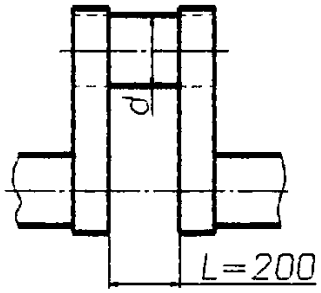
Банк задач Всеукраїнської студентської олімпіади
1-4 квітня 2014 р. м. Донецьк

Завдання з курсу "Металорізальні верстати"

1. Запропонуйте конструктивні варіанти карусельного верстата для обробки тіл обертання з параболічною твірною.

2. Відомо, що супорт токарного верстата є пружною системою з двома ступенями вільності. Опишіть способи, якими можна підвищити точність обробки за рахунок використання цієї властивості. Наведіть пояснюючу схему.

3. Запропонувати схему чистової токарної обробки шатунної шийки колінчастого валу діаметром *d=400…500* мм суднових двигунів (див. рис.).



4. Після токарної обробки циліндричної заготовки у центрах перевірка її геометрії показала наявність бочкоподібності зі збільшенням діаметру на *a*, мм.
Через які елементи технологічної системи відбулося відхилення розмірів. Визначити жорсткість цих елементів, якщо відомо, що P_y = С, Н.

5. Запропонувати конструкцію ділильного механізму зубофрезерного верстата з можливістю компенсації погрішностей виготовлення і зносу його деталей.

6. Запропонуйте конструкцію черв’ячної передачі з вибіркою зазору у зачепленні.

7. Запропонувати конструкцію ділильного механізму зубофрезерного верстата з можливістю компенсації погрішностей виготовлення і зносу його деталей.

8. Вибрати схему вузла шпинделя для токарної обробки поверхонь торців з мінімальною погрішністю від температурних деформацій і визначити теплову деформацію від підвищення температури на 10°С.

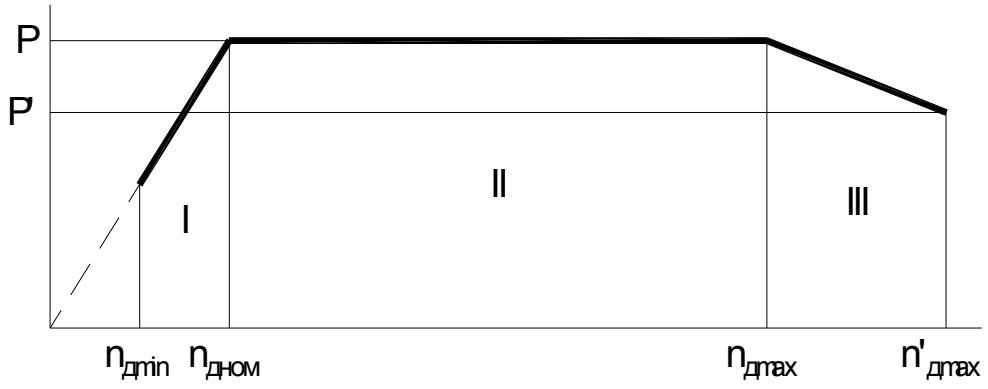
9. Спроектувати кінематичну структуру верстата для фрезерування шліцьових валів методом обкатування черв'ячною фрезою, скласти рівняння кінематичного балансу і розрахункових переміщень кінцевих ланок кінематичних ланцюгів у загальному виді.

Визначити метод одержання виробляючих ліній оброблюваної поверхні і записати клас кінематичної структури верстата.

Зробити аналіз настроювання кожного руху на усі види параметрів і вказати способи настойки кожного параметра.

10. Розробити кінематичну схему приводу головного руху верстата з ЧПК з безступінчастим регулюванням.

Задані:
частоти обертання шпинделя:
мінімальна ..... n_{min}=40 хв$^{-1}$;
мінімальна з використанням повної потужності двигуна
..... n_{Pmin}=250 хв$^{-1}$;
максимальна з використанням повної потужності двигуна
..... n_{Pmax}=2000 хв$^{-1}$;
максимальна
..... n_{max}=3150 хв$^{-1}$;
частоти обертання регульованого електродвигуна:
номінальна
..... $n_{дном}$=1000 хв$^{-1}$;
максимальна з використанням номінальної потужності двигуна
$n_{дmax}$=4000 хв$^{-1}$;
максимальна
..... $n'_{дmax}$=5000 хв$^{-1}$

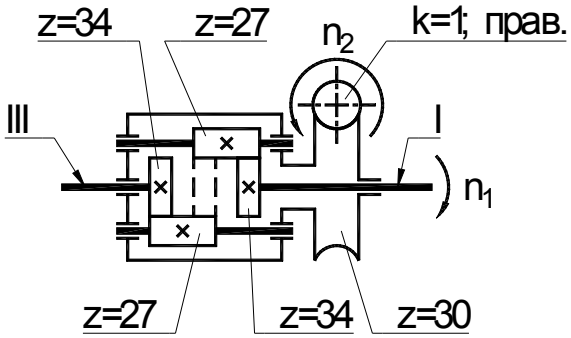


11. Спроектувати кінематичну структуру верстата для обточування круглого зовнішнього конуса гостро-заточувальним різцем, скласти рівняння кінематичного балансу і розрахункових переміщень кінцевих ланок кінематичних ланцюгів у загальному виді.

