

УДК. 621.869.4+629.11-5

Р.Зінько

Національний університет “Львівська політехніка”

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АВТОНАВАНТАЖУВАЧА ЗА РАХУНОК ЦЕНТРУВАННЯ ВАНТАЖУ НА ВИЛАХ

Виконана класифікація патентів, пов'язаних з центруванням вантажу на вилах автонавантажувача і сформульовано алгоритм виконання такого центрування. Наведені результати фізичного експерименту, в якому визначався вплив несиметрично розміщеного вантажу на вилах автонавантажувача на продуктивність машини.

Вступ

Одним з головних чинників, що вагомо впливає на експлуатаційну ефективність автонавантажувача, є вантаж [1]. Досліджуючи його вплив на експлуатаційну ефективність, розглянемо вплив несиметричного розміщення вантажу на вилах.

1. Аналіз впливу зміщення центра ваги вантажу на ефективність роботи автонавантажувачів та конструктивні рішення щодо усунення зміщення центра ваги вантажу

Для ефективної роботи автонавантажувача потрібно, щоб центр вантажу був розміщений симетрично між вилами і знаходився у поздовжній площині симетрії машини. При несиметричному розміщенні вантажу відносно поздовжньої площини, особливо при обробці вантажів великої маси, радіуси коліс правого і лівого борту будуть неоднаковими, і при русі автонавантажувача спостерігатиметься його збочення відносно напрямку руху. Аналіз результатів робіт [2-5] та інших, пов'язаних з впливом розміщення центру ваги на роботу і рух навантажувачів, виявляє, що остаточно це

питання не розв'язане, але дозволяє визначити напрямки поліпшення експлуатаційних характеристик машини.

Загальний вплив на положення центру мас вантажу, а заодно й машини, можна сформулювати так: визначити положення центру маси вантажу, передати інформацію на аналітичний блок, що визначає величину впливу для виконавчого елемента, а після виконання впливу контролює величину похибки. Конструктивно цей метод здійснюється двома шляхами:

1. Компенсування. Виконавчий елемент працює з противагою, розміщуючи її так, щоб компенсувати моменти, що виникають при несиметричному розміщенні вантажу.

2. Усунення. Виконавчий елемент працює з вантажем. При поздовжньому врівноваженні вантаж наближається до центру мас навантажувача, при поперечному – збігається з поздовжньою площиною машини.

Компенсування виконується в чотирьох напрямках:

1. Поздовжня компенсація. Найпоширеніший напрямок. Недоліком є необхідність використання противаги як баласту.

2. Поперечна компенсація. Значно змінює поперечні габарити машини, що для навантажувачів, особливо штабелерів, небажано.

3. Площинна компенсація. Об'єднання перших двох напрямків.

4. Об'ємна компенсація. Метод малоефективний і може застосовуватися як допоміжний при окремих операціях.

Поздовжнє невірноваження безпосередньо може призвести до аварійної ситуації, тому розроблений цілий ряд пристроїв усунутої дії.

Поперечне невірноваження знижує загальну ефективність машини, аварійні ситуації можуть виникати як наслідок. Прямим впливом поперечного невірноваження можна вважати погіршення стійкості та керованості машини, що вимагає більших зусиль водія, а тому впливає на безпеку роботи і руху. На відміну від пристроїв поздовжнього врівноваження, пристроїв усунутої дії вироблено небагато, вони громіздкі і мають вузькі межі застосування. Тому як альтернативу було запропоновано ряд способів розв'язання проблеми [6–13].

Один з них вироблено на основі порівняння коефіцієнтів зчеплення між вилами і вантажем. Його оригінальність полягає у тому, що виконавчий елемент виконує функції аналітичного блока [6].

Вилковий захват для навантажувача [7], що має змонтовану на вантажопідйомнику навантажувача каретку і розміщені на ній вила (рис.1,а). Вила змонтовані з можливістю синхронного обертання їх зубів назустріч один одному зубчато-рейковим механізмом.

На каретці вилкового захоплювача [8] встановлені вила круглого січення, з'єднані через муфти вільного ходу з шестернями, що зачеплені із зубчастими рейками, розміщеними вздовж вертикальних напрямних вантажопідйомника (рис.1,б). При підйманні каретки на напрямних шестерні, зачеплених із зубчастими рейками, виконують обкатування кожної відповідної рейки, що спричинює зустрічне обертання вил. Вантаж переміщується до збігання його центру ваги з поздовжньою віссю захоплювача. При опусканні вантажу обертання вил відсутнє. Достатнім є обертання принаймі однієї вили.

Продовженням розвитку ідеї є захоплювач [9], в якому рушієм приводу обертання кожної вили є реверсивний двигун (рис.2). Використання реверсивних двигунів дозволить маніпулювати вантажем при його складуванні, а також складувати вантаж набік.

При вдосконаленні пристроїв, що реалізують цей спосіб, необхідно визначитися у виборі приводу.

