

ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ПРОЄКТНОГО РОЗРАХУНКУ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИВОДУ ВІБРОУДАРНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ РОЗВАНТАЖЕННЯ АВТОМОБІЛІВ – САМОСКІДІВ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано особливості результатів розробки програмного модуля для проєктного розрахунку гідроімпульсного приводу віброударного пристрою для розвантаження автомобілів – самоскидів. Визначено програмну структурну модуля, особливості використання, а також ефективність впровадження в системах автоматизованого проєктування на машинобудівних підприємствах.

Ключові слова: комп'ютерна програма, автомобіль–самоскид, віброударний пристрій, розвантаження, гідроімпульсний привід.

Abstract

The peculiarities of the results of the software module development for the design calculation of the hydropulse drive of the vibro-shock device for unloading of cars - dump trucks are analyzed. The software structural module and features of use are defined. The efficiency of implementation in computer-aided design systems at machine-building enterprises is also determined.

Keywords: computer program, dump truck, vibratory shock device, unloading, hydropulse drive.

Вступ

Сучасний розвиток інформаційних технологій у багатьох сферах людської життєдіяльності дозволило збільшити рівень автоматизації виконуваних операцій, що дозволило підвищити ефективність виконуваних завдань. Особливий розвиток використання систем автоматизованого проєктування в сфері машинобудування дозволило покращити рівень умов праці і підвищити технологічний рівень випускаємої продукції, що у свою чергу дозволило загалом знизити її собівартість [1, 2].

У зв'язку з цим виникла необхідність розробки нової системи автоматизованого проєктного розрахунку конструктивних параметрів гідроімпульсного приводу віброударного пристрою для розвантаження автомобілів – самоскидів [3].

Результати дослідження

Даний програмний модуль призначений для проєктного розрахунку гідроімпульсного приводу віброударного пристрою для розвантаження автомобілів – самоскидів [4].

Програма має зручний та зрозумілий інтерфейс, необхідний функціонал для виконання поставленої задачі [5].

Інтерфейс програми складається з вікна введення початкових даних для розрахунку і вікна результатів проєктного розрахунку.

При проєктуванні гідравлічних вібраційних і віброударних приводів технологічних машин, як правило, в технічному завданні задаються такі основні початкові дані [6]:

- амплітуда вібрацій виконавчої ланки $x_2=0,0075$ м;
- максимальна маса вантажу $M_в=3500$ кг (вантажопід'ємність автомобіля-самоскида);
- технічна маса кузова $m_{тi}=600$ кг;

- максимальна інерційна маса $M=60$ кг (маса гідроциліндра з інерційними масами);
- марка робочої рідини (енергоносія), в залежності від якої вибирається контрольно-розподільна гідроапаратура та гідроарматура;
- номінальний тиск «відкриття» $p_1=20 \cdot 10^6$ Па, початковий тиск в робочій гідросистемі, за яким попередньо позначається тип гідронасоса [7];
- спосіб організації комунікації між ланками привода, в першу чергу, гідроапаратурою, що входить в його систему [8];
- конструктивні технологічні розміри кузова $l \times h \times s = 2,88 \times 2,33 \times 0,205$ м (довжина \times ширина \times товщина днища кузова);
- номінальна витрата гідронасоса $Q_H = 9,3 \cdot 10^{-4}$, м³/с;
- орієнтована амплітуда тиску $\Delta p = p_1 - p_2 = 20 \cdot 10^6 - 16 \cdot 10^6 = 4 \cdot 10^6$ Па в порожнині виконавчого гідроциліндра з інерційними масами [9];

Крім цих основних даних, яких не достатньо для повного розрахунку геометричних, силових і енергетичних параметрів гідроімпульсного привода віброударного пристрою, необхідно, керуючись набутим досвідом проєктування і експлуатації віброударних машин із гідроімпульсним приводом і технічними показниками призначення, наведеними в технічному завданні, із конструктивних міркувань орієнтовно задати:

- маси запірних елементів однокаскадного клапана-пульсатора – першого каскаду m_1 ;
- діапазон регулювання попередніх деформацій пружин регулятора тиску «відкриття» силової пружини гідроциліндра з інерційними масами $x_0 = 0,005$ м попередній натяг пружини клапана першого каскаду $x_1 = 0,01$ м;
- квалітет точності спряжень напрямних поверхонь запірних елементів та інших рухомих з'єднань гідравлічного віброударного привода і двокаскадного клапана-пульсатора [5, 8];
- марку матеріалів основних деталей гідравлічного віброударного привода;
- допустимі швидкості $[V]$ руху енергоносія в напірних та зливних гідролініях.

На початку роботи з програмою, з'являється вікно вхідних даних (рис. 1), для подальшої роботи програми необхідно вказати вище зазначені дані.

Вхідні данні

Маса запірних елементів однокаскадного клапана-пульсатора - першого каскаду, (m_1):
 кг

Діапазон регулювання попередніх деформацій пружин регулятора тиску «відкриття» силової пружини гідроциліндра з інерційними масами, (x_0):
 м

Квалітет точності спряжень напрямних поверхонь запірних елементів та інших рухомих з'єднань гідравлічного віброударного привода і двокаскадного клапана-пульсатора:

Допустима швидкість $[V]$ руху енергоносія в напірних та зливних гідролініях гідроімпульсного привода віброударного пристрою та через відкриті щілини запірних елементів каскадів двокаскадного клапана-пульсатора під час його спрацювання:
 м/с

Попередній натяг пружини клапана першого каскаду, (x_1):
 м

Марка матеріалів основних деталей гідроімпульсного віброударного пристрою:

Рис. 1. Загальний вигляд інтерфейсного вікна для введення вхідних параметрів

Після того як всі поля будуть заповнені можна отримати результат, для цього необхідно натиснути кнопку «Розрахувати». Якщо ж дані були введені не правильно, з'явиться вікно інформування про помилку.

Вікно «результати розрахунків» (рис. 2) містить таблицю з результатами обчислень усіх необхідних параметрів.

Результати розрахунків	
Необхідна швидкість удару гідроциліндра з інерційними масами по кузов автомобіля-самоскида для ефективного розвантаження вантажу, $V(\text{м/с})$: 0.0010	Значення деформації в центрі кузова в місці прикріплення гідроімпульсного привода віброударного пристрою, $\delta_{ст}(\text{м})$: 0.0105
Розподілене навантаження вздовж вісі x кузова, $q_x(\text{н/м})$: 40262.0	Жорсткість проставки, $s_{пр}(\text{н/м})$: 2.73E+8
Розподілене навантаження вздовж вісі y кузова, $q_y(\text{н/м})$: 13979.9	Коефіцієнт жорсткості пластини, $s(\text{н/м})$: 5.51E+11
Жорсткість пластини кузова, $D(\text{н/м})$: 7.697E+8	Частота коливань гідроциліндра з інерційними масами, $\nu(\text{Гц})$: 2.32
Робота, яку виконує гідроциліндр з інерційними масами на фазі опускання, при русі вгору по удару по дну кузова (при зльоті робочої рідини з порожнини, A (кДж)): 28.44	Загальна потужність віброударного привода, $N(\text{кВт})$: 21.22
Коефіцієнт жорсткості силової пружини, $k(\text{н/м})$: 8.427E+7	Загальний ККД гідроімпульсного привода для розвантаження автомобіля-самоскида, η : 0.01
Необхідний коефіцієнт жорсткості пружини клапана першого каскаду, $k_c(\text{н/м})$: 1.87E+6	ККД гідравлічного віброударного привода, η_r : 0.049

Рис. 2. Загальний вигляд інтерфейсного вікна для проєктних результатів розрахунків

Даний програмний додаток був створений з допомогою мови програмування C# та середовища програмування Visual Studio.

Мінімальні системи вимоги: Windows XP SP3/Vista/7/8/10, процесор з тактовою частотою 500 МГц, 512 МБ ОЗУ, монітор з роздільною здатністю понад 1024×576 пікселів.