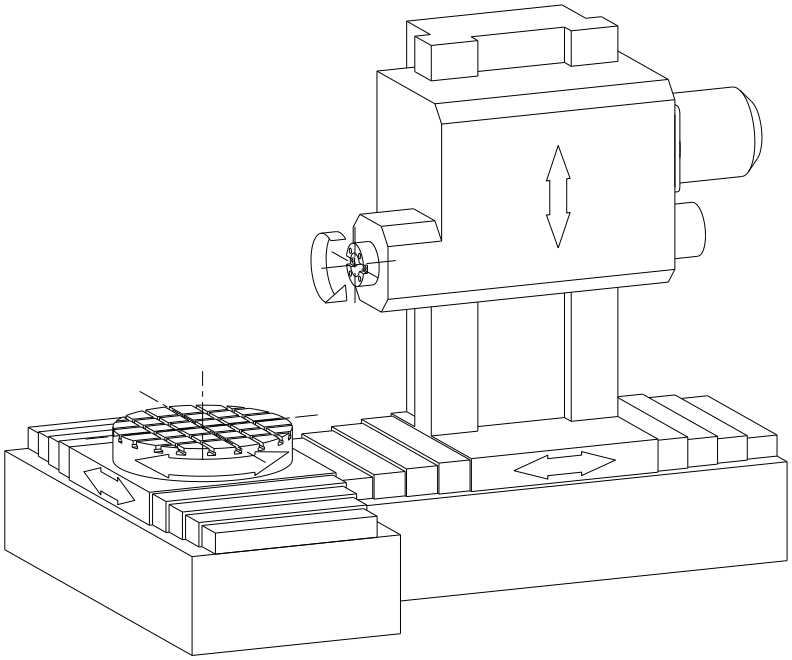
Визначити метод одержання виробляючих ліній оброблюваної поверхні і записати клас кінематичної структури верстата.

Зробити аналіз настроювання кожного руху на усі види параметрів і вказати способи настойки кожного параметра.

12. Визначити частоту обертання валу III диференціалу зубофрезерного верстата (див. схему), якщо вал I обертається з частотою n_1=200 хв$^{-1}$, а черв'як (k=1) — з частотою n_2=0,6 хв$^{-1}$ в напрямках, позначених на схемі. Для валу I напрям обертання позначено так, якщо дивитись на нього від валу III.



13. Побудувати систему координат горизонтально-розточувального верстата з ЧПК з компонувальною схемою, наведеною на рис.

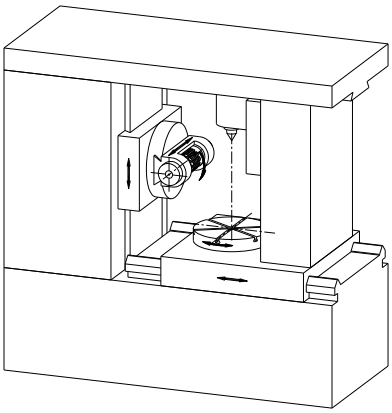


14. Спроектувати кінематичну структуру верстата для нарізування циліндричних коліс із гвинтовим зубом (методом обкату) зуборізним круглим довбяком, скласти рівняння кінематичного балансу і розрахункових переміщень кінцевих ланок кінематичних ланцюгів у загальному виді.

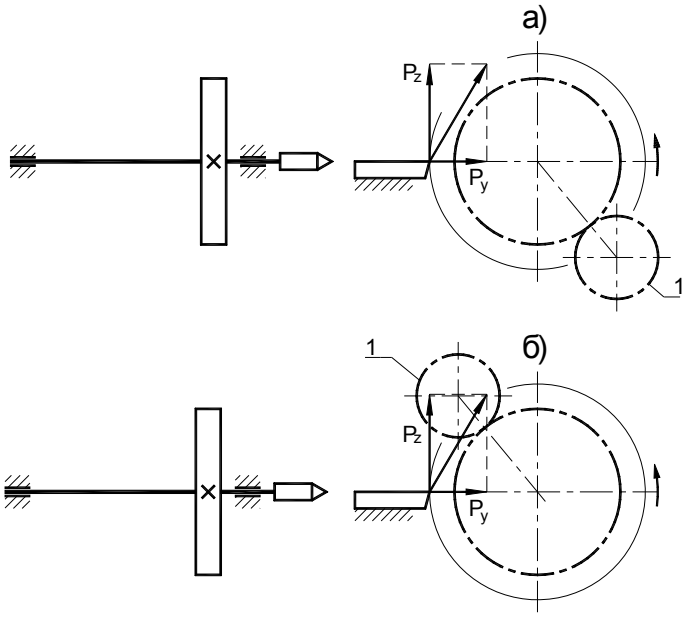
Визначити метод одержання виробляючих ліній оброблюваної поверхні і записати клас кінематичної структури верстата.

