

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА

Вступ. Для підвищення продуктивності обробки на металообробних верстатах застосовуються електромеханічні системи автоматизації, що керують швидкостями електроприводів подачі [1]. Оскільки у системах стабілізації потужності в умовах зміни глибини і ширини обробки, стану інструменту відбувається зміна в широких межах коефіцієнта підсилення ланки системи, що представляє об'єкт керування, то для забезпечення стійкості систем і потрібної якості перехідних процесів застосовуються достатньо складні за технічною реалізацією адаптивні, нейронні і нечіткі регулятори [1, 2, 3]. У сучасних ринкових умовах на підприємствах часто використовуються металообробні верстати з невисоким рівнем автоматизації і відповідно невисокою ціною, яку не доцільно збільшувати за рахунок застосування складних регуляторів. Для цих верстатів актуальною є розробка достатньо простого і не коштовного регулятора для стабілізації потужності обробки, що забезпечить підвищення продуктивності верстата при задовільних статичних і динамічних характеристиках системи керування.

Постановка задач дослідження. Мета роботи – удосконалення електромеханічної системи стабілізації потужності обробки фрезерного верстата шляхом розробки простого з точки зору технічної реалізації регулятора, що забезпечує високу точність регулювання в усталених режимах і добру якість перехідних процесів в умовах зміни коефіцієнта передачі об'єкта керування.

Матеріали дослідження. До складу автоматизованої електромеханічної системи стабілізації потужності обробки фрезерного верстата (рис. 1) входять регулятор Р, електропривод подачі ЕПП, процес обробки ПО, двигун головного руху і датчик його активної потужності ДД. ЕПП виконано за системою перетворювач – двигун постійного струму з передаточним механізмом, що містить редуктор і передачу гвинт-гайка, з коефіцієнтом $K_{ПМ}$. ПО подано блоком ділення і нелінійною ланкою, що відтворюють залежність потужності обробки від швидкості подачі S , частоти обертання фрези n , кількості її зубів z і глибини обробки t_p відповідно до емпіричних формул [4]. Динамічні ланки враховують передаточні функції процесу обробки, асинхронного двигуна головного руху і датчика його активної потужності зі сталими часу $T_p, T_d, T_{дп}$ відповідно.

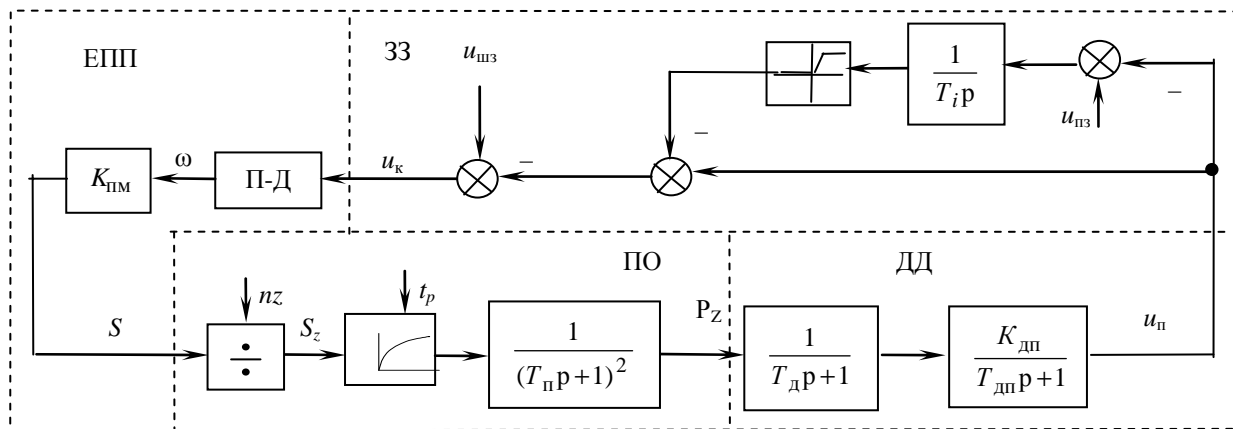


Рис. 1. Структурна схема системи стабілізації потужності обробки

Якщо регулятор містить ланцюг класичного нелінійного зворотного зв'язку за потужністю обробки [1], у якому сигнал $u_{пз}$ визначає задане значення потужності, а сигнал $u_{шз}$ – максимальне значення швидкості подачі при поточному значенні потужності, меншому за задане, то при одиничному коефіцієнті підсилення зворотного зв'язку статична характеристика лінеаризованої замкнутої системи описується рівнянням

$$P_z = \frac{(u_{шз} + u_{пз})K_{еп}K_{п}}{1 + K_{дп}K_{еп}K_{п}}$$

де $K_{еп}, K_{п}, K_{дп}$ – коефіцієнти передачі електропривода подачі, процесу обробки, датчика потужності відповідно.

Система, яка містить тільки вказані ланки є статичною. Додатна статична похибка, яка виникає при збільшенні припуску, що знімається, є великою. Її можна зменшити збільшенням коефіцієнта підсилення зворотного зв'язку. Забезпечення високої точності стабілізації потужності обробки потребує суттєвого збільшення значення цього коефіцієнта, що призводить до погіршення якості перехідних процесів і при певних значеннях припуску система втрачає стійкість. Застосування достатньо складних корегувальних пристроїв забезпечує

стійкість системи, проте, вона залишається статичною. Систему можна зробити астатичною, що видно з наведеного вище виразу. Для цього при збільшенні збурень у вигляді зміни глибини і ширини обробки і відповідно – зміни коефіцієнта $K_{п}$, потрібно зменшити значення потужності відповідним зменшенням сигналу $u_{пз}$.

