

ВИМОГИ ДО ШВИДКОДІЇ ТА СИНТЕЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВИДОБУВНИМ КОМБАЙНОМ З ВИНЕСЕНОЮ СИСТЕМОЮ ПОДАЧІ

Моногаров Д.А., аспірант, danulo.monoharov@donntu.edu.ua

Поцєпаєв В.В., к.т.н, доцент, valerii.potsepaiev@donntu.edu.ua

Ткаченко О.І., магістрант, oleh.tkachenko.kita@donntu.edu.ua

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Система автоматичного керування (САК) видобувним комбайном з винесеною системою подачі (ВСП) має забезпечувати автоматичний режим роботи комбайна. В цьому режимі швидкість подачі комбайна автоматично регулюється так, щоб стабілізувати навантаження на виконавчих органах комбайна на рівні номінального навантаження електродвигуна привода виконавчих органів. Таким чином, САК відпрацьовує мінливість опірності вугілля різанню вздовж лави та у перетині руйнованого пласта. Автоматичний режим роботи забезпечує максимальну продуктивність комбайна та усуває необхідність ручного керування швидкістю подачі машиністом комбайна. Функціональна схема САК представлена на рис.1.

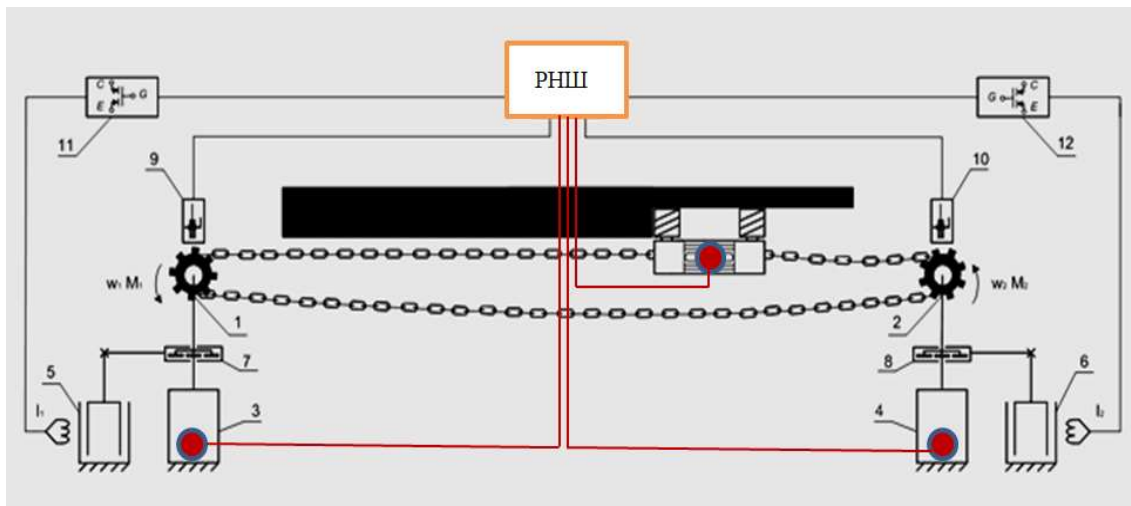


Рис.1. – Функціональна схема САК комбайном з ВСП

Забезпечення автоматичного режиму здійснюється двоконтурним регулятором навантаження на швидкості (РНШ) [3]. Внутрішній підлеглий контур забезпечує жорстку форму механічних характеристик винесеного привода подачі, в напрямку якого рухається комбайн (лівий на схемі). Варіатором швидкості в приводах є електромагнітне гальмо ковзання 5,6. Зовнішній контур стабілізації навантаження на виконавчих органах задає уставку по швидкості подачі підлеглому контуру стабілізації швидкості в залежності від навантаження на виконавчих органах комбайна.

Проблемою є визначення необхідної достатньої швидкодії обох контурів регулювання (часу регулювання), при якій забезпечується відпрацювання збурень по опірності різанню та усунення перекидання електродвигуна виконавчих органів.

Вирішення вказаної проблеми є складним завданням через високу складність системи, що розглядається. Її вирішення може бути виконано математичним моделюванням, для чого використовується математична модель системи [1,2], за якою побудовано Simulink модель, наведена на рис. 2.