Зробити аналіз настроювання кожного руху на усі види параметрів і вказати способи настойки кожного параметра.

15. Побудувати систему координат зубофрезерного верстата з ЧПК та розімкненою кінематикою, компонувальна схема якого зображена на рис.

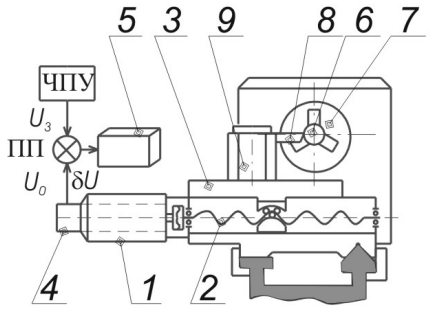


16. Порівняти компонувальні схеми а) та б) розташування привідного колеса 1 шпиндельного вузла токарного верстату. Вказати галузь доцільного використання наведених схем.



Побудувати функціональну та структурну схеми привода верстата (механізму).
За структурною схемою скласти передатну функцію та оцінити сталість приводу.

1.



За вихідну величину заданої системи (ціль управління) необхідно взяти точність формоутворення профілю в процесі різання, що визначається фактичною глибиною різання. Тому як об'єкт, що управляється, в систему треба ввести процес різання в замкненій пружній системі верстата.

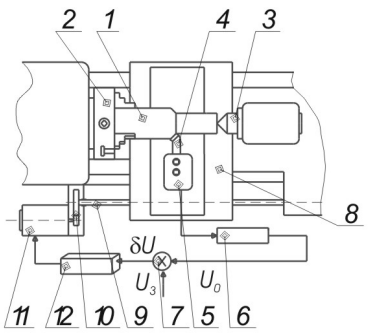
Токарний верстат з ЧПУ призначений для обробки різноманітних фасонних поверхонь деталей типу тіл обертання. Точність і продуктивність верстатів з ЧПУ значною мірою залежить від точності і швидкодії приводів подачі формоутворюючих рухів. Для підвищення точності обробки застосовують замкнені системи-автоматичного управління приводами таких рухів.

Привід (рис.) складається з високомоментного двигуна 1 постійного струму, зв'язаного муфтою з ходовим гвинтом 2 кулькової гвинтової пари переміщення поперечного супорта 3 верстата. На валу двигуна 1 розміщений вимірювальний прилад 4 кута повороту. Двигун живиться від тиристорного або транзисторного перетворювача 5, що управляється, і складає разом з ним комплектний електропривод. Деталь 6 встановлено в патрон 7 верстата і обточується різцем 8, закріпленим в револьверній головці 9 поперечного супорта 3 верстата.

САУ працює таким чином. Сигнал, що виробляється системою ЧПУ, через цифро-аналоговий перетворювач (на рис. не показаний) у вигляді напруги $U_З$ надходить на вхід порівняльного пристосування ПП. На другий вхід ПП надходить сигнал $U_О$ вимірювального приладу 4 кута повороту. Напруга δU помилки впливає на перетворювач 5, що управляється, і двигун 1 обертається в напрямку зменшення помилки. Поперечний супорт 3 разом із різцем 8 переміщається, формуючи на деталі заданий профіль згідно з програмою пристрою ЧПУ.

Параметри елементів САУ						Параметри процесу різання				Еквівалентна пружна система (ЕПС)		
Перетворювач		Двигун			Вимір. прилад кута							
$k_{тп}$	$T_{тп}$, с	$k_Д$, рад/сВ	$T_Я$, с	$T_М$, с	$k_{пк}$, В/град	$T_Р$, с	$V_О$, м/хв	k	$H_О$, мм	$\omega_О$, рад/с	ζ	c, Н/м

2.



1. Коефіцієнт підсилення електронного підсилювача 6 взяти 50, постійною часу знехтувати.
2. Поздовжня подача – 0.17 мм/об.
3. Коефіцієнт и показники степеня у силових залежностях: $Cp = 3000$, $x_p = 0.9$, $y_p = 0.65$, $n = -0.1$.

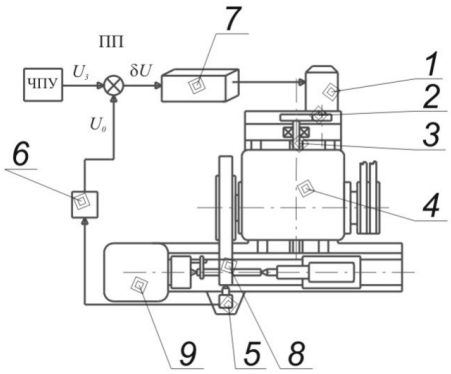
Привод призначений для стабілізації , або управління силою різання при точінні шляхом регулювання поздовжньої подачі.

