

УДК 631.171:636

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИНАМІКИ ПОВОРОТУ ГРЕЙФЕРНИХ МЕХАНІЗМІВ НА ГНУЧКОМУ ПІДВІСІ

Крилов В.В, к.т.н.,

Коломієць С.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-24-36, 42-05-70

Анотація – у роботі виконано аналіз досліджень динаміки повороту грейферних механізмів на гнучкому підвісі і, як результат, наведено залежності, завдяки яким, з метою забезпечення сталості руху грейферного захвату, можна виконувати оптимізацію параметрів механізму повороту грейферного механізму.

Ключові слова – динаміка, поворот, грейферний механізм, гнучкий підвіс.

Постановка проблеми. До числа ефективних засобів, що дозволяють покращити експлуатаційні і техніко-економічні характеристики сільськогосподарських вантажопідйомних машин, відноситься використання гідропривода. Гідроприводи застосовують на різноманітних машинах для виконання різних технологічних операцій.

Основними перевагами гідравлічного об'ємного привода є: мала вага вузлів при передачі значних потужностей, можливість передачі обертання або створення поступально-зворотного або поворотно-зворотного руху без використання складного механічного привода; високі захисні здатності; можливість швидкого й чіткого фіксування робочих органів без наявності спеціальних гальмових систем; можливість одержання безступінчастого регулювання; легкість реверсування передачі [1].

До недоліків гідрооб'ємного привода відносяться наступні фактори: чутливість до низьких температур; більш низькі значення коефіцієнта корисної дії в порівнянні з механічними передачами; вимога високої кваліфікації до обслуговуючого персоналу [1].

Надійність і рентабельність об'ємного гідропривода залежить від правильного вибору принципової схеми, конструктивного її виконання.

На даний час широке застосування на навантажувально-розвантажувальних роботах сільськогосподарського виробництва знаходять гідроманіпулятори, головним елементом яких є грейфер з механізмом повороту відносно вертикальної осі [2]. Механізм повороту грейфера звільняє робітників від виконання важких та небезпечних

операцій з розвороту пачок матеріалу, дозволяє більш повно використовувати корисний об'єм вагонів та забезпечує чітке фіксоване положення захвату вантажу над транспортним засобом.

З матеріалів наукових досліджень відомо, що гнучке кріплення грейфера, у противагу жорсткому, не дозволяє точно спрямувати захват на вантаж та використати напірне зусилля стріли маніпулятора для кращого вкорінення елементів захвату у штабель матеріалу. Відомо також, що якість навантажувально-розвантажувальних робіт (кутова швидкість, тривалість розвороту вантажу, забезпечення чіткого фіксованого положення захвату вантажу над транспортним засобом і т. ін.) в значній мірі залежить від сталості руху грейферного захвату, тобто від параметрів механізму повороту грейферного захвату [2]. Тому, дослідження, спрямовані на отримання залежностей для оптимізації параметрів механізму повороту грейферного механізму на гнучкому підвісі, з урахуванням розвертаємих мас, є актуальними.

Аналіз останніх досліджень. Загальні задачі динаміки підйомно-транспортних машин досліджені досить глибоко й повно. Найбільш значними роботами в цій області є дослідження М.С. Комарова, Б.А.Таубера, Д.П. Волкова, Д.К. Воеводи. У зазначених роботах визначені загальні методи постановки й рішення задач динаміки підйомно-транспортних машин, отримані інженерні методики розрахунку. Однак кінцеві висновки цих робіт справедливі тільки до підйомно-транспортних машин з електромеханічним приводом.

Загальні принципи застосування гідроприводів в різних областях народного господарства розроблені в працях професорів Башта Т.М., Прокоф'єва В.Н., Хаймовича Е.М. Механізми повороту грейферів з гнучким підвісом у літературних джерелах освітлені недостатньо. На сьогоднішній день потребують подальшого вивчення питання динаміки повороту грейферних механізмів на гнучкому підвісі з метою оптимізації параметрів механізму повороту, з урахуванням розвертаємих мас, для забезпечення сталості руху грейферного захвату [1,2].

Формулювання цілей статті. Шляхом аналізу наукових досліджень надати залежності для оптимізації параметрів механізму повороту грейферного захвату з гнучким підвісом, з урахуванням розвертаємих мас, з метою забезпечення сталості його руху.

Основна частина. Необхідно відзначити роботи, присвячені дослідженню механізмів повороту грейферів на гнучкому підвісі.

Особливість механізму, розглянутого в роботі [3] Тимофєєва В.Д., полягає в тому, що його доводиться встановлювати на платформі, підвішеній на канатах.

На платформі встановлений електродвигун, з'єднаний через черв'ячну й зубчасту передачі з конічним колесом. Конічна шестірня жорстко зв'язана із грейфером.