Суть удосконалення системи, що пропонується, полягає у відмові від застосування корегувальних пристроїв при одиничному значенні коефіцієнта підсилення зворотного зв'язку, за якого система є стійкою при всіх припусках, що знімаються. Для забезпечення в цих умовах високої точності стабілізації потужності різання до складу системи (рис.1) введено ланцюг з інтегруючою ланкою зі сталою часу T_i і суматором, який при зміні основного сигналу зворотного зв'язку забезпечує зміну значення сигналу $u_{пз}$, що визначає задану потужність обробки.

Дослідження роботи розглянутої електромеханічної системи автоматизації легкого фрезерного верстата 6Б75В виконано на моделі, що складена в середовищі Simulink, відповідно структурній схемі (рис.1). Модель електропривода подачі верстата відповідає комплектному електроприводу постійного струму типу ЕШМ1. Розглянуто керування процесом фрезерування кінцевою фрезою з швидкоріжучої сталі заготовки зі сталі, що має три шаблі з різною глибиною різання. Задане значення потужності обробки складає 1,5 кВт. Результати моделювання подані у вигляді графіків (Рис. 2) залежностей швидкості подачі S , потужності різання P_z , глибини різання t_p від часу t . З графіків видно, що при врізанні інструменту в заготовку перерегулювання потужності різання не перевищує 5% від усталеного значення, а в умовах зміни припуску, що знімається, - 17%. В усталеному режимі потужність підтримується на заданому рівні без похибки.

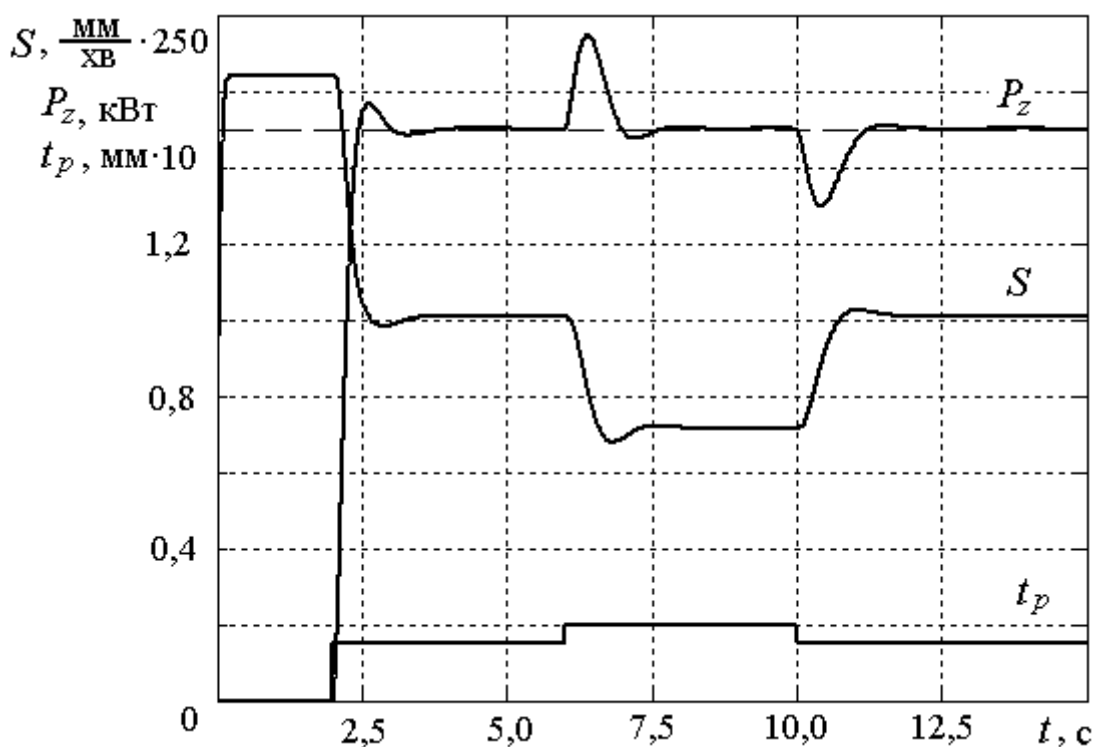


Рис. 2. Графіки процесів у системі стабілізації потужності обробки

Висновки. Проведене дослідження показало, що застосування запропонованого регулятора в електромеханічній системі стабілізації потужності обробки фрезерного верстата забезпечує прийнятну якість перехідних процесів, що виникають при зміні збурень, і стабілізацію потужності в усталених режимах на заданому рівні без похибки. Простота технічної реалізації обумовлює низьку вартість регуляторів, і їх застосування на легких фрезерних верстатах не потребуватиме значних капіталовкладень.

Література

1. Шапарев Н.К. Расчет автоматизированных электроприводов систем управления металлообработкой. – К.: Лыбидь, 1992. – 272 с.
2. Закутний А.С. Методика синтеза нейросетевой системы стабилизации мощности резания // Электромашинобудування та електрообладнання: Міжвід. наук.-техн. збірник. – К.: Техніка. – 2001. – Вип. 56. – С. 10–15.
3. Водичев В.А., Гулый М.В., Мухаммед М.А. Применение фаззи-регулятора в электромеханической системе автоматизации металлообработки // Вісник Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2005. – № 45. – С. 504 - 505.
4. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.