Деталь 1 встановлено в патрон 2 та задній центр 3 токарного верстата, різець 4 закріплено в пристосуванні 5, що виконує функції перетворювача сили різання (наприклад, як таке пристосування можна використовувати тензометричний динамометр УДМ-600). Цей перетворювач через електронний підсилювач 6 підключений до входу порівняльного пристосування 7. Рух подачі супорт 8 отримує через ходовий вал 9, коробку подач 10 від регульованого двигуна постійного струму 11. Для живлення двигуна 11 служить підсилювач-перетворювач 12.

Привод працює таким чином. На вхід порівняльного пристосування 7 подається сигнал $U_З$, який відповідає потрібному значенню сили різання, в певному масштабі. На другий вхід пристосування 7 надходить сигнал $U_О$, що виробляється перетворювачем сили різання 5 і підсилювачем 6. Цей сигнал пропорційний реальному значенню сили різання. Помилка $\delta U = U_З – U_О$ надходить на вхід підсилювача-перетворювача 12, який виробляє напругу живлення двигуна 11, що визначає, нарешті, величину поздовжньої подачі так, щоб звести помилку до мінімуму. Таким чином, САУ шляхом управління подачею, що задається, при точінні здійснює стабілізацію сили різання на заданому рівні. Як об'єкт управління в САУ входить процес різання в замкненій технологічній системі верстата.

Параметри елементів САУ							Параметри процесу різання			Еквівалентна пружна система (ЕПС)		
Перетворювач		Двигун			Вимір. прилад сили	Редуктор						
$k_{тп}$	$T_{тп}$, с	$k_д$, рад/сВ	$T_Я$, с	$T_М$, с	$k_{пс}$, В/Н	k_P	T_P, с	$V_О$, м/хв	$H_О$, мм	$\omega_О$, рад/с	ζ	c, Н/м

3.



При врізному шліфуванні необхідно забезпечити управління процесом за рахунок регулювання врізної подачі так, щоб на всіх етапах циклу шліфування фактична швидкість зняття припуску не перевищувала допустимої.

Привод складається з двигуна 1 постійного струму, що кінематично зв'язаний через редуктор 2 з ходовим гвинтом 3 шліфувальної бабки 4. Для вимірювання фактичної швидкості зняття припуску використовується прилад активного контролю безперервної дії, наприклад, індуктивний вимірювальний прилад 5, підключений до диференціючого підсилювача 6. Живлення двигуна 1 здійснюється підсилювачем-перетворювачем 7 (комплектний електропривод, що управляється). Деталь 8 встановлюється в центрах шліфувального верстата і приводиться в обертання від приводу передньої бабки 9.

Привод функціонує таким чином. З пристрою ЧПУ врізної подачі шліфувального верстата через цифро-аналоговий перетворювач (на рис. не показаний) напруга $U_З$, яка відповідає, в певному масштабі, значенню потрібної швидкості зняття припуску, надходить на порівняльне пристосування ПП. Відзначимо, що при постійній ширині шліфування швидкість зняття припуску пропорційна врізній подачі. На другий вхід ПП надходить сигнал від диференціючого підсилювача 6 у вигляді напруги $U_О$, пропорційної фактичній швидкості зняття припуску. Це забезпечується тим, що, сигнал від індуктивного вимірювального приладу 5, пропорційний фактичній глибині різання, при його диференціюванні відповідає фактичній швидкості зняття припуску. Далі сигнал помилки δU через вхід підсилювача-перетворювача 7, що управляється, впливає на двигун 1. В результаті двигун 1 передає шліфувальній бабці 4 врізну подачу, що забезпечує швидкість зняття припуску, яка вимагається певним алгоритмом управління.

Врізна подача $V_в$ перетворюється на фактичну швидкість зняття припуску $V_ф$ в ході реалізації багатопрохідного процесу різання в замкненій технологічній системі верстата. Тут для математичного опису процесу необхідно використати запізнюючий елемент з часом запізнення, рівним часу одного оберту деталі. Проте доведено, що з великим ступенем наближення цей процес спрощено можна описати передатною функцією, що відповідає аперіодичному елементу 1-го порядку:

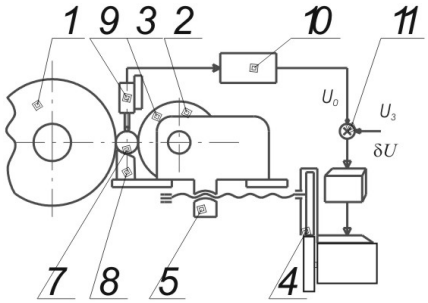
$$\frac{V_Ф(S)}{V_a(S)} = \frac{k_ш}{T_Ш S + 1}$$

де $k_ш$ – коефіцієнт передачі; $T_Ш$ – постійна часу.

Таким чином, при моделюванні процесу шліфування можна подати його в математичній моделі цим елементом. Але треба зауважити, що в цьому випадку всі високочастотні складові реального процесу будуть загублені.

