

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ З'ЄДНАННЯ МОДУЛІВ МЕЗ НА СТІЙКІСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ БЛОКОВО-МОДУЛЬНОГО МТА

Парахін О.О. асп., Кюрчев С.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуто вплив дроселювання гідроциліндру, який з'єднує енергетичний та технологічний модулі МЕЗ у горизонтальній площині, на стійкість транспортного руху блоково-модульного машинно-тракторного агрегату.

Постановка проблеми. Задля підвищення керованості та стійкості транспортного руху блоково-модульного МТА на основі МЕЗ нами запропоновано уведення гідравлічного демпферного зв'язку в горизонтальній площині між його технологічним (ТМ) та енергетичним (ЕМ) модулями. В роботі [2] на основі використання математичної моделі такого агрегату [1] було оцінено вплив параметрів з'єднання модулів на керованість його транспортного руху. В даній статті аналогічна задача розглядається стосовно стійкості переміщення блоково-модульного МТА.

Методика досліджень. Розглядати цей процес почнемо з аналізу амплітудних і фазових частотних характеристик відпрацювання динамічною системою збурення у вигляді розворотного моменту M_0 [1, система рівнянь (11)]. Загальновідомо, що при відпрацюванні збурення бажані АЧХ системи мають дорівнювати нулю. Якщо цього досягти не можна, то вони повинні бути якомога меншими. Що стосується фазового зсуву (тобто ФЧХ), то при дії збурення він має бути якомога більшим. В ідеалі повинен прямувати до нескінченності.

В першу чергу проаналізуємо, як впливає на стійкість транспортного руху блоково-модульного агрегату коефіцієнт опору гідравлічного дроселя K_m , вмонтованого в гідроциліндр ТМ (рис.1).

Результати. Як виявилось, при зміні його значення від 0 до 10^4 Н·м·с/рад., амплітудні і фазові частотні характеристики динамічної системи при відпрацюванні нею збурювального впливу у вигляді розворотного моменту M_0 практично не змінюються. І лише при подальшому збільшенні K_m відбувається бажане зменшення АЧХ (рис.2).

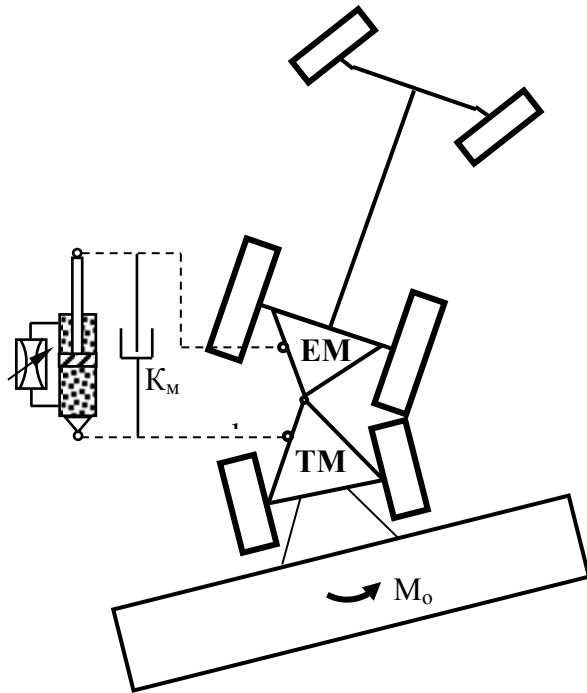


Рис.1 – Схема установки гідравлічного дроселя між модулями МЕЗ

Причому, на частоті $\omega = 10 \text{ с}^{-1}$ ці характеристики мають резонансний пік, який повністю зникає при $K_M = 10^6 \text{ Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}/\text{рад}$. В усьому діапазоні частот амплітудно - частотна характеристика динамічної системи практично постійна і дорівнює при цьому $1 \times 10^{-6} \text{ рад}/\text{Н}\cdot\text{м}$.