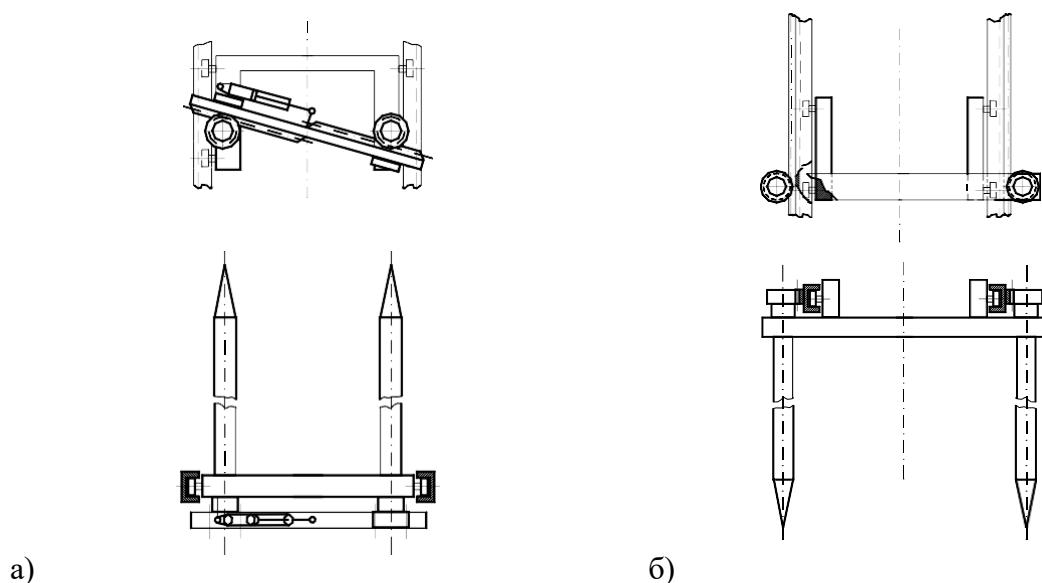


Рис.1. Вилкові захоплювачі із зустрічним обертанням вил з приводом: а) від поперечної балки; б) від рейок, розміщених на вантажопідіймнику.

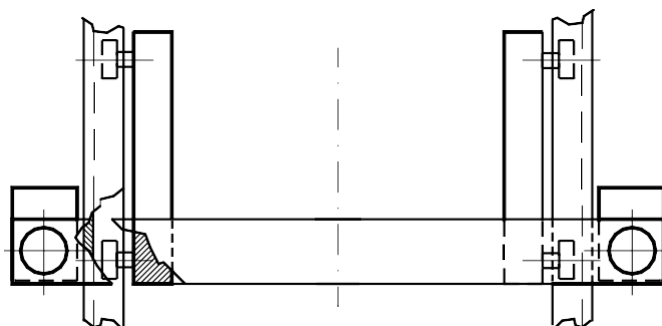


Рис.2. Вилковий захоплювач, привід якого дозволяє реверсувати обертання вил.

До іншого класу належить спосіб позиціонування довгомірних вантажів і пристрій для його виконання [10] (рис.3). Суть винаходу полягає у визначенні перекосу внутрішньої рами відносно гідроциліндра підйому.

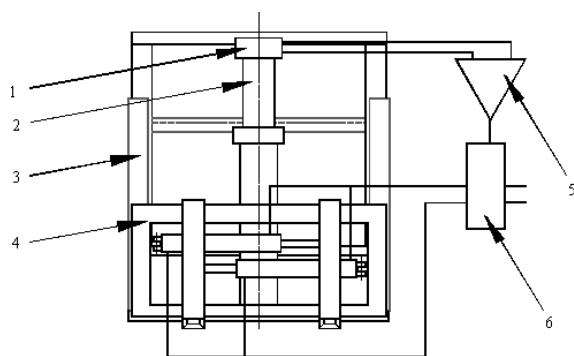


Рис.3. Позиціонування вантажу на основі визначення перекосу рами вантажопідіймника: 1 – давач визначення величини перекосу рами вантажопідіймника; 2 – гідроциліндр підйому; 3 – зовнішня рама вантажопідіймника; 4 – каретка з вилами, що можуть поперечно переміщуватися; 5 – електронно-обчислювальний блок; 6 – електрогідравлічний розподільник.

Індукційний датчик кута визначає наявність кута перекосу, формує сигнал на електрогідравлічний розподільний пристрій, що перемикає подачу рідини до одного з гідроциліндрів зміщення вил так, щоб змістити вантаж вліво чи вправо і усунути перекошування рами. Інший спосіб позиціонування [11] базується на визначенні різниці напружень у ланцюгах переміщень каретки (рис.4).

Дальшим розвитком запропонованих досі способів і пристроїв може бути пристрій (рис.5), в якому аналітичний блок виробляє команди на основі порівняння тисків у гідроциліндрах підйому [12]. Даний захоплювач дозволяє центрувати вантаж із задовільною точністю. У випадку

змінення величини тиску, наприклад домкратів, що підіймають кузов автомобіля, це рішення було б найоптимальнішим.