Параметри елементів САУ										Параметри процесу різання	
Перетворювач		Двигун			Диф. підсилювач		Вимір. прилад. переміщ.	Крок гвинт. пари	Редуктор		
$k_{тп}$	$T_{тп}$, с	$k_д$, рад/сВ	$T_Я$, с	$T_М$, с	$k_п$	$T_п$, с	$k_{пп}$, В/мм	$h_{гп}$, мм	$k_Р$	$T_ш$, с	$k_ш$

4.



1. Коефіцієнти і показники степеня у формулі для розрахунку сили різання: $C_p=20$, $x=0.4$, $y=0.8$, $z=0.7$.
2. Задана глибина різання $H_o=0.005$ *мм.*
3. Коефіцієнт передачі електронного підсилювача для вимірювального приладу переміщення 100, постійною часу знехтувати.

САУ призначена для автоматичного регулювання (стабілізації) розміру оброблюваної деталі.

Безцентрово-шліфувальний верстат складається зі шліфувальної бабки зі шліфувальним кругом 1, рухомої бабки 2 з ведучим кругом 3, приводу подачі, що складається з електродвигуна 4, редуктора 5 і гвинтової пари 6. Деталь 7 в зоні обробки базується на похилій поверхні ножа 8 та поверхні ведучого круга 3 і за рахунок нахилу осі останнього їй передається поздовжній рух подачі (перпендикулярно до площини рисунку).

Таким чином, діаметр виробу 7, що шліфується, визначається відстанню між ведучим кругом 3 і шліфувальним кругом 1 на рівні, що визначається ножем 8. Ця відстань в процесі роботи верстата може змінюватися, як в результаті модифікації сили різання чи зносу абразивних кругів, так і під впливом інших факторів.

САУ складається з перетворювача переміщення 9 (наприклад, індуктивного вимірювального приладу переміщення, оснащеного накінцівником з твердого сплаву або алмазу), підсилювача 10, порівняльного пристосування 11 і підсилювача-перетворювача 12. Підсилювач-перетворювач 12 (наприклад, тиристорний або транзисторний) призначений для живлення двигуна постійного струму 4 і складає разом з останнім регульований комплектний електропривод.

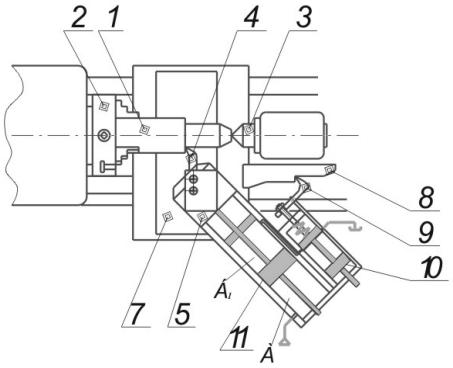
При роботі системи на вхід порівняльного пристосування 11 подається напруга U_3, яка відповідає, в певному масштабі, потрібному розміру деталі 7. На другий вхід пристосування 11 надходить напруга U_Q, пропорційна дійсному розміру деталі 7. Ця напруга виробляється вимірювальним приладом переміщення 9 і підсилювачем 10. Напруга помилки δU через підсилювач-перетворювач 12 впливає на двигун 4, що управляється, який через редуктор 5 і гвинт 6 переміщує рухому бабку 2 в той або інший бік з метою усунення помилки.

Нехай, наприклад, в результаті зношування шліфувального круга або через будь-яку іншу причину діаметр виробу, що шліфується, став перевищувати той, що вимагається. В цьому випадку напруга від перетворювача 9 і вихідна напруга електронного підсилювача 10 зменшуються і порушується умова рівноваги системи, тобто помилка збільшується. Двигун 4 переміщає рухому бабку 2 вперед, в напрямку компенсації зменшення діаметра виробу, що шліфується. Якщо діаметр деталі зменшився, то система автоматично діє у протилежний бік, стабілізуючи потрібний розмір.

Оскільки сигнал зворотного зв'язку надходить з оброблюваної деталі в процесі шліфування, то як об'єкт управління в САУ входить процес різання в замкненій технологічній системі верстата.

Параметри елементів САУ							Параметри процесу різання			Еквівалентна пружна система (ЕПС)		
Перетворювач		Двигун			Вимір. прилад перем.	Редуктор						
$k_{тп}$	$T_{тп}$, с	$k_д$, рад/сВ	$T_Я$, с	$T_М$, с	$k_{пп}$, В/мм	k_P	T_P, с	V_O, м/хв	S_O, м/хв	ω_O, рад/с	ζ	с, Н/м

5.



Коефіцієнти і показники степеня силової залежності: $k=1, x_p=0.65, y_p=0.8, n=-0.3$.

Гідравлічні копіювальні прилади, застосовувані на токарних верстатах, призначені для автоматизації процесу обробки складних фасонних поверхонь деталей машин, що мають, як правило, круглий поперечний переріз.

Оброблювану деталь 1 (рис.) встановлено у патрон 2 та задній центр 3 токарного верстата. Різець 4 закріплений у різцетримачі каретки 5, зв'язаної з корпусом циліндра 6, який розташований на напрямних супорта 7. З копіром 8 взаємодіє щуп 9 однокрайкового золотника 10. Порожнини A і A_1 циліндра 6 з'єднані між собою постійним дроселем 11.

