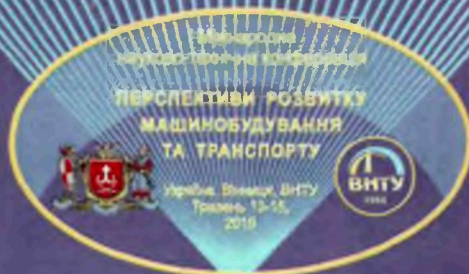


Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Дунайський університет Кремс
Донбаська державна машинобудівна академія
Західночеський університет
Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України
Люблінський технічний університет
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний Центр зі співробітництва з ЄС у сфері науки та технологій
Політехнічний університет Мадриду
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України
Яський технічний університет



**Збірник тез доповідей
I-ї Міжнародної науково-технічної конференції
“Перспективи розвитку машинобудування
та транспорту – 2019”**

13-15 травня 2019 р.

**Abstracts of papers presented at
I-th International scientific and technical
conference “Prospects for the development of
mechanical engineering and transport – 2019”**

13-15 may 2019

Вінниця – 2019 – Vinnytsia

УДК 004+378+537+615+621+629

ББК [30.123+34.447]

П50

**Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного
технічного університету Міністерства освіти і науки України
(протокол № 11 від 25 квітня 2019 року)**

Редакційна колегія:

**В. Біліченко, С. Злепко, Р. Іскович-Лотоцький, О. Кобилянський,
Л. Козлов, В. Огородніков, В. Савуляк,**

За загальною редакцією Леоніда Поліщука

**П 50 Міжнародна науково-технічна конференція “Перспективи
розвитку машинобудування та транспорту — 2019”; Збірник тез. —
Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. — 384 с.
ISBN 978-617-7237-60-9**

В тезах доповідей представлені сучасні наукові, технічні та інженерні досягнення провідних вчених України і зарубіжних країн в напрямку розвитку динаміки та міцності машин і споруд, теоретичних та прикладних задач обробки металів тиском і автотехнічних експертиз, галузі штучних імплантів в механічній біоінженерії та підготовки фахівців в концепції реалізації проєкту bioart, транспортних системах і технологіях, довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій, використання вібрацій в техніці та технологіях, технології та системах автоматизації машинобудування, інноваційних технологій в галузі підготовки фахівців технічних спеціальностей.

Для наукових працівників, аспірантів, викладачів вищих навчальних закладів, інженерів та студентів.

УДК 004+378+537+615+621+629

ББК [30.123+34.447]

ISBN 978-617-7237-60-9

© Вінницький національний технічний університет,
автори, 2019 р.
© ВД «Едельвейс», 2019 р.

Секція 7. ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

- 1 Віктор Антонюк¹, Діана Прихожа¹, Анатолій Рутковський², Вячеслав Головін¹ (¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», ²Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка Національної академії наук України, ³Житомирський державний технологічний університет). СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЙОННО-ПЛАЗМОВОГО ТЕРМОЦИКЛІЧНОГО АЗОТУВАННЯ..... 275
- 2 Валерій Бадах, Роман Єременко (Національний авіаційний університет). ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ПОТУЖНОСТІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ..... 276
- 3 Наталія Веселюська, Олександр Малаков, Олена Гнатюк (Вінницький національний аграрний університет). ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В УМОВАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА..... 278
- 4 Георгій Вишовський, Олексій Громовий, Микола Плисак (Житомирський державний технологічний університет). ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЧИСТОВИХ ТОРЦЕВИХ ФРЕЗ, ОСНАЩЕНИХ НАДТВЕРДИМИ МАТЕРІАЛАМИ..... 280
- 5 Савеній Горбатюк, Ігор Русан, Олександр Терент'єв (Київський національний університет будівництва і архітектури) АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РОЗПУШУВАЧІВ..... 281
- 6 Ігор Грицай, Vadim Ступницький (Національний університет "Львівська політехніка"). КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ЗУБОФРЕЗЕРУВАННЯ ЗА КРИТЕРІЄМ СТІЙКОСТІ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ ВЕРСТАТА..... 283
- 7 Олександр Губарев, Оксана Ганнациурова (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»). ІНЕРЦІЙНА ЛОГІКА В ЦИКЛІЧНО-МОДУЛЬНОМУ АЛГОРИТМІ КЕРУВАННЯ МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ..... 285
- 8 Юрій Данильченко, Андрій Петришин (Національний Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»). ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ «ІНСТРУМЕНТ-ЗАГОТОВКА» ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ МАЛОЖОРСТКИХ ДЕТАЛЕЙ..... 287
- 9 Олександр Дерібо, Жанна Дусаюк, Сергій Релінський (Вінницький національний технічний університет). ВПЛИВ КОЛИВАНЬ ПОДАЧІ НАСОСА НА ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В ГІДРОПРИВОДІ МОВБЛЬНОЇ МАШИНИ З ДОВГОЮ НАПІРНОЮ ГІДРОЛІНІЄЮ..... 288
- 10 Микола Іванов, Оксана Моторна, Олексій Переяславський, Сергій Шаргородський (Вінницький національний аграрний університет). ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАСОСІВ-ДОЗАТОРІВ СИСТЕМ ГІДРОБУЄМНОГО РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ САМОХІДНИХ МАШИН ТА СТЕНД ДЛЯ ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ..... 289
- 11 Микола Іванов, Олексій Переяславський, **Ірина Кожальова**, Роман Гречко (Вінницький національний аграрний університет). ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНЕРЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЗВЕДЕНОГО ДО ВАЛА ГІДРОМОТОРА НА РОБОТУ ГІДРОСТАТИЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ ТИПУ ГСТ90..... 291
- 12 Николай Иванов, Алексей Переяславский, Сергей Шаргородский, Vadim Zakreskiy (Вінницький національний аграрний університет). ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГУЛИРУЕМОГО АКСИАЛЬНОГО РОТОРНОПОРШНЕВОГО НАСОСА ТИПА РВС 1.85..... 293
- 13 Юрій Коваленко¹, Віктор Антонюк², Леонід Полонський³ (¹Черкаський державний технологічний університет, ²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», ³Житомирський державний технологічний університет). ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ЛЕНТОЧНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПОТОКА..... 295
- 14 Леонід Козлов, Володимир Богачук, Артем Товкач (Вінницький національний технічний університет). АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ РОБОЧОЇ РІДИНИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ ГІДРОПРИВОДУ..... 296