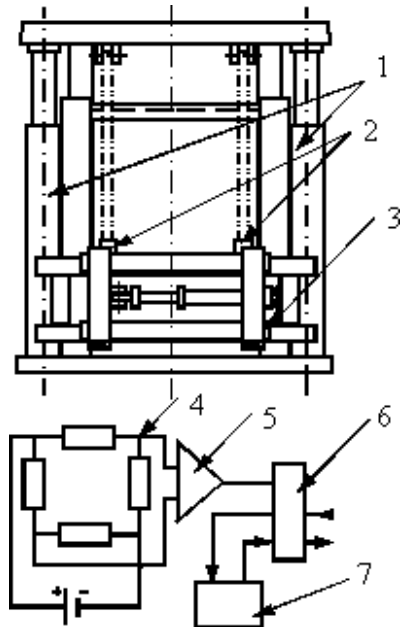


Рис. 4.

Рис.4. Позичювання вантажу на основі порівняння напружень у ланцюгах підйому: 1 – гідроциліндри підйому; 2 – давачі напружень; 3 – каретка бокового зміщення вил; 4 – вимірювальний тензометричний міст; 5 – електронно-обчислювальний блок; 6 – електрогідравлічний розподільник; 7 – гідроциліндр бокового зміщення вил.

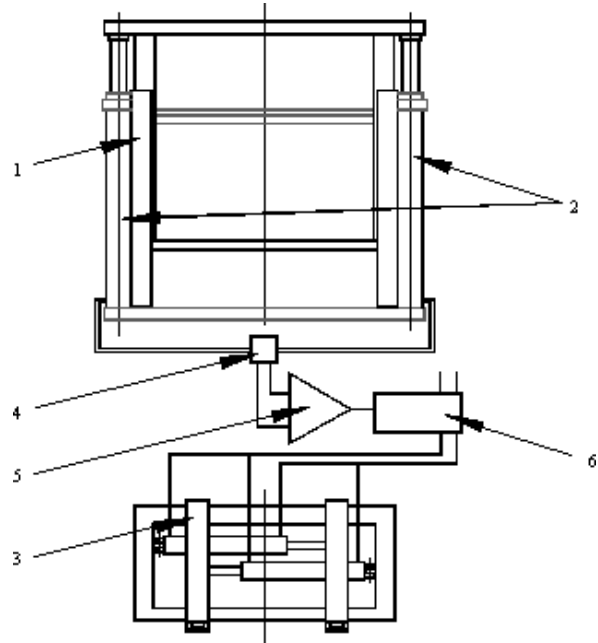


Рис. 5.

Рис.5. Позичювання вантажу на основі порівняння тисків у гідроциліндрах вантажопідйомника: 1 – вантажопідйомник; 2 – гідроциліндри підйому; 3 – каретка з вилами поперечного зміщення; 4 – давач визначення різниці тисків у циліндрах; 5 - електронно-обчислювальний блок; 6 – електрогідравлічний розподільник.

Хоча конструктивні рішення вироблялися конкретно для транспортних засобів класу автотранспорту, принципи, закладені в них, можуть застосовуватися і для інших класів транспортних засобів.

Запропоновані конструктивні рішення вказують шляхи розв'язку поставленої проблеми. Для визначення впливу положення вантажу на експлуатаційну ефективність і вибір оптимальної конструкції вилового захоплювача, необхідно зробити аналіз конструктивних рішень і вибрати об'єкт дальших досліджень.

2. Вибір об'єкта досліджень

Конструкцію захоплювача вибрано з шістьох запатентованих автором розробок. При аналізі конструкцій враховувалася простота конструкції, універсальність і технологічність збирання. Вибрана конструкція стала основою для створення експериментального вилового захоплювача, що підлягав всебічним натурним дослідженням.

Досліджували експериментальний захоплювач з боковим зміщенням вил на базі автотранспорту моделі 40928 вантажопідйомністю 1600 кг (рис. 6).

Метою натурних досліджень було визначення впливу поперечного зміщення вантажу на експлуатаційну ефективність автотранспорту, а також визначення ефекту від використання запропонованих новацій у конструкції автотранспорту і в його робочому циклі.



Рис.6. Автонавантажувач 40928 з експериментальним вилковим захоплювачем.

3. Об'єкт досліджень

За базовий взятий пристрій, що ґрунтується на порівнянні напружень на ланцюгах [13].