При обробці деталі 1 передається обертання для створення швидкості різання, а супорту 7 – рух поздовжньої подачі. Робоча рідина під тиском підводиться в порожнину A циліндра і через постійний дросель 11 витікає у порожнину A_1, звідки через щілину золотника 10 – на злив. Зі схеми видно, що тиск в порожнині A_1 визначається відкриттям щілини золотника 10 і гідравлічною провідністю постійного дроселя 11.

В нейтральному положенні (при нерухомому гідравлічному супорті) тиски у порожнинах A і A_1 такі, що підтримується рівновага гідроциліндра:

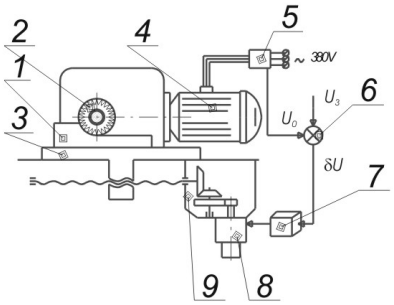
$$p_A \cdot F_A = p_{A1} \cdot F_{A1}.$$

При русі щупа 9 по копіру 8 змінюється осьове відкриття золотника 10, а, отже, і тиск у порожнині A_1. Гідроциліндр 6 переміщається і переміщує корпус золотника 10. Це переміщення відбувається доти, доки знов не встановиться рівноважний стан. Таким чином, гідроциліндр 6 з різцем 4 стежить за переміщенням щупа, яке, в свою чергу, визначається профілем копіра. На заготовці формується потрібна поверхня.

В САУ гідравлічним супортом як об'єкт, що управляється, входить процес різання в замкненій технологічній системі.

Параметри елементів САУ			Параметри процесу різання					Еквівалентна пружна система (ЕПС)		
Гідропідсилювач		Гідроциліндр								
$\kappa_г$, мм^2/с	$T_г$, с	$F_{ги}$, см^2	T_P, с	V_O, м/хв	C_P	S_O, мм/об	H_O, мм	ω_O, рад/с	ζ	с, Н/м

6.



1. Коефіцієнт і показник степеня у залежності для розрахунку сили різання *Ср=1000, k=0.25*.
2. Ширина фрезерування *В=50 мм*.
3. Режими різання для лінеаризації H_o*=6 мм*, S_{Z0} *=0.035 мм/зуб*.
4. Коефіцієнт передачі редуктора подачі $k_{рп}$*=0.012*, крок гвинтової пари 6 мм, передатне відношення коробки головного руху *i*=4.
5. Коефіцієнт передачі струмового перетворювача $k_{тп}$*=O.55 В/А*.

Точність фрезерування і якість обробленої поверхні (шорсткість, глибина дефектного шару тощо), як правило, визначаються силою різання. Сила різання при фрезеруванні залежить як від режимів обробки, геометрії інструмента, матеріалу заготовки тощо, так і від випадкових факторів: коливання припуску, твердості і т. ін. Отже, при постійних режимах фрезерування не можна забезпечити стабільності найважливішого параметра процесу – сили різання.

Призначенням САУ подачею при фрезеруванні є стабілізація сили різання або модифікація її за заздалегідь заданим законом згідно з сигналом управління за рахунок регулювання подачі. В результаті підвищується точність і якість обробки.

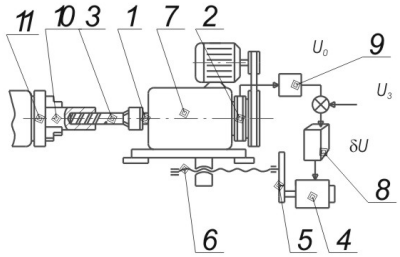
Таким чином, САУ здійснює управління процесом різання, котрий відбувається в технологічній системі верстата, яка складається з деталі 1, інструмента 2, стола 3 (рис.). Головний рух утворюється двигуном 4, в ланцюг живлення якого ввімкнений перетворювач струму (струмовий трансформатор) 5. Привод подачі складається з порівняльного пристосування 6, підсилювача-перетворювача 7 комплектного електроприводу, двигуна постійного струму 8 і коробки подач 9.

Момент двигуна 4 головного руху пропорційний моменту різання і визначає струм в ланцюзі живлення від мережі ~ 380 V. Отже, перетворювач струму 5, ввімкнений в ланцюг живлення двигуна 4, виробляє сигнал, пропорційний моменту, а отже і силі різання. Цей сигнал U_O надходить на вхід порівняльного пристосування 6, де порівнюється з сигналом U_3, що задає, пропорційним в певному масштабі заданій силі різання.

Сигнал у вигляді напруги δU, що утворився в результаті порівняння, надходить на вхід підсилювача-перетворювача 7 комплектного електроприводу і викликає модифікацію напруги живлення електродвигуна постійного струму 8, а отже і подачі стола 3. Подача змінюється (збільшується або зменшується) в бік зменшення сигналу помилки. Таким чином САУ стабілізує силу різання на заданому рівні. В САУ як об'єкт, що управляється, входить процес різання в замкненій технологічній системі.