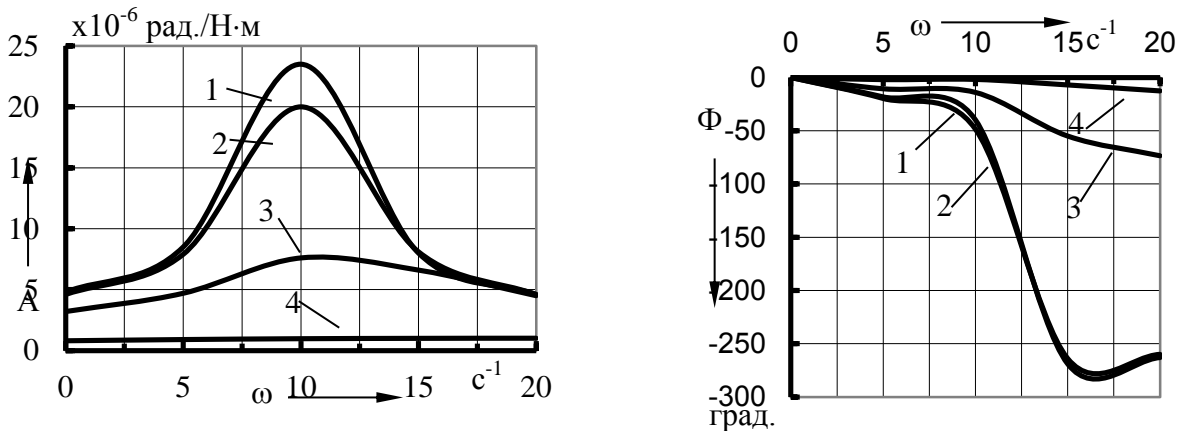


Рис.2 – Амплітудні (A) та фазові (Φ) частотні характеристики кута повороту технологічного модуля при відпрацюванні збурення у вигляді розворотного моменту при різних значеннях коефіцієнту демпфірування K_M ($\text{Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}/\text{рад}$):
 1 – $K_M = 0$; 2 – $K_M = 10^4$; 3 – $K_M = 10^5$; 4 – $K_M = 10^6$

Що стосується фазових частотних характеристик, то вони суттєво відрізняються, коли частота коливань збурювального впливу, що розглядається, (тобто моменту M_0) більша за $7,5 \dots 8,0 \text{ с}^{-1}$ (див. рис.2). За подальшого зростання величини ω ФЧХ зменшуються, що взагалі є явищем небажаним при відпрацюванні будь-якою динамічною системою того чи іншого збурення.

Проте слід мати на увазі, що з точки зору оцінки стійкості руху машинно - тракторного агрегату відтворення ним, як динамічною системою, амплітуди збурення є більш важливим, ніж відтворення фази. Остання, як відомо [3], є мірою запізнення МТА на збурювальний вплив. З урахуванням цього дані

(рис.2) слід сприймати як рекомендацію щодо збільшення коефіцієнту опору дроселя/ дроселів обмежувальних гідроциліндрів технологічного модуля МЕЗ.

При збільшенні швидкості руху блоково-модульного агрегату від 2 до 5 м/с амплітудні частотні характеристики відпрацювання ним збурювального впливу мають резонансний пік, який припадає на частоту 10 с^{-1} . Самі АЧХ динамічної системи змінюються при цьому мало. Особливо при $V_0=3 \text{ м/с}$ і більше. Пояснити цей факт можна інертністю технологічного модуля і навішеного на нього знаряддя, яка при підвищенні швидкості руху машинно-тракторного агрегату проявляється більш ефективно.

В діапазоні частот $0 \dots 10 \text{ с}^{-1}$ фазові частотні характеристики динамічної системи при відпрацюванні нею збурення практично не залежать від швидкісного режиму МТА. Різниця у запізненні його реакції на вхідний вплив з'являється на частотах $10 \dots 20 \text{ с}^{-1}$, а потім знову зникає. У зв'язку з цим можна зробити остаточний висновок про те, що швидкість руху блоково-модульного агрегату практично дуже мало впливає на коливання кута повороту технологічного модуля МЕЗ з навішеним знаряддям під час дії збурення у вигляді розворотного моменту.

Це ж саме можна сказати і стосовно коефіцієнтів опору уводу шин передніх та задніх коліс енергетичного модуля МЕЗ. Інша справа з коефіцієнтом опору уводу шин коліс ТМ (k_c). При його збільшенні від 160 до 210 кН/рад. максимальна значина АЧХ динамічної системи зростає. При подальшому збільшенні k_c вказані характеристики зменшуються. Резонансний пік АЧХ при цьому зміщується в бік більших частот. Фазові частотні характеристики хоча і відрізняються між собою на частотах, більших за 6 с^{-1} , проте ця різниця є незначною.

В кінцевому рахунку можна сказати, установка шин мосту ТМ із загальним коефіцієнтом опору уводу на рівні 260 кН/рад. і більше сприяє зменшенню амплітуди його коливань у горизонтальній площині.