Спосіб позиціонування базується на визначенні різниці напружень у ланцюгах

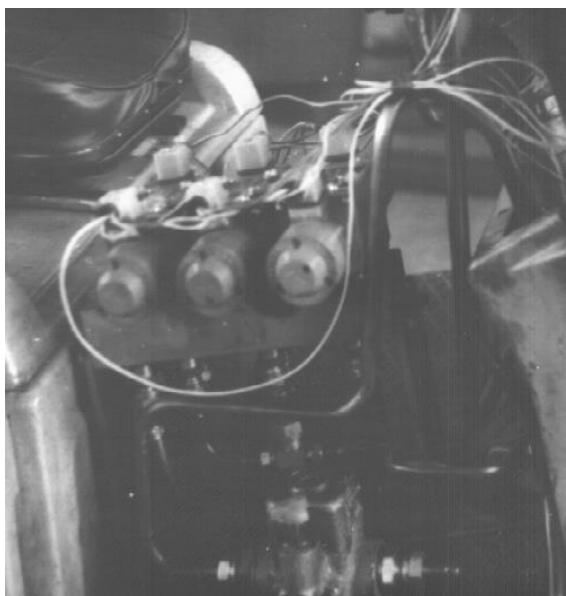


Рис.7. Електрогідравлічний блок.

переміщень каретки (рис.4). Пристрій, вироблений на основі цього способу, містить вантажопідйомну раму і встановлену на ній за допомогою ланцюгів вантажну каретку, яка може вертикально переміщуватися. На каретці, в свою чергу, встановлена пара вил з можливістю їх зміщення гідроциліндрами. Від звичайного запатентований пристрій відрізняється тим, що на ланцюгах встановлені давачі механічних напружень, під'єднані до електронного блоку керування. Виходи електронного блоку керування під'єднано до електромагнітних реле гідравлічних розподільних пристроїв, що утворюють електрогідророзподільний блок.

Вантаж захоплюють вилами і піднімають. У випадку асиметричного розміщення центру ваги вантажу відносно правого чи лівого

ланцюгів підйому, навантаження на них буде неоднаковим, що спричинить різне механічне напруження у ланках ланцюгів підйому і, відповідно, у давачах механічних напружень. Сигнали з давачів надходять в електронний блок керування, що на основі цих сигналів подає команду на електромагніти електрогідравлічного блоку. Електромагніти перемикають гідравлічні розподільвачі так, щоб вила з вантажем переміщувалися вліво чи вправо до усунення нерівномірності навантажень на лівому і правому ланцюгах підйому.

Конструкція каретки бокового зміщення вил, а також електрогідравлічна частина відрізняються від каретки і її приводу, описаних у патентах [11,13]. Каретка бокового зміщення вил була замінена захоплювачем бокового зміщення кожної вили. Гідравлічна схема нового електрогідравлічного блоку (рис.7) розроблена під експериментальний захоплювач з боковим зміщенням вил. Зміна цих елементів дозволила розширити межі застосування пристрою без суттєвого збільшення його вартості. При наявності трьох електрогідравлічних розподільвачів каретка бокового

зміщення вил може виконувати такі операції, як: зміщення правої вили вправо-вліво, зміщення лівої вили вправо-вліво, паралельний рух вил вправо-вліво, зсовування-розсовування вил.

Застосування цих операцій полегшить роботу водія при під'їзді і захопленні вантажу вилами.

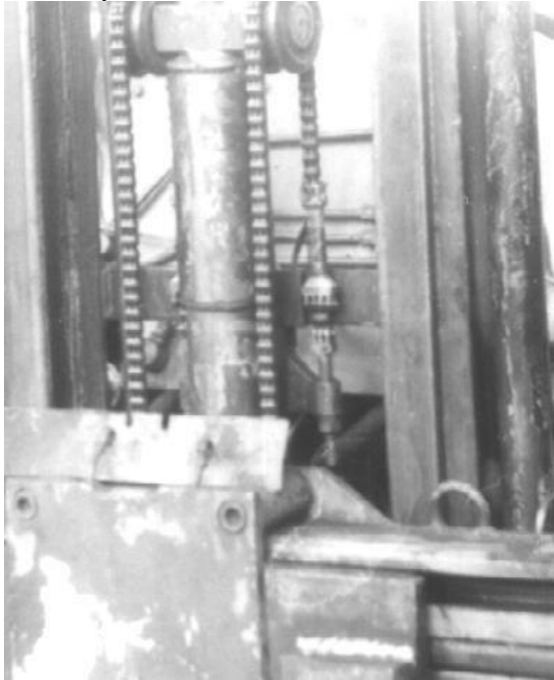


Рис.8. Розміщення датчиків на ланцюгах підйому вантажної каретки.

3.1. Вимірювальна частина

Вимірювальна частина складається з тензодавачів, під'єднаних до мостової схеми вимірювання (рис.8). Мостова схема живиться від генератора стабілізованих на амплітуді імпульсів з частотою 2,5 кГц.

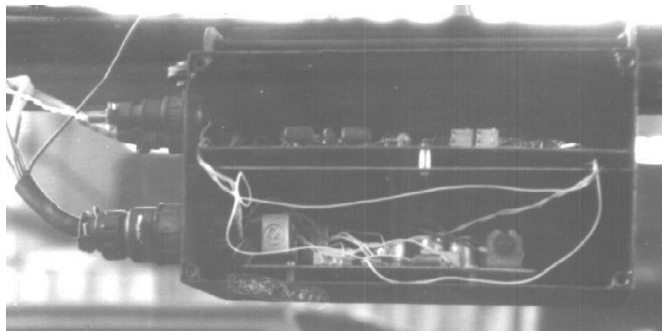


Рис.9. Електронний блок керування.