Параметри елементів САУ							Параметри процесу різання			Еквівалентна пружна система (ЕПС)		
Ел. двигун головного руху		Двигун подачі			Підсил. перетворювач			Фреза				
$k_{ед}$, А/Нм	$T_{ед}$, с	$k_д$, рад/сВ	$T_Я$, с	$T_М$, с	$k_{пп}$	$T_{пп}$, с	$T_Р$, с	*D*, мм	Z	ω_o, рад/с	ζ	с, Н/м

7.



При свердлінні модифікація умов обробки зумовлена варіаціями фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, затупленням свердла і, особливо, збільшенням поточної глибини свердлування. Тому для оптимального управління режимом обробки верстат необхідно оснастити системою автоматичного управління, наприклад, осьовою подачею за моментом на свердлі.

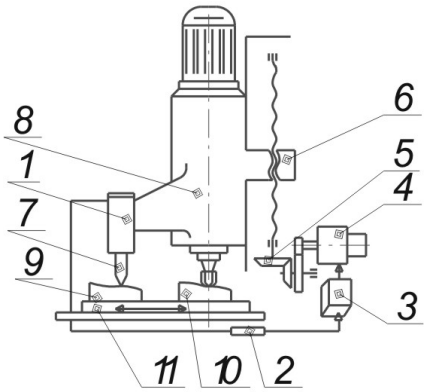
На свердлувальному шпинделі 1 силової головки встановлений вимірювальний прилад моменту 2, що виробляє сигнал у вигляді напруги, пропорційній діючому моменту на свердлі 3 (рис.). Двигун 4 постійного струму через редуктор 5 і ходовий гвинт 6 передає головці 7 рух осьової подачі. Для управління двигуном 4 використовується підсилювач-перетворювач 8, що управляється, на вхід якого впливає сигнал, пропорційний похибці $\delta U = U_З - U_o$, де $U_З$ – задана напруга на вході САУ, відповідна потрібному моменту в певному масштабі, U_o – напруга на виході підсилювача 9, пропорційна діючому моменту різання. Деталь 10 встановлюється в патрон верстата і при свердлуванні їй передається обертання від привідного двигуна (на рисунку не показаний).

При розрахунках САУ необхідно враховувати, що управляється об'єкт, яким е процес свердлування і який рекомендується описувати математичною моделлю, виходячи з динамічної моделі, показаної на рис. . Через динамічні властивості такої моделі фактична подача $V_ф$ буде відрізнятися від заданої двигуном $V_З$ у перехідних режимах роботи.

У динамічній моделі використані наступні позначення: m – маса, c – жорсткість, λ – коефіцієнт в'язкого тертя силової головки, *ПС* – процес свердлування, P_o - осьова сила різання, M – момент свердлування.

Параметри елементів САУ						Параметри процесу різання				Еквівалентна пружна система (ЕПС)		
Перетворювач		Двигун			Вимір. прилад моменту							
$k_{пп}$	$T_{пп}$, с	$k_д$, рад/сВ	$T_Я$, с	T_M, с	$k_{пм}$, В/Нм	T_P, с	V_O, м/с	S_O, мм/об	Ø, мм	m, кг	λ, кг/с	с, Н/м

8.



1. Коефіцієнт і показники степеня в залежності для розрахунку сили різання:
Ср = 1200, k = 0.27, μ = 0.07.
2. Кількість зубців фрези $z = 12$.
3. Коефіцієнт передачі електронного підсилювача $k_{en} = 60$, постійною часу знехтувати.
4. Крок гвинтової пари 12 мм.

Копіювальний фрезерний верстат призначений для обробки складних поверхонь деталей машин по копіру.

Привод копіювального фрезерного верстата складається з перетворювача переміщення 1, електронного підсилювача 2, підсилювача-перетворювача 3 комплектного електроприводу з двигуном постійного струму 4. Двигун 4 кінематично зв'язаний через редуктор 5 і гвинтову пару 6 з фрезерною бабкою 8. Перетворювач переміщення 1 має щуп 7 і закріплений на фрезерній бабці 8. Копір 9 і оброблювана деталь 10 встановлені на столі 11, якому передається рух подачі, що задає, від окремого приводу.

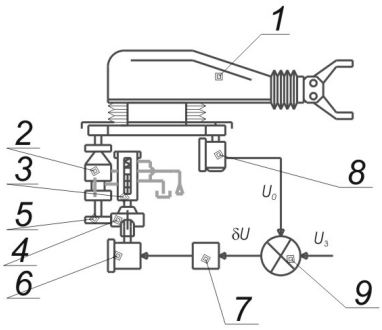
При ввімкненні приводу подачі, що задає, щуп 7 перетворювача 1 взаємодіє з профілем копіра 9 і виробляє сигнал у вигляді напруги, пропорційно відхиленню щупа. Ця напруга через електронний підсилювач 2 надходить на вхід підсилювача-перетворювача 3 комплектного регульованого електроприводу і спричинює обертання двигуна постійного струму 4. Двигун 4 через редуктор 5 і гвинтову пару 6 викликає зміщення фрезерної бабки 8 в бік зменшення помилки. Корпус перетворювача переміщення 1 закріплений на фрезерній бабці, чим забезпечений негативний зворотний зв'язок САУ.