На основі аналізу механічної характеристики автор робить висновки, що в початковій стадії пуску двигуна його момент M_1 є постійним і становить рівняння руху ланок. У другій стадії руху момент M_2 , прикладений до колеса, змінюється відповідно до рівності

$$M_2 = a - v \cdot \dot{\varphi}, \quad (1)$$

де a, v - коефіцієнти;

$\dot{\varphi}$ - кутова швидкість рухомої ланки.

За результатами досліджень Тимофєєва В. Д. [4] виявлено коливальний характер руху системи. Слід зазначити, що отримані для пускового режиму електродвигуна рівняння руху траверси, вантажу й зубчастого колеса громіздкі й складні. Рівняння, що відносяться до пускового режиму, не можуть визначити характер і параметри руху вантажу при розвороті. Теоретичним дослідженням механізму повороту на гнучкому підвісі присвячена робота [5] Кіреєва В.С.

При аналізі руху траверси при розгоні електродвигуна складено диференціальне рівняння, з якого визначено максимальне припустиме значення пускового моменту електродвигуна при наступних припущеннях: при розгоні електродвигуна траверса на гнучкому підвісі закручується, а вантаж залишається нерухомим; у процесі розгону електродвигуна пусковий момент постійний; наприкінці розгону електродвигуна траверса розвернеться на кут 0,5 рад і при цьому кутова швидкість буде рівна нулю.

У роботі Козлова В.Ф. наведені класифікація і дослідження підвісних механізмів повороту грейферів на гнучкому підвісі [6].

Електродвигун із приводом механізму повороту грейфера закручує гнучкий підвіс; розкручуючись, гнучкий підвіс розвертає вантаж - умова складання диференціальних рівнянь руху.

Аналіз схеми показує, що при розвороті вантажу траверса й вантаж роблять крутильні коливання, і, отже, кутове переміщення вантажу носить коливальний характер. При складанні диференціальних рівнянь руху вантажу як узагальнені сили прийняті момент тертя в опорі гака та момент тертя в блоках тросової підвіски.

У роботі розглядаються малі кутові швидкості повороту грейфера ($\omega \approx 0,2$ рад/с), при цьому кінетична енергія вантажу T_Q дуже мала, тому на ділянці розгону електродвигуна прийнято $T_Q=0$.

Рівняння руху вантажу при повороті при усталеному русі запишеться в наступному виді:

$$\varphi_Q = \omega_k \left[t - \sqrt{\frac{I}{Z}} \sin \sqrt{\frac{Z}{I}} t - \frac{M_o}{Z} \left(1 - \cos \sqrt{\frac{Z}{I}} t \right) \right]; \quad (2)$$

$$\omega_Q = \omega_k \left[1 - \cos \sqrt{\frac{Z}{I}} \cdot t \right] - \frac{M_o}{Z} \sqrt{\frac{Z}{I}} \sin \sqrt{\frac{Z}{I}} t, \quad (3)$$

де φ_{ϱ} , ω_{ϱ} - кут повороту і кутова швидкість розвертаємих мас;

ω_k - кутова швидкість вантажу при нерухомій траверсі;

Z - жорсткість підвісів;

I - момент інерції мас, що розвертаються підвісами;

M_o - момент опору канатної підвіски від сил тертя на блоках;

t - поточне значення часу.

Якщо I - момент інерції мас, що підлягають повороту відносно осі повороту, то період коливань визначається з рівняння

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{Z}} = 2\pi \frac{L}{n} \sqrt{\frac{K \cdot l}{g}}; \quad (4)$$

$$\varphi_n = \pm \omega_k = \frac{T_2}{2\pi}, \quad (5)$$

де L - довжина вантажу;

l - довжина підвісу;

K - дослідний коефіцієнт, що залежить від розмірів вантажу.

Тому що поворот може бути здійснений при $l=l_{max}$ і $l=l_{min}$, то при $\omega_k=0$ маємо

$$\omega_{k.min} = \frac{I}{T_{max} \cdot n}; \quad (6)$$

$$\omega_{k.max} = \frac{I}{T_{min} \cdot n}, \quad (7)$$

де n - ціле число обертів гака.

Таким чином, поворот з вантажем можна здійснити на біфілярному підвісі, якщо буде створений опорний момент. Цей момент створюється закрученням канатної підвіски. Відзначимо, що зі збільшенням відстані між канатами й зменшенням довжини канатів величина реактивного моменту зростає.

Величина цього моменту повинна бути рівною або більшою, ніж необхідний момент для повороту вантажу, що має відносно вертикальної осі повороту відомий момент інерції.

Козлов В.Ф. у роботі [7] визначає моменти інерції розвертаємих мас, приймаючи при цьому, що вантаж в грейферному захваті в поперечному перерізі має форму кола. Тоді момент інерції вантажу відносно осі повороту I буде дорівнювати

$$I = \frac{G}{4g} \left[\frac{D^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right], \quad (8)$$

де G - сила ваги вантажу;

D, L - діаметр і довжина вантажу.

