

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ МЕТАЛООБРОБНОГО ВЕРСТАТА

Вступ. Для підвищення ефективності обробки на металообробних верстатах а також при різанні сортового прокату застосовуються електромеханічні системи автоматизації, що керують швидкостями електроприводів робочих рухів [1]. Серед таких систем найкращі показники з точки зору підвищення продуктивності і зменшення питомого енергоспоживання фрезерних верстатів мають системи, які забезпечують стабілізацію потужності обробки при взаємозв'язаному керуванні електроприводами головного руху і руху подачі [2]. При наявності на верстаті електропривода головного руху тільки з механічним регулюванням швидкості стабілізація потужності забезпечується при керуванні електроприводом подачі. Оскільки у системах стабілізації потужності в умовах зміни припуску, що знімається, відбувається зміна в широких межах коефіцієнта підсилення об'єкта керування, то для забезпечення стійкості систем і потрібної якості перехідних процесів застосовуються достатньо складні за технічною реалізацією адаптивні, нейронні і нечіткі регулятори [1, 3, 4]. У сучасних умовах суттєвим попитом користуються легкі металообробні верстати з невисоким рівнем автоматизації, ціну яких не доцільно збільшувати за рахунок застосування складних регуляторів, в тому числі тих, що потребують застосування програмованих контролерів. Для цих верстатів актуальною є розробка достатньо простого і не коштовного регулятора для стабілізації потужності обробки, що забезпечить задовільні статичні і динамічні характеристики системи керування.

Постановка задач дослідження. Мета роботи – удосконалення автоматизованої електромеханічної системи стабілізації потужності обробки металообробного верстата шляхом спрощення технічної реалізації регулятора зі збереженням високої точності регулювання в усталених режимах і доброї якості перехідних процесів в умовах зміни коефіцієнта передачі об'єкта керування.

Матеріали дослідження. До складу автоматизованої електромеханічної системи стабілізації потужності обробки легкого фрезерного верстата (рис. 1) входять регулятор Р, електропривод подачі ЕПП і об'єкт керування ОК. ЕПП виконано за системою перетворювач – двигун постійного струму з передаточним механізмом, що містить редуктор і передачу гвинт-гайка, з коефіцієнтом $K_{\text{ем}}$. ОК подано блоком ділення і нелінійною ланкою, що відтворюють залежність потужності обробки від швидкості подачі S , частоти обертання фрези n і глибини обробки t_p відповідно до емпіричних формул [5]. Динамічні ланки в складі ОК враховують передаточні функції процесу обробки, асинхронного двигуна головного руху і датчика його активної потужності зі сталими часу T_n , T_d , $T_{\text{дп}}$ відповідно. Регулятор містить ланцюг класичного нелінійного зворотного зв'язку за потужністю обробки, у якому сигнал $u_{\text{об}}$ визначає задане значення потужності, а сигнал $u_{\text{ем}}$ – максимальне значення швидкості подачі при поточному значенні потужності, меншому за задане.

