикором в яку поміщається 2-ва електрода: анод і катод. Один з них це деталь, а інший інструмент. По електричному колу подається струм ≈ 70 А. При підводі інструмента до деталі - коло замикається. В слідстві проходженні струму відбувається викидання або ерозія (руйнування) метала. При цьому якщо в якості ріжучого інструменту використовується дріт (частіше з латуні) $\varnothing 0,1 \dots 0,25$ мм, а інший, якщо замість ріжучого інструмента буде проведений інструмент електрод. Рух по осях здійснюється шпинделем верстата в якому знаходиться інструмент.

Електроіскрова обробка. Це електрофізична обробка. Це процес безконтактний, іскрові розриви йдуть в між електродному зазорі. Величина цього зазору впливає на характеристику розриву (рис. 1). Якщо зазор трохи збільшити, то розриви слабшають. Ще більше зазор, то розриви взагалі падають. Якщо зазор зменшити, то з'являється нестабільність, дуга, припік і т.п. В ЕФО ця проблема дуже важлива протягом всієї роботи, а саме, в наслідок того, що матеріал оброблюваної деталі різний, як по фізичним так і по хімічним властивостям, і при обробки контурів характеристика контуру змінюється, потрібен надійний «контролер» і «регулювальник» цих процесів, а ним є привід.

Основними ознаками електроіскрової обробки (ерозії) є: вироблення генератора електричних імпульсів, а в процесі взаємодії електричних розрядів; постійне витримування між електродного зазору; привід.

У верстатах попередніх поколінь цей привід КГП, а вся кінематична схема, це: командний імпульс \rightarrow енергія взаємодія магнітних полів електричного двигуна \rightarrow поворот ротора - гвинт КГП \rightarrow прослизання ременя (вибір люфту) \rightarrow натяг ременя \rightarrow поворот другий шків \rightarrow робота другого ступеня ремінного редукто-

ра (якщо він є) → поворот гвинта КГП → вибір люфту гайки КГП → лінійні руху (переміщення гайки КГП). Таким чином привід КГП - це низька динаміка, затримка руху і в слідстві втрат у довгому, довгому кінематичному ланцюзі між електродний зазор не є оптимальним.

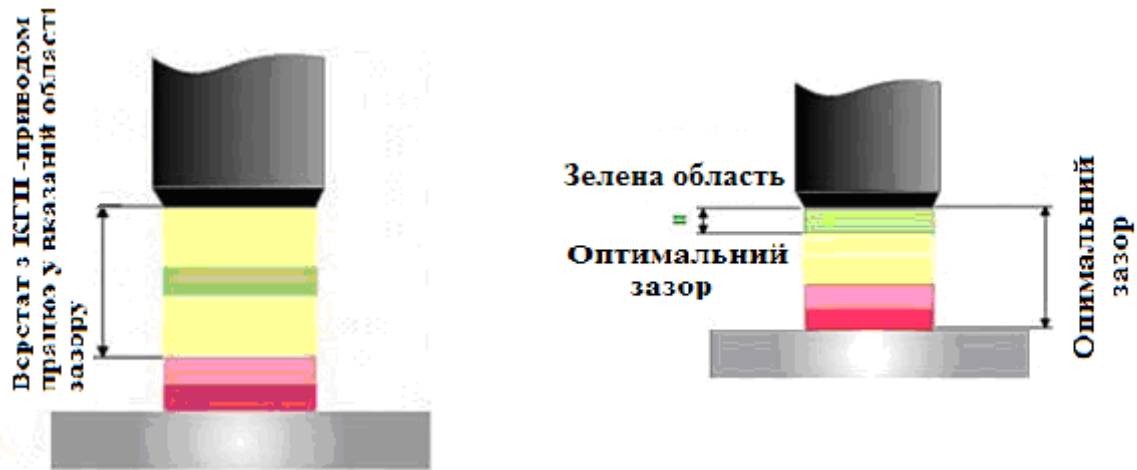


Рис. 1. – Схема порівняння зазорів між електродом та заготовкою в ЕФО-процесі по даним фірми «Sodick».

Отже, електроіскровий процес - це послідовність мікро переміщень. Особливо це важливо при обробці контурів, де рух столів по осях X, Y постійно змінюється знаком \pm .

Якщо вище ми відзначили важливість точності витримування між електродного зазору і органів, які цю функцію виконують, то слід зробити висновок про ступінь автоматизації цього процесу. Приводи з КПП високому рівню автоматизації не відповідають, а лінійні приводи відповідають.

Отже, що собою представляють лінійні приводи, вбудовані в верстати?

Кінематичну схему верстата з лінійним приводом можемо представити так командний імпульс → енергія взаємодії магнітних полів ротора і статора → лінійний рух. Тобто електромагнітний блок це плити постійних магнітів.