Стенд містить насос-дозатор *НД*, що випробовується, насосну станцію *НС* для живлення всіх систем стенда, систему формування сигналу управління (*СФСУ*), системи формування навантаження, а також систему реєстрації та обробки інформації (*СРОП*).

Система формування сигналу управління задає обертальний рух вхідному валу насоса-дозатора, що моделює поворот керма на самохідній машині. Для цього використовується гідромотор, робочі порожнини якого сполучені з насосом регульованої продуктивності. Це дозволить налаштувати швидкість обертання вала гідромотора, що задає потрібну швидкість обертання вхідному валу насоса-дозатора.

Вихідні канали насоса-дозатора *A* та *B* з'єднані із системою формування навантаження. Система формування зустрічного навантаження (рис. 1, а) реалізована у вигляді регульованого дроселя *Др*, який підключає до вихідних каналів *A* та *B* насоса-дозатора. Регулювання площі цього дроселя дозволяє змінювати опір потоку робочої рідини, що проходить через вихідні канали насоса-дозатора. За рахунок цього на виході насоса-дозатора формується навантаження у вигляді перепаду тиску Δp в його вихідних каналах, який відтворює подолання певного зустрічного навантаження.

Система формування попутного (активного) навантаження (рис. 1, б) реалізована у вигляді насоса *Н4*, всмоктуючий та вихідний канали якого підключено до вихідних каналів *A* та *B* насоса-дозатора. Вал насоса *Н4* приводиться в рух гідромотором *ГМ2*, швидкість обертання якого регулюється налаштуванням витрати насоса *Н3* насосної станції. Регулювання швидкості обертання насоса *Н4* дозволяє налаштувати певну величину від'ємного перепаду тиску в вихідних каналах насоса-дозатора, який відтворює певне попутне навантаження.

Такий спосіб формування зустрічного та попутного навантаження для насоса-дозатора дозволяє відмовитись від використання навантажуючих гідроциліндрів, які взаємодіють з виконавчими гідроциліндрами системи рульового керування, що спрощує конструкцію стенда.

Література

1. Barbara Zardin, Massimo Borghi, Francesco Gherardini Nicholas Zanasi Modelling and Simulation of a Hydrostatic Steering System for Agricultural Tractors. *Energies* 2018, 11, 230. – 20 p.
2. Іванов, М.І. Стенд та методика експериментальних досліджень насосів-дозаторів систем гідроб'єсного рульового керування самохідних машин при дії зустрічного навантаження / М.І. Іванов, С.О. Моторна, Ю.М. Козак, О.М. Переславський // *Промислова гідравліка і пневматика*. – 2016. – 3(53) – С. 66-74.