Електронний блок керування

В основу роботи блоку (рис.9) покладено порівняння сигналів, що надходять від тензометричних датчиків, принцип дії яких ґрунтується на явищі тензоефекту. Блок складається з блоку обробки інформації і блоку живлення.

Блок обробки інформації визначає величини сигналів у тензодавачах, порівнює їх і визначає, яку команду подавати на виконавчі пристрої. При поданні команди передбачено певне “зволікання” з вимиканням команди. Це викликано наявністю зони нечутливості приладу до певної різниці ваги на вилах. “Зволікання” команди дозволяє вирівняти навантаження на вилах з більшою точністю.

Живлення вузлів пристрою забезпечує блок живлення, що дозволяє пристроєві стабільно працювати при коливаннях вхідної напруги у межах від 9 до 16 В. Використані у блоці фільтри, гальванічна розв'язка, висока частота перетворювача роблять неможливим проникнення завад у вимірювальну частоту.

Блоки керування та індикації

Блок керування (рис.10) формує команди заданої потужності, що надходять безпосередньо на виконавчі пристрої. Блок виконано у вигляді мініпульту для руки з кнопками керування для кожного пальця. Блок індикації (рис.11) служить для наочності роботи пристрою та контролю виконання команд, що подаються на виконавчі пристрої. На ньому знаходяться індикатори живлення, виконання операції центрування вантажу, а також напрямку переміщення вантажу. Згадані блоки знаходяться на передній панелі автонавантажувача у зручному для огляду і розміщення руки місці (рис. 12).

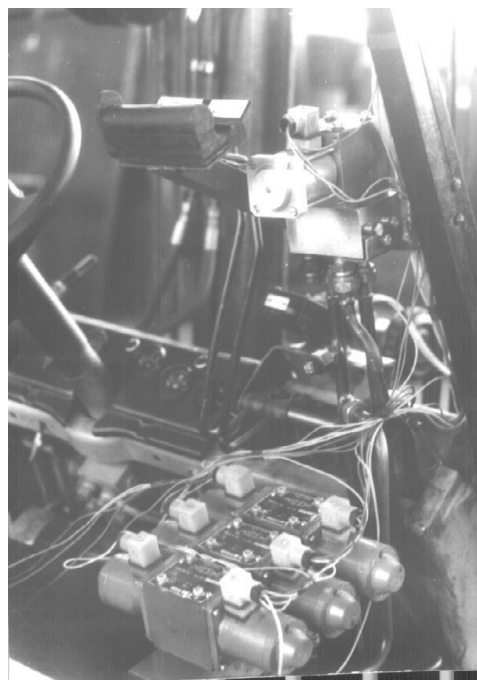
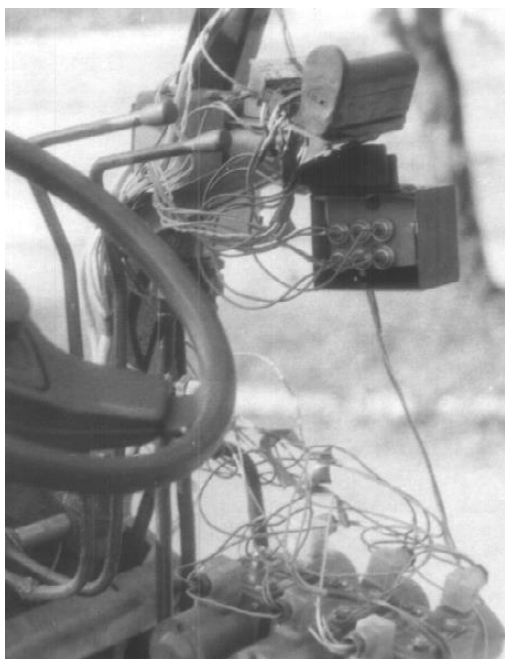


Рис. 12. Розміщення блоків керування та індикації (фото вгорі).

Рис. 10. Блок керування (фото вгорі зліва).

Рис. 11. Блок індикації (фото зліва).

4. Переваги експериментального вилкового захоплювача

Зважування і його аналіз проводиться автоматично і не вимагає затрат часу для водія автотранспорту.

Всі команди керування пристроями, а також працездатність установки супроводжуються світловою індикацією за допомогою блоку індикації. Завдяки вмонтованому спеціальному блоку живлення установка невибаглива до умов і якості живлення і тому може працювати від бортової мережі автотранспорту напругою 8 ... 16 В.

Конструкція установки дозволяє регулювати чутливість до ваги, тобто можна задавати мінімальне значення різниці ваги, на яку вона реагує. В умовах експерименту установка мала можливість вирівнювати вагу до різниці, меншої за 15 кг, що становить 1% від навантаження на каретку. Якщо мінімальна різниця не задовольняє вимог зрівноважування ваги, то її можна значно зменшити, використавши тензодавачі з вищим класом точності.

