

АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОБУДУВАННЯ

На правах рукопису

ШИШЛАКОВ Петро Васильович

РОЗРОБКА СТЕНДІВ З РЕГУЛЬОВАНИМ ГІДРОПРУЖНИМ
ПРИВОДОМ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ВИРОБІВ НА ДІЮ
УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

01.02.06 – динаміка, міцність машин, приладів
та апаратури

А в т о р е ф е р а т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 1992



00825558 (X)

ANALIZ
PROSTYI PRAMIANI

на прелек рупонку

ВИБІРАЮТЬ ПЕРШО ПОВІДОМЛЕННЯ

ПОСЛОВА СЛОВАНИ З ПЕРШОМОВНИМ ПЕРШОМОВНИМ

ПЕРШОМОВНИМ ПЕРШОМОВНИМ ПЕРШОМОВНИМ

ПЕРШОМОВНИМ ПЕРШОМОВНИМ

01.02.00 - якнайкраще, мінімізує вартість, підвищує

та аналізує

А к т о р ф о р м а

позначені на зображенні зображення зображення

кваліфікація технічних кадрів

АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОБУДУВАННЯ

На правах рукопису

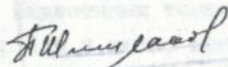
ШИШЛАКОВ Петро Васильович

РОЗРОБКА СТЕНДІВ З РЕГУЛЬОВАНИМ ГІДРОПРУЖНИМ
ПРИВОДОМ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ВИРОБІВ НА ДІВ
УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

01.02.06 – динаміка, міцність машин, приладів
та апаратури

А в т о р е ф е р а т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



Харків - 1992

Ав 26.193

Робота виконана у Краматорському індустріальному інституті

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Роганов Л.Л.

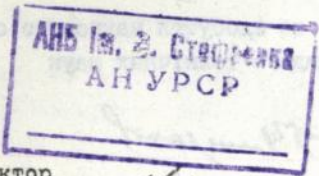
Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Божко О.Е.,
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Паценкер Б.Л.

Провідне підприємство: АО "Новокраматорський машинобудівельний завод", м.Краматорськ

Захист відбудеться "14" 12 1992 р. о 14 год.
00 хв. в ауд. № III2 на засіданні спеціалізованої ради
KO16.22.OI. при Інституті проблем машинобудування АН України за
адресою: ЗІ0046, м.Харьків-46, вул. Дм.Пожарського, 2/10,
ІПМаш АН України.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту
проблем машинобудування АН України.

Автореферат розісланий "11" 11 1992 р.



Вчений секретар
спеціалізованої ради, доктор
технічних наук, професор

Handwritten signature

Ю.С.Воробйов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Підвищення надійності, довговічності та якості складної вимірвальної радіо та телевізійної апаратури, приладів авіаційної та космічної техніки, які являють собою складні системи, потребує проведення різноманітних випробувань на дію динамічних навантажень як під час експлуатації, так і при транспортуванні та зберіганні. Найважче є доцільність заміни дорогих та тривалих натурних випробувань на ударні навантаження лабораторними випробуваннями на вібраційних та ударних стендах (УС).

Найбільш поширеними є стенди з механічним приводом, працюючі за принципом гальмування. Для формування імпульсу ударного прискорення (ІУП) застосовують пружно- та непружно-деформівні гальмові пристрої, які не забезпечують стабільності результатів випробувань у зв'язку з неоднаковістю їх механічних характеристик. Відомі УС, працюючі за принципом розгону, відрізняються складністю конструкції, незручністю у експлуатації та обмеженістю регулювання ІУП.

У Краматорському індустріальному інституті (КІІ) було розроблено гідропружний привід (ГПП), дія якого базується на використанні енергії пружної деформації робочої рідини. ГПП знайшов застосування у машинах для обробки матеріалів тиском, приладах для ущільнення ґрунту та формової суміші, високовольних вимикачів електричних мереж та інших машинах ударної дії. За потужністю ГПП стоїть поруч із вибуховим приводом, вигідно відрізняючись від нього зручністю та безпечністю експлуатації, екологічною чистотою.

Такі якості ГПП як швидкодійність, стабільність робочих характеристик та можливість регулювання параметрів ударної дії дозволяють використовувати його в стендах для ударних випробувань.