УДК 62-82:631.3:621.659

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНЕРЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЗВЕДЕНОГО ДО ВАЛА ГІДРОМОТОРА НА РОБОТУ ГІДРОСТАТИЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ ТИПУ ГСТ90

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF INERTIAL LOAD OF THE HYDROMOTOR SHAFT TO THE HYDROSTATIC TRANSMISSION OF THE TYPE GST90

Микола Іванов, Олексій Переславський, **Триша Ковальова**, Роман Гречко

Вінницький національний аграрний університет

A mathematical model of a hydrostatic transmission has been created and, based on its research, an analysis has been made of the processes of operation of a hydrostatic transmission of the type GST90 under conditions of a change in the inertial load on the hydraulic motor. The characteristic features of the hydrostatic transmission, and its individual components in the presence of a significant inertial load.

З часів створення перших гідростатичних трансмісій вони, головним чином, застосовувалися на самохідних машинах в якості привода ходу [1, 2]. Але на сьогодні коло застосування гідростатичних трансмісій набагато розширилось, так як виробники не тільки самохідних машин, але і стаціонарного обладнання передбачають використання гідростатичних трансмісій в якості приводів робочих органів машин різноманітного функціонального призначення. Відомі випадки

використання гідростатичної трансмісії типу ГСТ90 в приводах автоматиксерів бетоновозів, соломорізів та ряду інших спеціальних машин.

Розширення функціональних можливостей використання гідростатичних трансмісій для різних приводів може викликати певні нестабільні режими роботи. Такі режими можуть виникати в умовах використання гідростатичних трансмісій типу ГСТ90 на режимах, нехарактерних для їх роботи у складі приводів ходу самохідних машин. Так при використанні гідростатичних трансмісій ГСТ90 у приводах автоматиксерів бетоновозів та соломорізів при роботі привода без навантаження, в тому числі інерційного, виникає галопуючий режим обертання вала гідромотора, що несприятно з точки зору працездатності машин. Це викликає зацікавленість виробників в усуненні зазначених проблем та забезпеченні якісної роботи гідростатичних трансмісій в умовах розширення діапазону можливих режимів роботи. Таким чином, виникає необхідність ретельного дослідження роботи, проведення моделювання, результати якого мають сприяти удосконаленню конструкцій та параметрів гідростатичних трансмісій.

Для дослідження роботи гідростатичної трансмісії типу ГСТ90 розроблено розрахункову схему, відповідно до якої розроблено математичну модель. З врахуванням того, що значна кількість характеристик окремих елементів має нелінійний характер, для дослідження математичної моделі вибрано числовий метод розв'язання рівнянь за допомогою програми, створеної в середовищі програмування BorlandDelphi.

Було проведено дослідження роботи гідростатичної трансмісії з інерційним навантаженням зведеним до вала гідромотора, що відповідає заповненому бетоном сумішню барабану автоматиксера. Результат показав, що процес розгону гідромотора відбувається плавно, протягом 0,45 секунди витрата гідромотора досягає значення, яке відповідає подачі насоса. Незначне неспівпадання подачі насоса і витрати гідромотора визначається витоками рідини у порожнизах гідростатичної трансмісії. Процес набору швидкості гідромотора відбувається без перерегулювання.

У випадку коли запуск гідростатичної трансмісії відбувається з пустим автоматиксером виникають значні за амплітудою коливання тисків p_1 та p_2 у нагнітальній та всмоктувальній гідролінії відповідно (рисунок 1, а). Причому ці коливання мають імпульсний характер з частотою до 20 Гц.

В цей час процес розгону гідромотора, який відповідає його витраті $Q_{гм}$ (рисунок 1, б) відбувається із періодичним збудженням руху і значним зростанням тиску, час розгону при цьому суттєво зменшується, на відміну від заповненого автоматиксера. Змодельований процес якісно відповідає реальному процесу, який виникає на бетоновозах. Аналіз розрахованих залежностей виявив ефект наявності процесу розгону із перерегулюванням по швидкості гідромотора завдяки збільшенню прискорення обертання інерційної маси автоматиксера, не заповненого бетоном сумішню. В цей момент гідромотор починає працювати як насос, тиск у гідролінії низького тиску зростає, в той же час тиск у лінії високого тиску падає. Виникає перепад на проливному розподільнику, який змінює комутацію гідроліній, що в кінцевому результаті викликає імпульсне зростання тиску та відповідні коливання. В результаті цього виникає галопуючий режим руху вихідних ланок робочих органів машин, що несприятливо відображається на роботі машин в цілому.