Принцип роботи установки дозволяє використовувати її для зважування вантажу. При застосуванні сумарного елемента вилковий захоплювач можна застосовувати у робочих циклах, де необхідна поточна калькуляція перероблюваного вантажу. В цьому випадку можна говорити про значне зростання продуктивності роботи автотранспорту за рахунок поєднання операцій транспортування, зважування і калькуляції.

Врівноважування ваги відбувається при нерухомому автотранспорту або коли він рухається з "повзучою" швидкістю. Необхідність такої умови пояснюється тим, що при вищих швидкостях руху виникатимуть динамічні зусилля, що спотворюватимуть реальні покази тензодавачів.

При розробці установки на рівні конкретних схемних рішень велика увага приділялося стійкості її електронної частини до змін і впливів температури довкілля. Установка забезпечує безвідмовну роботу в межах температур від -30°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

Розроблена гідравлічна схема вилкового захоплювача дозволяла зміщувати кожен вилу, а також виконувати їх паралельне зміщення. При такій гідравлічній схемі можна використовувати зсування—розсування вил. Ця операція важлива для бокових захоплювачів кіп. Тому на експериментальному захоплювачі не була реалізована, але при необхідності впровадження цих маніпуляцій не становило б труднощів.

Впровадження принципу центрування вантажу вимагало переходу до вищого технічного рівня. Вже при розгляді літературних джерел встановлено, що ця сфера мало опрацьована виробниками. Системи автоматичного керування використовуються для оптимізації роботи трансмісії і частково системи гальмування. При роботі з вантажем використовуються тільки інформаційні пристрої. Розширення меж застосування таких систем підвищить продуктивність і безпеку роботи автотранспорту. Основна проблема, що стримує широке використання систем автоматичного керування – їх вартість. Тому при розробці експериментального захоплювача виникла ідея створення комплексної системи керування. За рахунок інтеграції функцій зникне необхідність дублювання її елементів, що дозволить значно спростити і здешевити систему.

Експериментальний захоплювач вироблявся як втілення одного з елементів такої системи комплексного керування. Продовженням і розширенням роботи в цьому напрямку стане використання елементів блоку центрування для одночасного зважування вантажу.

У робочих циклах операція зважування використовувалася як окремий елемент технологічного процесу переробки вантажу. Поєднання її з операціями центрування і транспортування – перспективний шлях підвищення ефективності використання автотранспорту у робочих циклах.

5. Методика натурних випробувань

Для визначення ефективності експериментального зразка і порівняння його з прототипом вироблена програма і методика досліджень.

Особливістю натурних випробувань було те, що центр вантажу може зміщуватися в поперечному напрямку. За основу взята методика [14]. Вона доповнена нормативним документом Німеччини [15]. Використання цих методик дозволило врахувати особливості роботи експериментального захоплювача. Вироблена методика містила також ряд експериментів, що дозволили виявити вплив вантажу на ефективність роботи автотранспорту.

Методика має такі пункти:

1. Стандартна методика містила перевірку стійкості проти перекидання автотранспорту з навішеним вилковим захоплювачем. Нову методику доповнювало визначення запасу стійкості автотранспорту при різних видах випробувань. Впровадження показника запасу стійкості дозволяє повніше оглянути картину стійкості кожної конкретної машини залежно від виконуваної роботи.

2. У стандартній методиці визначалася найбільша швидкість руху автотранспорту з номінальним вантажем. Нова методика також передбачала вимірювання частоти коливань за допомогою комплексу спеціальної апаратури для визначення рівнів вібрації.

3. На відміну від стандартної методики продуктивність на умовних циклах визначалася не тільки для автотранспорту з вилами, але й для машин з кареткою бокових переміщень і з експериментальним вилковим захоплювачем. Порівняння продуктивності роботи автотранспорту з різним навісним обладнанням при

однакових умовах роботи наочно показувало ефективність кожного вантажозахопного пристрою.

4. Крім випробовування автонавантажувача з експериментальним вилковим захоплювачем в умовних циклах, додатково визначалася кількість рухів водія, пов'язаних з керуванням машиною. Рухи реєструвалися візуально і за допомогою відеокамери.

На основі стандартного циклу, виробленого в НВО "Автовантажмаш" для визначення надійності проєктованих машин, був вироблений умовний цикл, що враховував особливості роботи автонавантажувача з експериментальним вилковим захоплювачем. На основі цього циклу з урахуванням особливостей застосування захоплювачів з боковим зміщенням вил запропонований типовий цикл для автонавантажувачів, обладнаних пристроями позиціонування вантажів. Його особливістю було запровадження таких операцій, як позиціонування вил відносно вантажу і вантажу відносно ніші, а також операція центрування.

Запропонований цикл складався з робочого транспортування і порожнього переміщення. Робоче транспортування містило такі операції: маневрування (під'їзд до вантажу); позиціонування вил відносно вантажу; завантаження; маневрування (розворот на 90°); горизонтальне транспортування з операцією центрування на початку руху; маневрування (розворот на 90°); позиціонування вантажу відносно ніші; вертикальне транспортування; розвантаження.