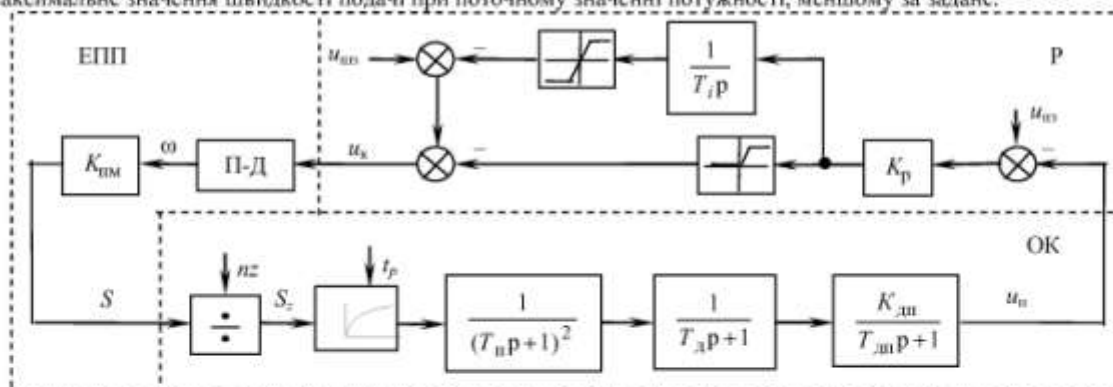


Рис. 1. Структурна схема системи стабілізації потужності обробки

Система, яка містить тільки вказані ланки є статичною. Статична похибка, яка виникає при зміні припуску, що знімається, є додатною і зменшується зі збільшенням коефіцієнта підсилення регулятора K_p . Забезпечення високої точності стабілізації потужності обробки потребує суттєвого збільшення коефіцієнта K_p , 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. Суть удосконалення системи, що пропонується, полягає у відмові від застосування корегувальних пристроїв при збереженні достатнього малого значення коефіцієнта K_p , 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, що визначає максимальну задану швидкість подачі. Можливість впливу на точність стабілізації потужності у цей спосіб впливає з залежності потужності різання P_z в усталеному режимі від сигналів задання $u_{оп}$, $u_{шт}$, яка може бути отримана для лінеаризованої системи, що не містить додаткового ланцюга з інтегратором

$$P_z = \frac{(u_{шт} + u_{оп} K_p) K_{ев} K_{ш}}{1 + K_{шт} K_p K_{ев} K_{ш}}$$

де $K_{ев}$, $K_{ш}$ – коефіцієнти передачі електропривода подачі і процесу обробки.

Звідси видно, що при збільшенні глибини обробки і коефіцієнта $K_{ш}$ можна зменшити значення потужності відповідним зменшенням сигналу $u_{шт}$.

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 комплектованому електроприводу постійного струму типу ЕШМ1. Розглянуто керування процесом фрезерування кінцевою фрезою з швидкорізючої 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 залежностей швидкості подачі S , потужності різання P_z , глибини різання t_p від часу t . З графіків видно, що в умовах зміни припуску, що знімається, перерегулювання потужності різання не перевищує 10% від усталеного значення. В усталеному режимі потужність підтримується на заданому рівні без похибки.

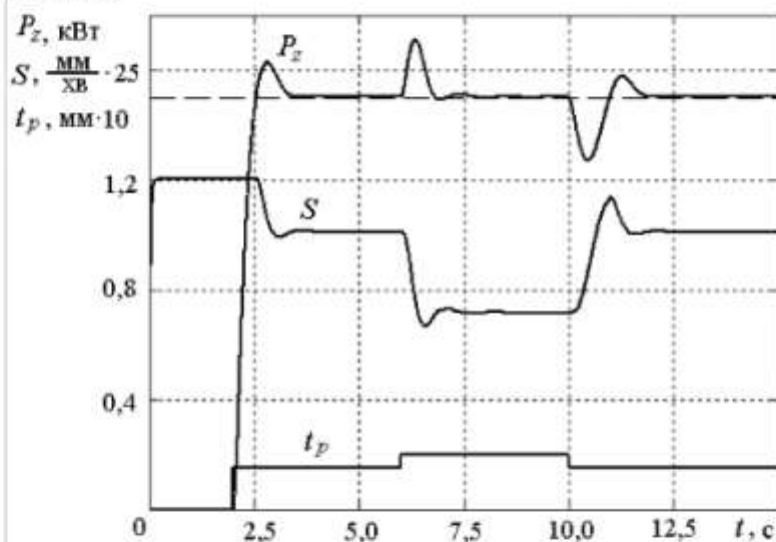


Рис. 2. Графіки процесів у системі стабілізації потужності обробки

Висновки. Проведені дослідження показали, що застосування запропонованого удосконалення електромеханічної системи автоматизації процесу металообробки забезпечує прийнятну якість перехідних процесів, що виникають при зміні збурень, і високу точність стабілізації потужності обробки в усталених режимах. 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. Водичев В.А. Система стабілізації потужності різання фрезерного верстата з взаємозв'язаним керуванням швидкостями робочих рухів // Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси та системи; Науч.-техн. журнал. – Херсон: ХГТУ. – 2003. – №2 (12). – С. 109 - 114.
3. Закутний А.С. Методика синтезу нейросетевих систем стабілізації потужності різання // Електромашинобудування та електрообладнання: Міжвід. наук.-техн. збірник. – К.: Техніка. – 2001. – Вип. 56. – С. 10–15.
4. Водичев В.А., Гулий М.В., Мухаммед М.А. Применение фазы-регулятора в электромеханической системе автоматизации металлообработки // Вісник Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут“. – Харків: НТУ „ХПІ“, 2005. – № 45. – С. 504 - 505.
5. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.