Розглядаючи кінематичні ланцюги цих приводів можна помітити, що в прямому і безконтактно лінійному приводі всього дві основні частини: електромагнітний блок і плита постійних магнітів. Взаємодія магнітних полів ство-

рює тягу, яка змушує рухому частину рухатися відносно нерухомої. Третя необхідна частина - «лінійка». Тому можна судити що ламатися в такому приводі фактично нема чому, а якщо з якої-небудь причини буде потрібно ремонт приводу, більш ремонтпридатною конструкції важко уявити. На відміну від приводів з КПП, де велика кількість складних конструкцій, таких як кулько-гвинтові пари, ремені, зубчаті колеса, вали, гвинти, підшипники тощо - вони швидко зношуються і можуть знадобитися не тільки ремонт, але і складної наладки та складності монтажу при заміні. Також приводи з КПП вимагають постійного змащування, коли в лінійних приводах немає необхідності в змащуванні.

До переваг лінійних приводів (рис. 2) потрібно віднести відсутність впливу навіть малоймовірних температурних деформацій постійних магнітів і електромагнітів лінійного приводу, що не можна сказати про КПП-приводи. Так як температурні деформації впливають на точність роботи ЕІ верстат.

Таким чином лінійні приводи в ЕФО - це автоматизація і прогрес електроерозійних обробок.

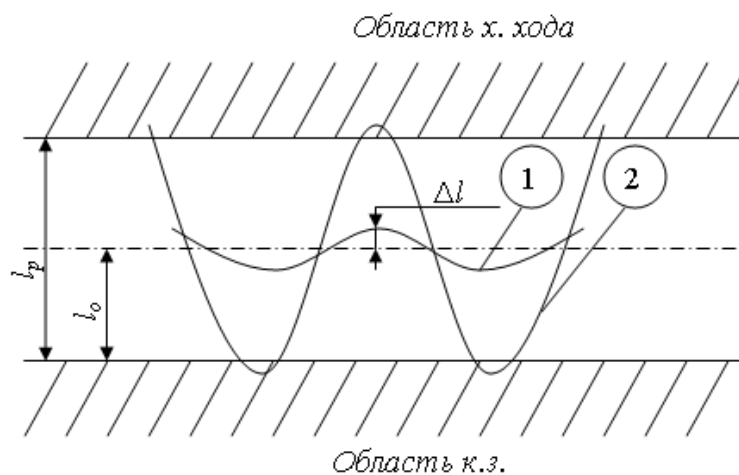


Рис.2. - Режими праці при електроіскрової обробки. 1 - *стійкий режим роботи*; 2 - *нестійкий режим роботи*; l_p - *робочий діапазон переміщення*; l_0 - *всталені значення*; Δl - *величина перерегулювання*, $\Delta l = (0,1 \dots 0,3) l_p$.

У лінійному приводі величина перерегулювання регулюється автоматично. У КПП величина перерегулювання вимагає особливої уваги. (рис. 3).



Рис. 3. – Порівняльна характеристика приводів з КПП та лінійного

Лінійний привід коригує зазор 500 разів в секунду з дискретністю 0,1 мкм. У КПП - 4 мкм + 3 мм редуктор + ремінь, Разом $\approx 0,01$ мм.

Отже порівнюючи верстати з КПП - приводами (приводи з електродвигунами обертання через КПП за допомогою редукторів або безпосередньо) - швейцарські верстати та верстати з лінійними приводами (прямі безконтактні приводи з лінійним електродвигунами та лінійними датчиками (оптичними лінійками)) - верстати «Sodick» можна виділити такі основні моменти:

У КПП приводів: вкрай складний і довгий ланцюг перетворення енергії в рух; складний ланцюг перетворення обертального руху в лінійне; низька динаміка, затримка від моменту подачі енергії до початку руху; динамічна коригування положення практично нездійсненна. Проблематичне отримання достатньої округлості.

У лінійних приводів: прямий привід без довгого кінематичного ланцюга перетворення енергії в рух; виключено перетворення обертального руху в лінійне; чудова динаміка, моментальна і неперевершена динамічна точність; положення по осях коригується 500 разів в секунду, що дає здатність відстежувати найскладніший контур.

Якщо розглядати рівень автоматизації процесів ЕФО то сучасного рівня верстати крім названого лінійного приводу мають: магазин інструментів, наприклад в прошивальних верстатах, ЕОМ з програмним забезпеченням і піктограмами для операторів з графічним зображенням руху інструменту в реальному часі і відпрацюванням програмних функцій.

Суть процесу ЕЕО. У робочому середовищі представляє собою нейтральний електроліт або водного розчину кухонної солі між деталлю і електродом, де подається напруга $\approx 26\text{В}$. Відбувається розмивання в деталі поверхні, що відповідає відбитку форми електрода наприклад «сфери» або ін.

Однак неодмінною умовою оптимального перебігу процесу є також як і в ЕФО підтримання постійного міжелектродного зазору і під тиском подаємо електроліти.