При повномасштабних випробуваннях з метою визначення показників надійності вироблений типовий цикл інтегровано в умовний симетричний.

6. Вимірювальна апаратура

Для проведення випробовувань використовувалася стандартна вимірювальна апаратура: платформа для випробовувань на стійкість автонавантажувачів, вимірювач витрати палива ИРТОС-М, а також комплекс спеціальної апаратури для визначення рівнів вібронавантаження автотранспортних засобів при сертифікаційних випробовуваннях. Для дослідження особливостей роботи автонавантажувача з експериментальним вилковим захоплювачем у робочому циклі використовувалася відеотехніка. Також використовувалися секундоміри, вимірювальні лінійки, контрольні вантажі.

Витратомір містився на противазі, а його індикуюча частина разом з віброаналізатором – на захисній решітці кабіни автонавантажувача. Акумулятори знаходилися: один біля водія – на капоті, другий – на противазі з другого боку від витратоміра. Акумулятор автонавантажувача використовувався для живлення експериментального захоплювача. Між акумулятором і витратоміром на противазі стояв оператор, що керував усією апаратурою.

7. Результати досліджень

Ефективність функціонування автонавантажувача з експериментальним вилковим захоплювачем оцінювалася за трьома глобальними критеріями: продуктивність роботи (рис.7), витрата палива (рис.8), вібронавантаження робочого місця водія (рис.9).

У результаті аналізу випробовувань встановлено, що продуктивність зростала за рахунок зменшення часу захоплення вантажу, можливості маніпуляції вантажем (а не автонавантажувачем) при складуванні, використанні центрування вантажу при русі автонавантажувача і накладанні цієї операції на операцію транспортування. Значного зростання витрати палива не спостерігалось. Вібронавантаження робочого місця водія зменшилося.

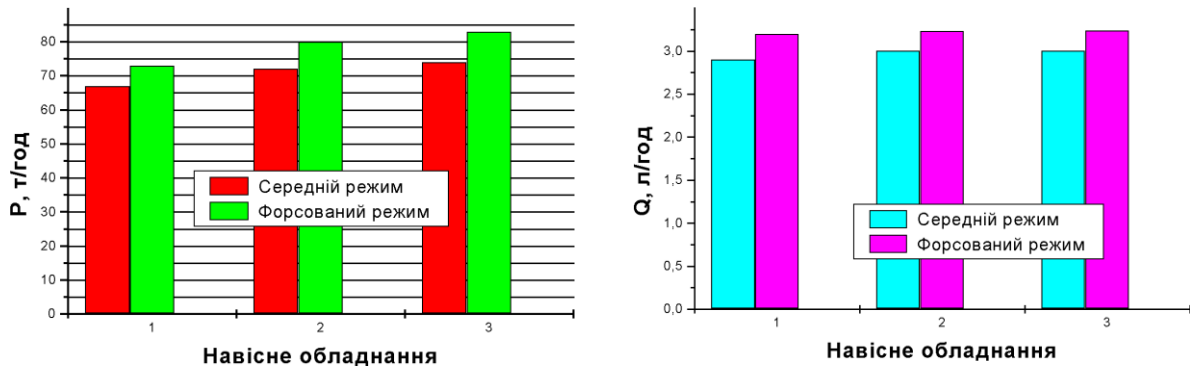
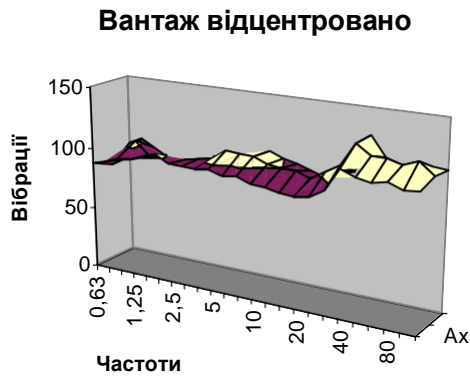
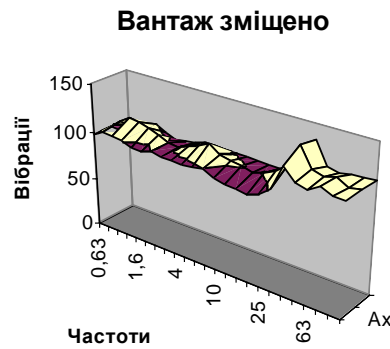


Рис. 7. Продуктивність і витрата палива автонавантажувача залежно від навісного обладнання: 1 - каретка з вилами; 2 - каретка бокових переміщень вил; 3 - експериментальний захоплювач з боковим зміщенням вил.



а)



б)

Рис. 9. Вібронавантаження автонавантажувача у трьох точках кузова машини з відцентрованим (а) і зміщеним (б) вантажем.