Тепер спробуємо проаналізувати вплив розворотного моменту на динаміку зміни курсового кута енергетичного модуля МЕЗ. Як і у варіанті з ТМ, швидкість руху блоково-модульного МТА практично не впливає на характер відпрацювання енергетичним модулем збурення. Водночас, у порівнянні з технологічним максимальна амплітуда коливань енергетичного модуля МЕЗ менша. Такий результат є цілком логічним, оскільки ЕМ є важчим за ТМ і, до того ж, розворотний момент M_0 діє на нього не безпосередньо.

Саме ця обставина обумовлює незначний вплив коефіцієнтів опору уводу шин коліс переднього і заднього мостів енергетичного модуля на коливання його курсового кута. Водночас, коефіцієнт опору уводу шин коліс ТМ такий вплив здійснює (рис.3).

Хоча, характер зміни амплітудних частотних характеристик якісно (і практично кількісно) такий же, як і при відпрацюванні самим ТМ розворотного моменту. А саме, при $k_c = 210 \text{ кН/рад}$ маємо максимум АЧХ. Резонансний пік їх зміщується у бік більш високих частот коливань збурювального впливу.

Фазові частотні характеристики, які відображають запізнення реакції енергетичного модуля на дію розворотного моменту, відрізняються теж мало. В цілому, як і у попередньому варіанті, можна стверджувати, що установка шин мосту ТМ із загальним коефіцієнтом опору уводу на рівні 260 кН/рад. і більше сприяє зменшенню амплітуди коливань енергетичного модуля у горизонтальній

площині. Найбільш відчутно це при частоті збурення більше за 12 c^{-1} .

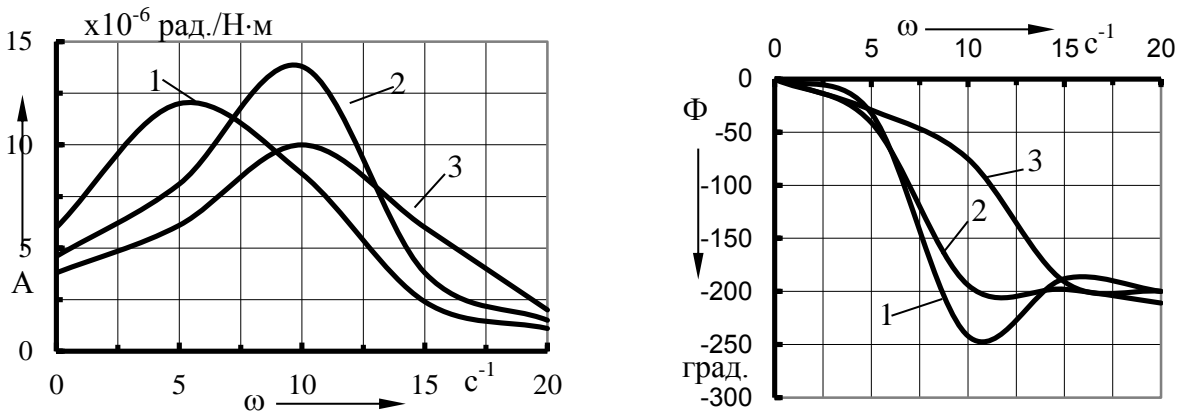


Рис.3 – Амплітудні (A) та фазові (Φ) частотні характеристики кута повороту енергетичного модуля при відпрацюванні збурення у вигляді розворотного моменту при різних значеннях коефіцієнта опору уводу шин коліс ТМ (K_c):
1 – 160 кН/рад.; 2 – 210 кН/рад.; 3 – 260 кН/рад

Так, коли K_M дорівнює 10^6 Н·м·с/рад. , максимальна значення коефіцієнта підсилення збурення такою динамічною системою, якою є машинно-тракторний агрегат, що розглядається, зменшується в 17 разів, а АЧХ не має резонансних піків.

Фазові частотні характеристики МТА при збільшенні значення K_M погіршуються. Але, лише в діапазоні частот коливань збурювального впливу $\omega = 6 \dots 13 \text{ c}^{-1}$ і на величину, яка менша, ніж при відпрацюванні розворотного моменту технологічним модулем.