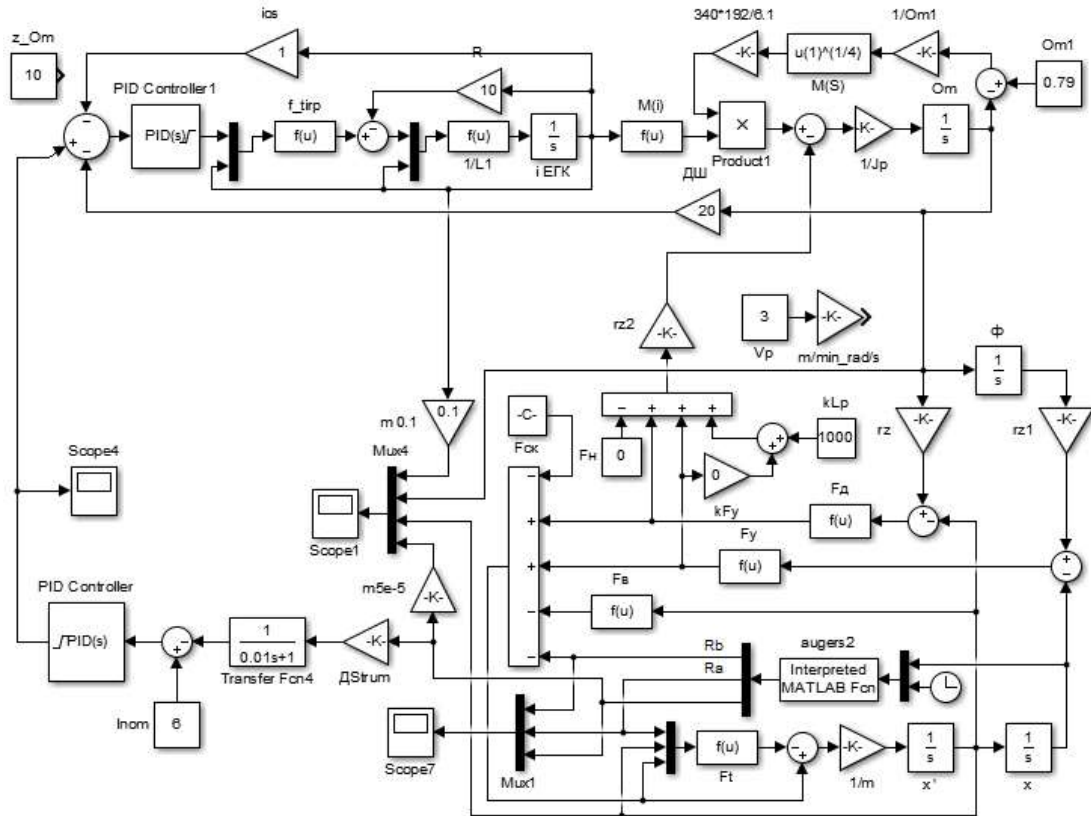


Рис.2. – Simulink модель САК комбайном з винесеною системою подачі

Верхня частина наведеної моделі відтворює систему стабілізації швидкості одного (лівого на функціональній схемі) привода подачі, який керує швидкістю подачі комбайна. Для стабілізації швидкості тут використовується ПД регулятор, який моделює блок PID Controller1. Завдання по кутовій швидкості для привода подачі надходить від І регулятора навантаження привода виконавчих органів, який моделює блок PID Controller. Виходом моделі привода подачі є його кутова швидкість, що обчислюється на виході інтегратора Om. Момент навантаження привода подачі формується на виході блока rz2 (радіус зірки привода), на який подається сума всіх сил, що діє на привод подачі.

Нижня частина моделі відтворює рух та динаміку комбайна у робочому режимі. Тут обчислюються всі сили, що діють на комбайн: F_y – пружне зусилля в тяговому ланцюзі, F_d – дисипативна сила в тяговому ланцюзі, F_v – сила спротиву переміщенню верхньої холостої гілки тягового ланцюга, F_t – сила тертя в опорах комбайна, F_{sc} – сила, що скочує. Сили реакції вибою на виконавчих органах – горизонтальні R_b , вертикальні R_a та момент навантаження на шнеках обчислюються програмною функцією `augers2` за переміщенням комбайна.

На рис.3 наведено результати моделювання роботи комбайна в автоматичному режимі при східчастій мінливості опірності вугілля різанню та довжині тягового ланцюга 50 м. На рисунку відображено: червоною лінією – момент навантаження на виконавчих органах у масштабі $1:5e-5$, синьою – кутову швидкість привода подачі у масштабі $1:1$, сірою – миттєву швидкість миттєву комбайна у масштабі $1:1$.

