

**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.

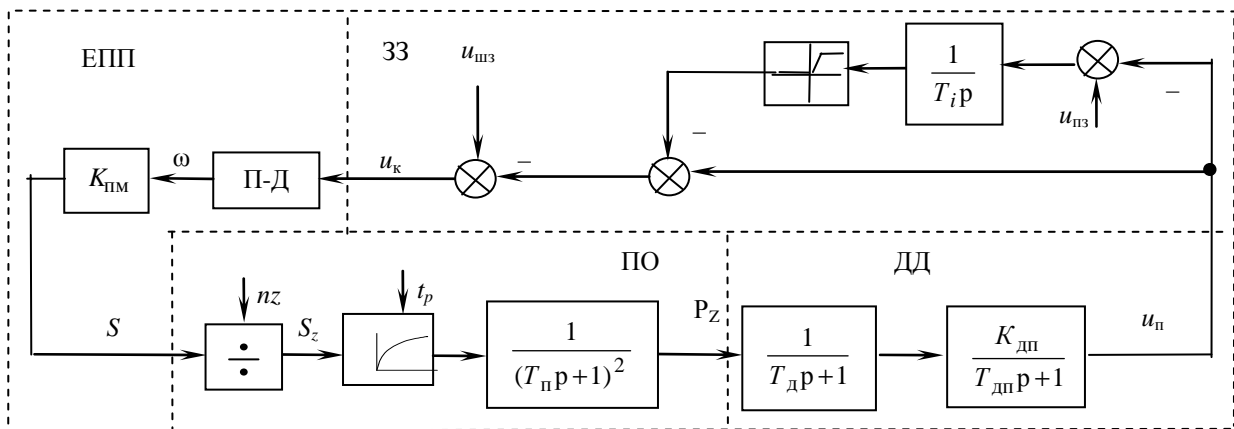


Рис. 1. Структурна схема системи стабілізації потужності обробки

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.

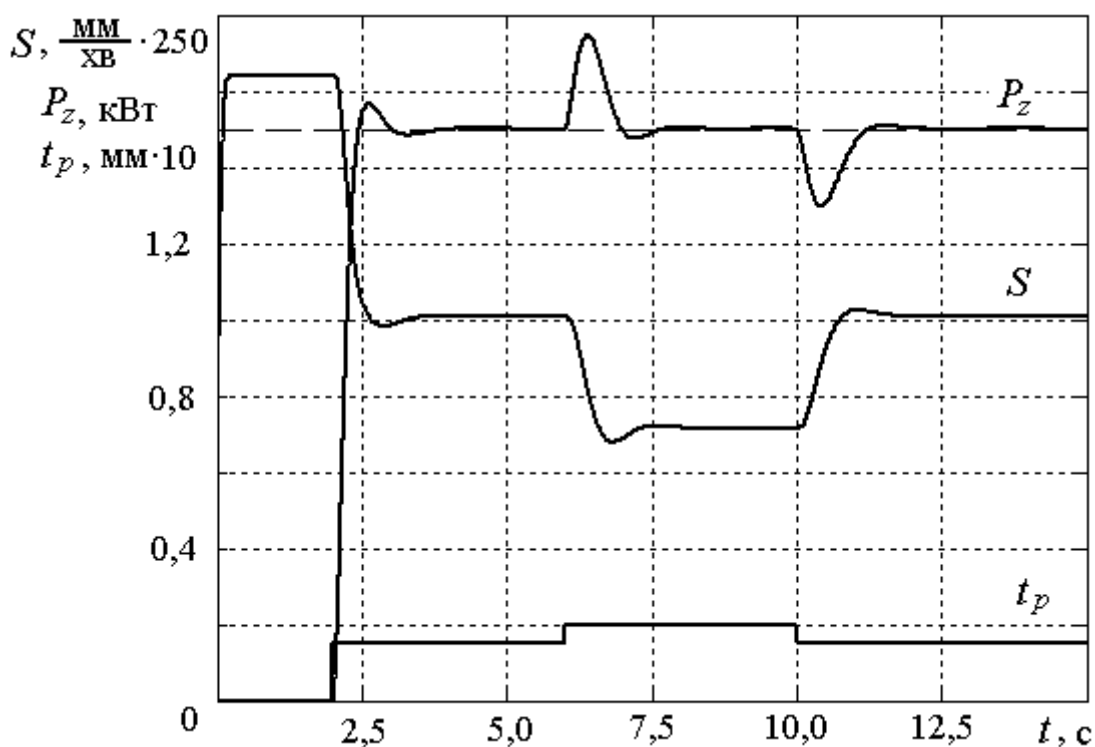


Рис. 2. Графіки процесів у системі стабілізації потужності обробки

**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.