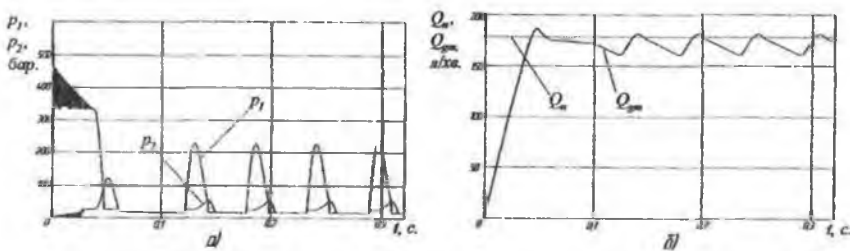


Рисунок 1 – Графіки зміни витрати $Q_{гм}$ яку споживає гідромотор, та тисків у нагнітній та всмоктувальній гідролініїх при запуску гідростатичної трансмісії із пустим автоматиксером; а) зміна тисків у нагнітній p_1 та всмоктувальній p_2 гідролініїх б) графіки зміни в часі подачі насоса Q_n та витрати $Q_{гм}$ яку споживає гідромотор.

З метою виявлення можливих заходів по підвищенню якості роботи, гідростатичної трансмісії ГСТ90 в широкому діапазоні зміни інерційного навантаження пляхом усунення залучених коливань. Виявлено область значень інерційного навантаження на валу гідромотора та відповідних значень механічного навантаження, яке включає технологічне навантаження та механічні втрати у гідромоторі, якій відповідає режим роботи гідростатичної трансмісії без збудження галулючих коливань. Визначення даної залежності дозволяє обгрунтовано призначити припустиме інерційне навантаження при зміні механічного навантаження на валу гідромотора. При інерційному навантаженні I більше за $6000 \text{ кг}^2\text{см}^2$ механічне навантаження, при якому не виикають коливання, може бути відсутнім. При зменшенні інерційного навантаження до $I = 250 \text{ кг}^2\text{см}^2$ необхідне з точки зору забезпечення роботи гідростатичної трансмісії без коливань механічне навантаження на валу гідромотора має становити $M_f = 0.8 \text{ Н}^*\text{м}$.

Виявлені режими роботи гідростатичної трансмісії, яким притаманне збудження галулючого характеру зміни швидкості гідромотора, вимагають розроблення заходів по усуненню зазначених режимів роботи. Також певна обмеженість можливостей синтеза параметрів гідростатичної трансмісії визначає необхідність у подальших дослідженнях звернути увагу на пошук можливих конструктивних рішень існуючої проблеми.

Література

1. Петров, В. А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин / В. А. Петров. – М.: Машиностроение, 1988. – 244 с.
2. Погорілець, О.М. Гідропривод сільськогосподарської техніки // Навчальні видання / О.М. Погорілець, М.С. Волянський, В.Д. Войтюк, С.І. Пастушенко; За ред. О.М. Погорілець. – К.: Вища освіта, 2004. – 368 с.: іл.

УДК 62-82:631.3:621.659

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГУЛИРУЕМОГО АКСИАЛЬНОГО РОТОРНОПОРШНЕВОГО НАСОСА ТИПА PVC 1.85

THE STATIC CHARACTERISTICS CALCULATION FEATURES OF THE VARIABLE DISPLACEMENT AXIAL PISTON PUMP PVC 1.85

Николай Иванов, Алексей Переславский, Сергей Шаргородский, Вадим Закревский

Винницкий национальный аграрный университет

The paper presents the calculation results of the two variable displacement axial piston pumps PVC 1.85 mathematical models. In the first case the model of the pistons averaged force was used, the application point of which corresponds to the offset of the swash plate's swivel axis. In the second case the parametric change of the pistons consolidated force magnitude and the coordinates of its application point was taken into account. The significant difference was found at comparing results.

Одними из основополагающих тенденций развития современных мобильных машин различного назначения – сельскохозяйственных, строительных, дорожных и пр., является повышение энергосбережения и их экономической эффективности [1]. Достижение результатов в данном направлении обеспечивается повышением энергонасыщенности приводов рабочих органов, производительности путем повышения рабочих скоростей, расширением технологических возможностей машин, минимизацией количества и мощности источников питания приводных двигателей. Особого внимания в развитии приводов рабочих органов получают системы гидропривода, как таковых, что наиболее успешно решают поставленные задачи. Такие системы получают широкое использование, а также разработку и совершенствования существующих систем.

В случае невозможности приведения ряда рабочих органов с помощью большого количества гидравлических насосов, что нецелесообразно с эргономической и экономической точек зрения,