Робота виконана на кафедрі "Деталі машин" КІІ в період з 1988 по 1992 рр. у відповідності до наказу Міністерства освіти України на НДР за пріоритетними напрямками досліджень в області технічних наук на 1991-1993 рр. /наказ № 78 від 21 березня 1991р./, НДР за державними бюджетними темами "Дослідження фізико-динамічних властивостей рідин з метою використання одержаних результатів при створенні перспективних гідропружних приводів" /Д.Р. № 01890009099/ та "Проведення досліджень механізмів керування формою ударного імпульсу на основі гідропружного приводу для машин ударної дії" /Д.Р. № 019000023881/.

Метою роботи є розробка стендів для ударних випробувань на основі регульованого гідропружного приводу (РГПП), які відрізняються швидкодійністю, широтою діапазонів регулювання параметрів ІУП.

Методи дослідження. Для аналізу параметрів регулювання ГПП були застосовані аналітичні методи досліджень. В роботі використані основні положення динаміки гідропроводів, математичне та фізичне моделювання.

Основні нові научні результати, що виносяться автором на захист:

- розроблені математичні моделі ударних стендів з регульованим гідропружним приводом (УС РГПП);
- результати аналізу вплива параметрів ГПП на ІУП;
- конструктивні схеми УС РГПП, захищені авторськими свідоцтвами;
- методика розрахунку та проектування УС РГПП для випробувань виробів на одиночні та багаторазові ударні навантаження;
- уточнення залежностей для енергії пружної деформації робочої рідини та величини ходу рухомих частин ГПП з прискоренням (активного ходу).

Практична цінність. Розроблені математичні моделі дозволяють визначати кінематичні та динамічні параметри окремих елементів УС, до яких належать переміщення, швидкості та прискорення рухомих частин, сили взаємодії між елементами системи, утворюючи УС. Методика розрахунку УС РГПП надає можливість зробити вибір схеми регулювання ІУП у потрібному часовому та амплітудному діапазоні, здійснити вибір оптимальних параметрів УС. При проектуванні можуть бути використані розроблені конструктивні схеми, які реалізують можливі засоби регулювання ІУП.

Впровадження. Розроблені і впроваджені у виробництво:

- стенд для ударних випробувань на Зеленчукському заводі "Спіраль" в 1992 р. з економічним ефектом 67,9 тис.карб. на частку автора;
- стенд для випробувань виробів на ударні навантаження з плаваючим поршнем (лабораторія кафедри "Деталі машин" КІІ) в 1990 р.
- установка для визначення ізотермічного модуля об'ємної пружності робочої рідини (лабораторія кафедри "Деталі машин" КІІ).

Апробація роботи. Основні положення роботи доповідались та обговорювались на:

- Всесоюзній пересувній виставці "Динамічні випробування", м.Челябінськ, 1988 р.;
- Всесоюзній науково-технічній конференції "Гідравліка і гідропривід машин, автоматів та промислових роботів у машинобудуванні", м.Севастополь, 1990 р.;
- Всесоюзному науково-технічному семінарі "Нові матеріали, технологія і автоматизація у холодно-штамповочному виробництві", м.Пенза, 1991 р.;
- Всесоюзному науково-технічному семінарі "Фундаментальні основи екологічно чистих технологій", м.Донецьк, 1991 р.;
- науково-технічних конференціях викладачів та наукових робітників КІІ в 1986, 1988, 1990 рр.

Одержано п'ять позитивних рішень по заявках на можливі винаходи УС РГПШ.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 9 друкованих робіт.

Структура та об'єм дисертації. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, загальних висновків та списку літератури. Робота містить 184 сторінки, 68 рисунків, 14 таблиць. Список літератури містить 105 найменувань.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність роботи і розкрита мета досліджень.

У першому розділі надається огляд досліджень в галузі УС та фізико-динамічних властивостей робочих рідин, які вживаються в ГПШ. Розглядаються види та методи ударних випробувань, зроблено аналіз існуючих УС, наведена їх класифікація за різними ознаками.

Питанням дослідження та розробки УС присвячені роботи Г.С.Батуєва, В.Х.Бегларяна, О.Е.Божко, А.Н.Бураго, М.Е.Гарфа, М.Д.Генкіна, Ю.І.Іоріша, В.А.Ключко, В.В.Клюєва, А.Ленка, В.С.Пеллінца, Ю.Ренітца та інших вчених.