В даному ж випадку зміна в реакції блоково-модульного агрегату на вхідний вплив відрізняється лише тоді, коли коефіцієнт демпфірування обмежувальних гідравлічних циліндрів технологічного модуля становить не менше 10^6 Н·м·с/рад. Причому, як уже підкреслювалося, лише в діапазоні частот коливань розворотного моменту $6 \dots 13 \text{ c}^{-1}$ (див. рис.4). На частоті $\omega > 13 \text{ c}^{-1}$ ФЧХ динамічної системи взагалі зменшується, що є бажаним з точки зору збереження чи підвищення її стійкості руху у горизонтальній площині проекції.

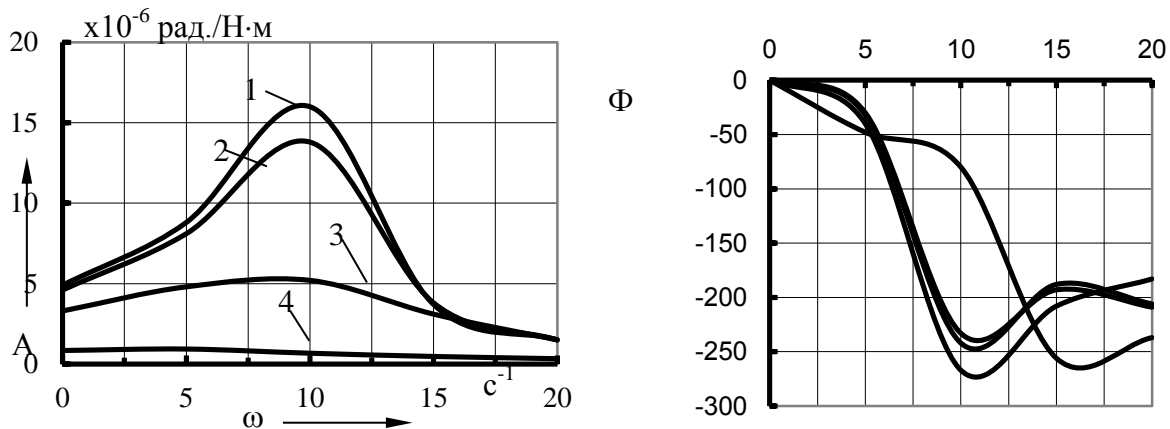


Рис.4 – Амплітудні (A) та фазові (Φ) частотні характеристики кута повороту енергетичного модуля при відпрацюванні збурення у вигляді розворотного моменту при різних значеннях коефіцієнта демпфірування K_M (Н·м·с/рад.):
1 – $K_M = 0$; 2 – $K_M = 10^4$; 3 – $K_M = 10^5$; 4 – $K_M = 10^6$.

Висновки

Характер стійкості руху блоково-модульного агрегату є практично інваріантним по відношенню до коефіцієнтів опору уводу шин переднього та заднього мостів енергетичного модуля МЕЗ.

Найкраща стійкість транспортного руху блоково-модульного агрегату забезпечується тоді, коли коефіцієнт опору уводу шин ТМ становить не менше 260 кН/рад., а коефіцієнт дроселювання його гідроциліндру є більшим або рівним 10^6 Н·м·с/рад.

Список використаних джерел

1. Парахін О.О. Математична модель транспортного руху блоково-модульного руху МТА / О.О.Парахін, В.Т. Надикто, А.М.Аюбов. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2010.- т.7. -Вип.11.
2. Парахін О.О. Дослідження керованості транспортного руху блоково-модульного МТА / О.О.Парахін, В.Т. Надикто. - Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2010.- т.6. - Вип.10.
3. Солодовников В.В. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования / В.В.Солодовников, В.Н. Плотников, А.В.Яковлев.- М.: Машиностроение, 1985.- 536 с.

Аннотация

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОЕДИНЕНИЯ МОДУЛЕЙ МЭС НА УСТОЙЧИВОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО МТА

Парахин О.О., Кюрчев С.В.

Рассмотрено влияние дросселирования гидроцилиндра, который соединяет энергетический и технологический модули МЭС в горизонтальной плоскости, на устойчивость транспортного движения блочно модульного машинно-тракторного агрегата

Abstract

INFLUENCE PARAMETERS CONNECTION MODULES OF MES ON STABILITY OF A TRANSPORT MOVING OF BLOCK-MODULE MTU

O. Parakhin, S. Kyurchev

Influence baffing of hydrocylinder which connects the power and technological modules of MES in a horizontal plane is considered, on stability of a transport motion block of module MTU