Цей метод у зв'язку з наявністю хімічних реагентів, наприклад солі або інколи продовжує мати місце.

Еволюція електроіскрової обробки з точки зору робочого середовища.

Раніше застосовувався керосин в якості міжелектродного середовища. Далі в якості робочого середовища і в даний час застосовують воду. Водяне електрообладнання - діелектрик.

При використанні гасу в якості діелектрика процес супроводжується його розкладанням на складові: газова і високодисперсна сажа, яка при обробки сталі сприяє насиченню рідкої фази метала вуглеців з утворенням карбідів. Але сажа важко видаляється спеціальними методами хімічної очистки. Чим довше використовується один і той же керосин, тим більше сажі, а отже вимагає більшого очищення.

Проблеми з утворенням сажі зникають при застосуванні в якості міжелектродного середовища води.

Розглянемо ЕХО на прикладі обробки нових сплавів титану.

У слідстві міцності, малого видаляється шару, стійкості до агресивних код, нові сплави титану погано обробляються традиційними методами. ЕХО дозволяє долати опір Титана обробки.

Особливо цей метод прогресивний при обробки силових елементів конструкцій з титанових сплавів (балки, лонжерони та ін.) У них зосереджені різного роду порожнини, колодязі, що утворюють складну структуру. Ця конструкція повинна мати мінімальну масу при збереженні міцності. У важкодоступних місцях не повинно бути: задирок, заріз, стоншення та ін. неточностей, які виникають при механічній обробці. ЕХО вирішує ці проблеми.

ЕФО і ЕХО в інструментальному виробництві.

Особливе їх застосування ефективно при формотворчих операціях при обробки штампів. Внутрішні їх частини повинні бути зносостійкі і вельми чіткими, тобто без кромek і задирок.

Висновки.

В публікаціях указані порівняльні характеристики привода з КГП та лінійного привода та виявлено підвищення якості обробки складно профільних деталей на верстатах з лінійним приводом. Крім того досягнуто декілька переваг, а саме:

1. Впровадження ЕФО і ЕХО за рахунок закладених в них нових принципів формоутворення на зовсім іншій фізичній основі докорінної зміни в структурі виробництва. У результаті підвищена продуктивність праці в 3 - 10 разів, скорочена ручна праця зняття задирок, особливо у важкодоступних місцях.

2. ЕФО і ЕХО відкривають перед конструкторами і технологами можливість у створенні нових конструкцій деталей, чого не можна було виготовити методами різання. До них відноситься виготовлення монолітних роторів і соплових апаратів, фільтри тонкої очистки, турбін літальних апаратів і високонавантажених конструкцій зі знакозмінними навантаженнями.

Список використаних джерел:

1. Бортник И.М. Верещагин И.П. Вершинин Ю.Н. Электрофизические основы техники высоких напряжений./ И.М. Бортник, И.П. Верещагин, Ю.Н. Вершинин. - Энергоатомиздат, 1993. – 543 с.

2. Попилов Д.Я. Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов: Справочник (2е изд.) / Д. Я. Попилов - М.:Машиностроение, 1982. – 400 с.

3. Носов А. Электроискровая обработка металлов. / Носов А. – ВКИ, 1953. – 360 с.

Воробйова А.О., Маршуба В.П. «Порівняльний аналіз застосування різних видів приводів верстатів з фізико-хімічних методів обробки в умовах ГПХМЗ «ФЕД».

В статті розглянуті можливі електрофізичні, електрохімічні методи обробки на ГПХМЗ «ФЕД» на станках з різними приводами, такими як КГП - привод та лінійний привод. Зроблений акцент на більш ефективну електроіскрову обробку на станках з лінійним приводом.

Ключові слова: електрофізичні методи обробки, електрохімічні методи обробки, електроіскрова обробка, КГП - привод, лінійний привод.

Воробьёва А.А., Маршуба В.П. Сравнительный анализ применения разных видов приводов станков из физико-химических методов обработки в условиях ГПХМЗ «ФЕД».

В статье рассмотрены возможные электрофизические и электрохимические методы обработки на ГПХМЗ «ФЕД» на станках с разными приводами, такими как КГП - привод и линейный привод. Сделан акцент на наиболее эффективную электроискровую обработку на станках с линейным приводом.

Ключевые слова: электрофизические методы обработки, электрохимические методы обработки, электроискровая обработка, КГП - привод, линейный привод.

Vorobyov A.A., Marshuba V.P. «A comparative analysis of application of different types of occasions of machine-tools is from the physical and chemical methods of treatment in the conditions of GPKHMZ «FED».

The article considers the possible electrical and electrochemical methods of treatment for GPHMZ "FED" on machines with different drives, such as ball screws - drive and linear drive. Focuses on the most efficient electric spark machining with linear drive.

Keywords: electrical processing methods, electrochemical methods of treatment, spark erosion, ball screws - drive linear actuator.