Відомі розробки гідравлічних та пневмогідравлічних УС Вінницького політехнічного інституту, які використовують для керування ЛУП принцип дросельного регулювання.

Аналіз основних характеристик ГПП підтвердив доцільність його використання в УС з великою стабільністю і регулюванням параметрів ІУП.

Жорсткість ГПП визначається величиною зведеного модуля об'ємної пружності, основну частку якого (до 90%) становить модуль об'ємної пружності робочої рідини. Проте його величина не нормується стандартами і може значно відрізнятись навіть для рідини однієї марки. Дані про лінійну залежність модуля об'ємної пружності від тиску мають суперечливий характер.

На підставі зробленого аналізу були сформульовані такі основні задачі досліджень:

- розробка математичних моделей УС РГПП для одиночних та багатотазових ударів;
- проведення теоретичних та експериментальних досліджень впливу конструктивних параметрів ГПП на ІУП;
- розробка конструктивних схем УС РГПП;
- проведення експериментальних досліджень з визначення модуля об'ємної пружності робочої рідини з урахуванням впливу на його величину різноманітних факторів;
- розробка методики розрахунку та проектування УС РГПП.

У другому розділі наведені результати теоретичних досліджень УС на основі ГПП. Для випробувальних стендів на дію одиничних ударних навантажень були розроблені одно-, трьох- та чотирьох-масова математичні моделі, які устанавлюють залежність між кінематичними параметрами УС з одного боку і його конструктивними параметрами та пружними характеристиками робочих рідин - з іншого.

Конструктивна схема УС для випробування виробів на одиночні удари показана на рис.І. В наслідку створення тиску в робочій камері акумулюється необхідна енергія пружної деформації робочої рідини. Після створення керуючого тиску у підплунжерній порожнині відбувається розгерметизація ущільнення на нижньому торці плунжера і він розгоняється під дією тиску рідини, що розтискається. Рух системи в процесі формування ІУП складається з двох етапів: сумісного руху плунжера із платформою та їх роздільного руху після відділення платформи від плунжера. Гальмування платформи та її утримання у верхньому положенні здійснюється за допомогою гальмових пневмоциліндрів.

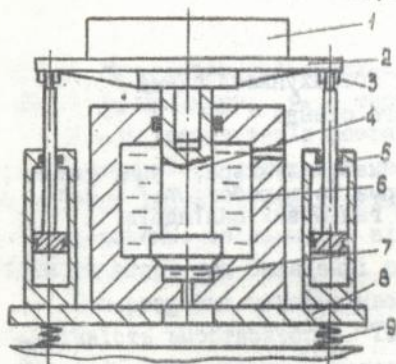


Рис. 1. Конструктивна схема станда для випробування виробів на одиничні ударні навантаження

1 - випробуваний виріб; 2 - платформа; 3 - пружний елемент; 4 - плунжер; 5 - гальмовий пневмоциліндр; 6 - робоча камера; 7 - керуюча порожнина; 8 - основа; 9 - амортизатор

Одномасові математичні моделі були розроблені для діючої моделі УС, у якій плунжер та платформа рухались як одне тіло. При цьому основа стану вважалася нерухомою, сили тяжіння та опору руху плунжера не враховувались. В залежності від закону зміни тиску в робочій камері були одержані такі диференціальні рівняння руху плунжера:

$$m\ddot{x} = \rho_1 S - (E_0 S^2/V_0)x ; \quad (1)$$

$$m\ddot{x} = \rho_1 S - (E_{cp} S^2/V_0)x ; \quad (2)$$

$$m\ddot{x} = S(\rho_1 V_0 - E_0 Sx)/(V_0 + c Sx) ; \quad (3)$$

$$m\ddot{x} = \frac{S}{c} [(E_0 + c\rho_1) \left(\frac{V_1}{V_1 + Sx}\right)^c - E_0] \quad (4)$$

де m - маса рухомих частин УС; \ddot{x} - прискорення плунжера друга похідна від координати x плунжера; ρ_1 - початковий тиск робочої рідини; E_0 , E_{cp} - значення модуля об'ємної пружності відповідно при атмосферному тиску та середнє для робочого діапазону тисків; V_0 - об'єм стискаємої рідини; V_1 - об'єм робочої камери; S - площа перерізу плунжера; c - коефіцієнт пропорціональності в залежності $E = E(\rho)$.