Автор вважає, що при повороті грейфера з вантажем потрібно перебороти, крім моменту від інерції мас, також і крутний момент від вітрового навантаження. Вітрове навантаження при повороті вантажу необхідно ви-

значати виходячи з реальних розмірів підвітряної площі поверхні вантажу, враховуючи переборювану різницю крутних моментів від вітрових напорів, створюваних праворуч і ліворуч відносно осі обертання.

У дослідженнях Осипенко А.І. і Акименко П.Ф. [8] розглядається динаміка поворотної траверси, поворот якої відбувається за допомогою гвинтової пари під дією ваги вантажу. Досліджувана система поворотної траверси може приводитися в рух двома способами: підняттям траверси вантажним канатом і звільненням від опорної поверхні.

Всі явища динаміки поворотної траверси автори дослідження розділяють на чотири етапи, які слідують один за одним, і кінечний стан попереднього є початковим для наступного:

1. Рух від початку підняття траверси до моменту відриву вантажу від опори.
2. Рух до моменту удару нижньої балки об упор.
3. Удар нижньої траверси об упори верхньої.
4. Рух після удару.

За результатами аналізу робіт, присвячених дослідженню процесу розвороту грейфера з вантажем на гнучкому підвісі можна зробити наступні висновки:

1. Період розгону асинхронного електродвигуна привода за значенням часу мало відрізняється від розгону електродвигуна вхолосту й практично не впливає на характер процесу повороту вантажу.
2. У процесі усталеного руху вантаж виконує крутильні коливання.
3. При припиненні розвороту, шляхом вимикання електропривода механізму повороту, вантаж виконує крутильні коливання на підвісах.
4. Час розвороту вантажу на заданий кут повинен бути кратним періоду крутильних коливань вантажу.

Висновки. Вищевикладені висновки, отримані за результатами аналізу робіт, мають сприяти подальшому дослідженню динаміки повороту грейферних механізмів на гнучкому підвісі, з метою підвищення сталості руху грейферного захвату, а у, кінцевому підсумку, підвищенню продуктивності механізму повороту грейферного механізму.

Література.

1. Богданович Л.Б. Общие сведения об объемных гидроприводах / Л. Б. Богданович.- Киев: Высшая школа, 1980.-232 с.
2. Немировский И.А. Гидроприводы сельскохозяйственных машин / И.А. Немировский.- К.: Техника, 1979.-139 с.
3. Тимофеев В.Д. Методика расчета механизмов вращения груза на гибком подвесе: сборник научных трудов. Вып. 7: Исследование

- крановых конструкций / *В.Д. Тимофеев*. - М.: ВНИИПТМАШ, 1965.- С. 55-71.
4. *Тимофеев В.Д.* Некоторые вопросы динамики поворотного механизма грейфера на гибком подвесе: сборник научных трудов. Вып. 8 / *В.Д. Тимофеев*. - М.: ВНИИПТМАШ, 1964.- С. 58-76.
 5. *Киреев В.С.* Исследование способности восприятия крутящего момента упругой канатной подвеской: сборник научных трудов / *В.С. Киреев*. - М.: Высшая школа, 1960.- С. 14-29.
 6. *Козлов В.Ф.* Вопросы теории и конструирования механизмов с электро-гравитационным приводом: дис...канд. техн. наук / *В.Ф. Козлов*. - М.,1965.- 230 с.
 7. *Козлов В.Ф.* Теоретическое исследование подвешенного механизма поворотного крюка: сборник научных трудов / *В.Ф. Козлов*. - М.: МЛТИ, 1965. – 320 с.
 8. *Осипенко А.И.* Теоретическое исследование гравитационной поворотной траверсы на гибком крановом подвесе: сборник научных трудов / *А.И. Осипенко, П.Ф. Акименко*. - М.: МЛТИ, 1972.- С. 98-121.

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ ПОВОРОТА ГРЕЙФЕРНЫХ МЕХАНИЗМОВ НА ГИБКОМ ПОДВЕСЕ

Крылов В.В, Коломиец С.М.

Аннотация

В работе выполнен анализ исследований динамики поворота грейферных механизмов на гибком подвесе и, как результат, приведены зависимости, благодаря которым, с целью обеспечения устойчивости движения грейферного захвата, можно выполнять оптимизацию параметров механизма поворота грейферного механизма.

ANALYSIS OF RESEARCHES OF DYNAMICS CHANGE GREYFER MECHANISMS ON FLEXIBLE HANG UP

V. Krylov, S. Kolomiyets

Summary

The analysis of researches of dynamics of turn of clamshell mechanisms is in-process executed on a flexible suspension and, as a result, dependences over, due to which, are brought, with the purpose of providing of stability of motion of grapple-tong, it is possible to execute optimization of parameters of mechanism of turn of clamshell mechanism.