Висновки

1. Класифікація способів коригування розміщення центра ваги вантажу на вилах автонавантажувачів дозволить вибрати найефективніші з них для конкретних умов експлуатації.
2. Розроблений експериментальний вилковий захоплювач дозволить підвищити продуктивність автонавантажувача на 12%. Вона зростає за рахунок зменшення часу захоплення вантажу; можливості маніпуляції вантажем (а не автонавантажувачем) при складуванні; поєднання операції центрування вантажу з переміщенням автонавантажувача.
3. Вироблена методика випробувань забезпечить ефективність впливу нових конструктивних рішень на ефективність функціонування автонавантажувача.

4. Завдяки створеному комплексів вимірювальної апаратури час обробки даних одного заїзду автотранспорту триває приблизно 3 хвилини.
5. Включення до робочого циклу операції центрування, а також її поєднання з операцією транспортування підвищує ефективність функціонування автотранспорту.
6. Технічні рішення, використані в автотранспорті з експериментальним захоплювачем з боковим зміщенням вил, можуть стати основою для створення комплексної системи керування обробкою вантажу і роботою трансмісії й створення концепційної моделі автотранспорту.

The classification of patents in reference to load alignment at lift load fork is carried out and algorithm of making of such alignment is developed.

The results of physical experiment are presented in which the influence of non-symmetric position of load at fork of lift load truck on vehicle productivity has been determined.

Література

1. Гащук П.М., Зинько Р.В. Влияние размещения груза на эффективность рабочего цикла автопогрузчика // Четвертая международная научно-техническая конференция по двигателям внутреннего сгорания и методам исследования транспортных средств. – Руссе: Болгария. - 1997. - Том II. С. 355-359.
2. Заявка №3015098 ФРН, МКИ В66 F9/14. Der Staplerfahrer/ Kurt Shnitke (ФРН); Linde. -№3129257; Заявл. 20.07.80; Опубл. 29.10.81.
3. Заявка №58-32160 Япония, МКИ В66 F9/14, В66 F9/18. Стабилизатор боковой устойчивости для рабочей машины с вилчатым захватом/ Сису Такуда (Япония); К.к. Тоёда. -№49-119619. Заявл. 16.10.74; Опубл. 07.11. 83.
4. Заявка №49-23186 Япония, МКИ В66 F9/06. Вилочный погрузчик с возможностью центрирования транспортируемого изделия/ Дейтеро Судзуки (Япония), К.к. Тоёда. -№48-15038. Заявл. 21.05.87; Опубл. 12.11.74.
5. А.с. №512161 СССР, МКИ В66 F9/06. Захват для длинномерных грузов/ Л.Я.Яринский, Ю.В.Шилов (СССР). -№2084364/27-11. Заявл. 17.12.74; Опубл. 30.04.76, Бюл. №16. –3с.
6. А.с. № 1770261 СССР, МКИ В66 F9/12. Вилочный захват погрузчика/ М.П.Козлинский, Р.В.Зинько (СССР), Львовский политехнический институт. -№4858895/11. Заявл. 13.08.90. Опубл. 23.10.92, Бюл. №39. –3с.
7. Патент №5421 Україна, МКИ В66 F9/12. Вилочний захват для навантажувача/ М.П.Козлинський, Р.В.Зинько (Україна). ДУ “Львівська політехніка”. -№94250611. Заявл. 01.06.93. Опубл. 28.12.94, Бюл. №7-1. –3с.
8. Патент №19542A Україна, МКИ В66 F9/06. Вилочний захват навантажувача/ М.П.Козлинський, Р.В.Зинько (Україна). ДУ “Львівська політехніка”. -№94041211. Заявл. 18.10.93. Опубл. 25.12.97, Бюл. №6. –3с.
9. Заявка на видання патента України №95010388 від 30.01.95 Вилковий захоплювач вантажника/ М.П.Козлинський, Р.В.Зинько. –3с.
10. Патент 17826A Україна, В66 F9/06. Спосіб позиціонування довгомірних вантажів і пристрій для його здійснення/ М.П.Козлинський, Р.В.Зинько (Україна). ДУ “Львівська політехніка”. -№96010011. Заявл. 03.01.96. Опубл. 03.06.97, Бюл. №7-1. –3с.
11. Патент 22864A Україна, В66 F9/06. Спосіб позиціонування вантажів і пристрій для його здійснення/ М.П. Козлинський, Р.В. Зинько (Україна). ДУ “Львівська політехніка”. -№96041517. Заявл. 17.04.96. Опубл. 05.05.98, Бюл. №3. –3с.
12. Заявка на видання патента України №9603966 від 21.10.96 Спосіб позиціонування вантажів і пристрій для його здійснення / Р.В. Зинько. –3с.
13. Заявка на видання патента Росії №97108200 від 31.05.96 Спосіб позиціонування грузов и условия его осуществления/ М.П. Козлинський, Р.В. Зинько. –3с.
14. РД 37.041.022-88 “Автопогрузчики. Устойчивость. Методы проверок”. - М., 1988.
15. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L100/64. Methode Nr.10 fur 12.4.89. Deutsche Institut fur Normung e.V., 1989. –14р.

Одержано 09.10.2000 р.