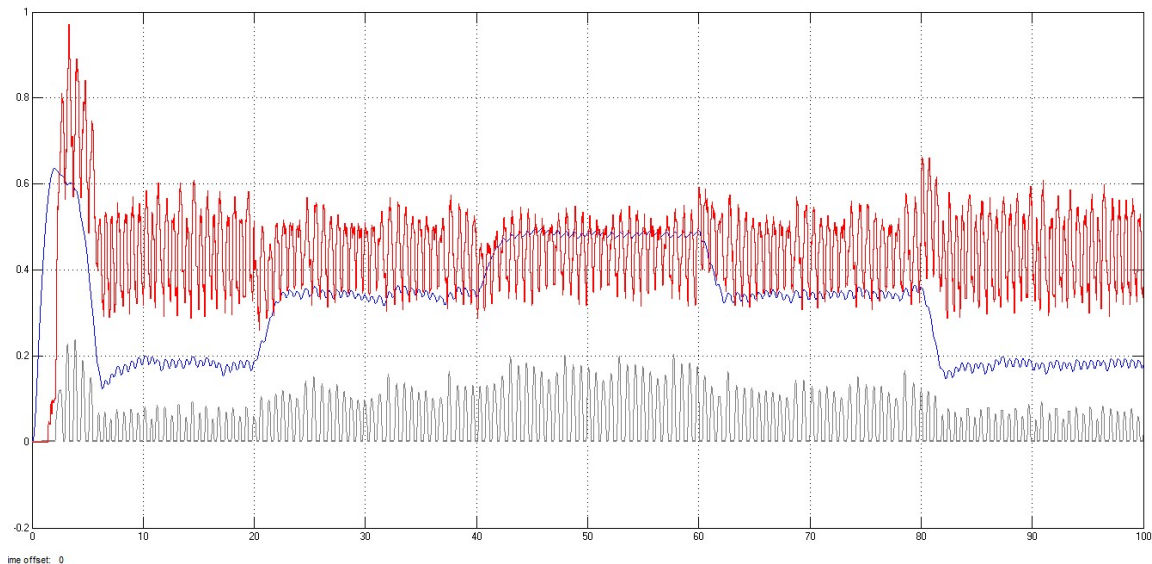


Рис.3 – Автоматичний режим роботи комбайна при мінливій опірності вугілля різанню

Початкова опірність з нульової секунди 350 Н/м, на 20 с зниження до 250 Н/м, на 40 с зниження до 200 Н/м. з 60 с підвищення до 250 Н/м, з 60 с підвищення до 250 Н/м, з 80 с підвищення до 350 Н/м. Наведені результати свідчать, що САК стабілізує середній момент навантаження на виконавчих органах з аперіодичними перехідними процесами та усталені режими без коливань. Не слід приймати наявність биття у системі, що виникають від синхронізації коливаннями моменту на шнеках пульсацій миттєвої швидкості корпусу комбайна, з нестійкою роботою САК [4].

Налаштування параметрів швидкодії, що визначені при дослідженнях, мають наступні значення: в контурі стабілізації швидкості коефіцієнт передачі ПД регулятора 100, коефіцієнт при похідній 30; в контурі стабілізації навантаження коефіцієнт передачі І регулятора 3.

Література

1. Поцепаев В.В. Исследование динамики и выбор рациональных параметров вынесенного привода подачи очистных комбайнов: дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. / Поцепаев В.В. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1985. – 197 с.
2. Кондрахин В.П., Мельник А.А., Косарев В.В., Стадник Н.И., Мезников А.В. Моделирование рабочих режимов вынесенной системы перемещения очистного комбайна, оснащенной частотно-регулируемым приводом// Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-електромеханічна». – 2008. – Вип. №16 (142), с.18 – 27.
3. Поцепаев В.В. Дослідження регулятора навантаження виконавчих органів видобувних комбайнів з винесеною системою подачі/ В.В. Поцепаев // Науковий вісник ДонНТУ. – Покровськ, 2019 № 1-2 2019 с.48-53.
4. Бойко Н.Г. Перемещение очистных комбайнов с гибким тяговым органом/ Бойко Н.Г.// Наукові праці ДонНТУ. Серія: Гірничо-електромеханічна. - 2012. - № 23 (196). - С.11-18.

Анотація

У статті представлено результати синтезу, дослідження та визначення параметрів швидкодії двоконтурного регулятора швидкості подачі та навантаження на виконавчих органах системи автоматичного керування видобувним комбайном з винесеною системою подачі. У винесених приводах системи для регулювання швидкості подачі використовується електромагнітне гальмо ковзання. Синтез, дослідження та параметри швидкодії отримані методом математичного моделювання на розробленій Simulink моделі системи. Продемонстровано ефективну та стійку роботу системи стабілізації навантажень на виконавчих органах при східчастій мінливості опірності різанню вугілля різанню від середнього значення до максимального паспортного.

Ключові слова: Система автоматичного керування, винесена система подачі, синтез, швидкодія, навантаження, видобувний комбайн.

Abstract

The article presents the results of the synthesis, research and determination of the speed parameters of the two-circuit feed speed regulator and the load on the executive bodies of the automatic control system of the mining combine with a remote feed system. In remote drives of the system, an electromagnetic slide brake is used to control the feed rate. Synthesis, research and performance parameters were obtained by mathematical modeling on the developed Simulink model of the system. The efficient and stable operation of the load stabilization system on the executive bodies with stepwise variability of coal cutting resistance from the average value to the maximum passport value has been demonstrated.

Keywords: Automatic control system, remote feeding system, synthesis, speed, loading, mining combine.