

ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ПРОЄТНОГО 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 продукції, що випускається [1-3]. В свою чергу це дозволило загалом знизити її собівартість.

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

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 $M_v=3500$ кг (вантажопід'ємність автомобіля-самоскида);
- технічна маса кузова $m_{nt}=600$ 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 $Q_H = 9,3 \cdot 10^{-4}$, м/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.

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 інерційною масамию дни кузова автомобіль-самоскида для ефективного розвантаження вантажу, $V(\text{м/с})$: 0.0010	Значення деформації в центрі кузова в місці прикріплення гідроімпульсного привода віброударного пристрою, $\delta(\text{м})$: 0.0105
Розподілене навантаження вздовж вісі x кузова, $q_x(\text{н/м})$: 40262.0	Жорсткість проставки, $s_{\text{пр}}(\text{н/м})$: $2.73\text{E}+8$
Розподілене навантаження вздовж вісі y кузова, $q_y(\text{н/м})$: 13979.9	Коефіцієнт жорсткості пластини, $s(\text{н/м})$: $5.51\text{E}+11$
Жорсткість пластини кузова, $D(\text{н/м})$: $7.697\text{E}+8$	Частота коливань гідроциліндра з інерційною масамию, $\nu(\text{Гц})$: 2.32
Робота, яку виконує гідроциліндр з інерційною масамию на фазі опускання, при русі вгору до удару по дни кузова (при зльві робочої рідини з порожнини, $A(\text{кДж})$: 28.44	Загальна потужність віброударного привода, $N(\text{кВт})$: 21.22
Коефіцієнт жорсткості силової пружини, $k(\text{н/м})$: $8.427\text{E}+7$	Загальний ККД гідроімпульсного привода для розвантаження автомобіль-самоскида, η : 0.01
Необхідний коефіцієнт жорсткості пружини клапана першого каскаду, $k_1(\text{н/м})$: $1.87\text{E}+6$	ККД гідравлічного віброударного привода, $\eta_{\text{г}}$: 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-fksa/index/pages/view/zbirn2019>.
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/index.php/allvntu/index/pages/view/zbirn2020>.
3. Белзецький Р. С. Програмно-апаратний комплекс та математична модель для контролю видачі зброї добовим нарядом / Р. С. Белзецький, А. А. Шиян, В. В. Сергєєва // 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 Department for Training and Production Integration,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belzetskiyruslan@gmail.com;

Yaroslav Ivanchuk V. – Dr. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of Department for Training and Production Integration, 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