Висновки

Розв'язана задача зі створення моделі та її реалізації у вигляді програмного модуля для проєктного розрахунку гідроімпульсного привода віброударного пристрою для розвантаження автомобілів – самоскидів. Розроблений програмний модуль у складі системи автоматизованого проєктування дозволило підвищити точність визначення конструктивних параметрів гідроімпульсного привода на 8% [6], а це у свою чергу дозволило загалом збільшити ефективність використання навісного розвантажувального обладнання на транспортних засобах [7, 9].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белзецький Р. С. Комп'ютерна програма для розрахунку зусилля на повздовжніх тягах трьох точкового гідравлічного навісного обладнання транспортних засобів [Електронний ресурс] / Р. С. Белзецький, Я. В. Іванчук // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2019), Вінниця, 13-15 березня 2019 р. - Електрон. текст. дані. - 2019. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ininv/all-ininv-2019/paper/view/6781/5869>.
2. Белзецький Р. С. Комп'ютерна програма для розрахунку робочих характеристик сільськогосподарських транспортних засобів в залежності від обраних вузлів трансмісії [Електронний ресурс] / Р. С. Белзецький, Я. В. Іванчук // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2019), Вінниця, 18-19 травня 2020 р. - Електрон. текст. дані. - 2020. - Режим доступу : https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/vntu_2020_netpub.pdf.
3. Белзецький Р. С. Програмно-апаратний комплекс та математична модель для контролю видачі зброї добовим нарядом / Р. С. Белзецький, А. А. Шиян, В. В. Сергеева // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – №4. – С. 16–21. <http://visnyk.vntu.edu.ua/article/view/3688/5407>.
4. Іскович–Лотоцький Р. Д. Основи резонансно–структурної теорії віброударного розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна. – Д., 2014. – №5(53) – С.109 – 118. doi: 10.15802/stp2014/30458.

5. Іскович–Лотоцький Р. Д. Аналіз використання гідроімпульсних вібророзвантажувальних пристроїв на автомобільному транспорті // Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я.В. Іванчук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011, – №6. – С. 228 – 231.

6. Іскович–Лотоцький Р. Д. Дослідження динаміки процесу роботи універсального гідравлічного віброудраного приводу для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»)– Луцьк, 2007. – № 20. – С. 184 – 187.

7. Іскович–Лотоцький Р. Д. Підвищення ефективності розвантаження матеріалів під дією періодичних ударних імпульсів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Вібрації в техніці і технологіях. – 2008. – №2(51). – С. 8 – 11.

8. Іскович–Лотоцький Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці установок для утилізації відходів. / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Д. В. Тесовський, Я. П. Веселовський // Технологічні комплекси. Науковий журнал – Луцьк, 2012. – № 1,2 (5, 6). – С. 122 – 126.

9. Іскович–Лотоцький Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці гідроімпульсного приводу віброударного пристрою для розвантаження кузовів–самоскидів транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Харків., 2014. – Випуск 148. Частина 1. – С. 95–101.

Белзецький Руслан Станіславович – канд. техн. наук, доцент кафедри Інтеграції навчання з виробництвом, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: belzetskiyruslan@gmail.com

Іванчук Ярослав Володимирович — д-р. техн. наук, доцент, доцент кафедри інтеграції навчання з виробництвом, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ivanchuck@ukr.net

Коваль Костянтин Олегович — канд. техн. наук, завідувач кафедри інтеграції навчання з виробництвом, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. Email: kkoval@vntu.edu.ua.

Belzetskyi Ruslan S. – Ph. D., Assistant Professor of the Chair of Integration Education with Production, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belzetskiyruslan@gmail.com;

Yaroslav Ivanchuk V. – Dr. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of Industrial Engineering Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ivanchuck@ukr.net.

Koval Konstantin O. – Cand. Sc., Associate Professor, Head of the Department for Training and Production Integration, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. Email: kkoval@vntu.edu.ua