В процесі функціонування САУ фреза буде повторювати (простежувати) переміщення щупа 7, взаємодіючого з копіром 9, і формувати таким чином потрібний профіль деталі.

Оскільки завданням системи є формування потрібного профілю деталі, який утворюється шляхом зняття стружки, то як об'єкт, що управляється, в САУ входить процес різання в замкненій пружній технологічній системі.

Параметри елементів САУ							Параметри процесу різання			Еквівалентна пружна система (ЕПС)		
Перетворювач		Двигун			Вимір. прилад перем.	Редуктор						
$k_{пп}$	$T_{пп}$, с	$k_д$, рад/сВ	$T_Я$, с	T_M, с	$k_{пп}$, В/мм	k_P	T_P, с	H_O, мм	$(S_Z)_O$, мм/зуб	ω_O, рад/с	ζ	с, Н/м

9.



Промисловий робот є автоматичним пристосуванням, що має принципову універсальність (багатофункціональність) щодо механічних дій та алгоритмів взаємодії з зовнішнім середовищем, аж до прояву штучного інтелекту.

Робот функціонує без безпосередньої участі людини і залежно від виконуваних функцій, повинен забезпечувати точність, швидкодію і оперативне переналагодження, які потрібні гнучкому виробництву. Тому основним видом приводів виконавчих механізмів промислових роботів є замкнені гідравлічні, електромеханічні або електрогідравлічні системи.

Прийняти коефіцієнт передачі редуктора від гідродвигуна до робочого органу 0.25, від робочого органу до вимірювального приладу кута 4.

Привод (рис.) повороту робочого органу 1 робота складається з гідравлічного двигуна 2, гідравлічного підсилювача 3 і електричної частини. Функції гідравлічного підсилювача 3 виконує чотирикрайковий золотник, з плунжером якого взаємодіє шестірня 4, що зачіплюється з шестірнею 5 гідравлічного двигуна 2. Електродвигун 6, що управляється, виконує функції пристосування, що задає, і живиться від підсилювача 7. Його вал зв'язаний з гвинтом, що складають з шестірнею 4 гвинтову пару. До складу привода входить також перетворювач (вимірювальний прилад) кута 8 і порівняльне пристосування 9. При роботі приводу на вхід пристосування 9, що порівнює, надходить сигнал у вигляді напруги U_3, що виробляється пристосуванням управління за командою від ЕОМ. Порівняльне пристосування 9 виробляє сигнал помилки $\delta U=U_3 - U_O$, де U_O – напруга перетворювача кута 8, пропорційна фактичному куту повороту робочого органу 1. Сигнал помилки через підсилювач 7 викликає обертання двигуна 6. У вихідному стані гідравлічний підсилювач 3 знаходиться в нейтральному положенні і гідравлічний двигун 2 не обертається. Поворот вихідного вала двигуна 6 спричинює зміщення шестірні 4 у вертикальному напрямку, оскільки вона зв'язана з шестірнею 5, що в цей момент часу нерухома. Шестірня 4 переміщує плунжер золотника 3 з нейтрального положення. Гідравлічний двигун 2 починає обертатися, повертаючи робочий орган 1, шестірню 5 і вал перетворювача кута 8. Поворот шестірні 5 викликає обертання шестірні 4 і переміщення її разом з підпружиненим плунжером золотника 3 по гвинту двигуна 6 в бік відновлення рівноваги. Так діє місцевий зворотний зв'язок, організований зчепленням зубчастих коліс 5 і 4.

Крім того, поворот перетворювача 8 викликає модифікацію напруги U_O так, що помилка з виходу порівняльного пристосування зменшується. Так функціонує головний зворотний зв'язок всієї системи. В результаті робочий орган 1 буде повертатися доти, доки не займе наріжне положення, згідно до сигналу, що задає.

Параметри елементів САУ										
Підсилювач	Двигун		Гідропідсилювач		Гідродвигун		Вимір. прилад куту	Крок гвинт. пари	Шестірні	
$k_п$	$k_д$, рад/сВ	$T_д$, с	$k_г$, мм^2/с	$T_г$, с	$k_{гд}$, об/мм^3	$T_{гд}$, с	$k_{пк}$, В/рад	$h_{гп}$, мм	Z_5	Z_4

Література:

1. Петраков Ю.В. Теорія автоматичного управління у металообробці.–К.: ІЗМН, 1998. –212 с.
2. Петраков Ю.В., Мельничук П.П. Автоматизація технологічних процесів у машинобудуванні засобами мікропроцесорної техніки. –Житомир: ЖІТІ, 2001. – 194 с.
3. Петраков Ю.В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням: Навчальний посібник. –К.: УкрНДІАТ, 2004. –383 с.