При тисках до 20 МПа розрахунки кінематичних параметрів відповідно моделям (1)...(4) дають дуже близькі результати.

Трьохмасова математична модель (рис. 2) розроблялась з урахуванням сил тяжіння та опору при нескінченно великій жорсткості амортизаторів.

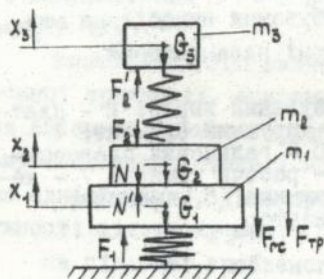


Рис. 2. Розрахункова схема ударного стенда

m_1 - маса плунжера; m_2 - маса платформи із виробом; m_3 - маса штоків гальмових циліндрів.

На першому та другому етапах формування ІУП диференціальні рівняння руху відповідно мають вигляд

$$\begin{cases} (m_1 + m_2) \ddot{x}_1 = F_1 - F_2 - F_{rc} - F_{tp} - G_1 - G_2; \\ \ddot{x}_2 = \ddot{x}_1; \\ m_3 \ddot{x}_3 = F_2' - F_{nc} - G_3; \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 = F_1 - F_{rc} - F_{tp} - G_1; \\ m_2 \ddot{x}_2 = -F_2 - G_2; \\ m_3 \ddot{x}_3 = F_2' - F_{nc} - G_3. \end{cases} \quad (6)$$

Тут F_1 - сила, діюча на плунжер з боку рідини, що розтискається; $F_2 = F_2'$ - сила пружності елементів, з'єднуючих платформу із штоками гальмових пневмоциліндрів; F_{rc} - сила гідравлічного опору руху плунжера; F_{tp} - сила тертя в ущільненнях; F_{nc} - сила опору руху штоків гальмових пневмоциліндрів; G_1 , G_2 , G_3 - сили тяжіння відповідних елементів системи. Числові значення сил знаходяться із формул:

$$\begin{aligned} F_1 &= S(\rho V_0 - E_0 S x_1) / (V_0 + c S x_1); \\ F_2 &= F_2' = c_2(x_{02} + x_2 - x_3); \\ F_{rc} &= 0,5 C_x \rho A \dot{x}; \quad F_{tp} = \pi d \ell k; \quad F_{nc} = n S n p_n, \end{aligned} \quad (7)$$

де c_2 - зведений коефіцієнт жорсткості пружних елементів; x_{02} - величина їх статичної деформації; C_x - коефіцієнт лобового опору; ρ - густина робочої рідини; A - характерна площа; d - діаметр плунжера; ℓ - довжина ущільнення; k - питома

тертя; n - число гальмових циліндрів; S_n - площа поршня гальмового циліндру; p_n - тиск в його штоковій полості.

Аналіз результатів розрахунків за рівняннями (5), (6) з урахуванням (7), виконаний на ЕОМ для стенду CV-2000, виготовленого для Інституту теплотехніки (м.Москва), підтвердив слушність положень, зв'язаних з відмовленням від урахування сил тягіння та опору при складенні рівнянь руху (I) ... (4).

При розробці чотирьохмасової моделі додатково врахувалась податливість амортизаторів. Тому рішення двох систем із чотирьох диференціальних рівнянь другого порядку дає можливість знаходити параметри руху основи стенду і закони, за якими змінюються сили, що передаються амортизаторами на фундамент.

Всі розглянені математичні моделі були розроблені в припущенні, що при спрацьовуванні стенда на плунжер миттєво починає діяти максимальна сила, а ІУП має вертикальний передній фронт. Дійсна форма імпульсу наближається до полусинусоїдальної.

Математична модель УС, що описує поведінку системи на етапі формування переднього фронту ІУП, була розроблена на основі диференціальних рівнянь руху плунжера під дією різниці сил з боку стисненої рідини в робочій камері та керуючій підплунжерній порожнині і руху зведеного об'єму рідини, що переміщується під торець плунжеру. Зважаючи на рівняння стану робочої рідини і диференціальні залежності для змінювання об'ємів робочої камери і підплунжерної порожнини після належних перетворень були одержані рівняння:

$$m\ddot{x} = \frac{E S_1}{V_{10}} (\pi D x z - S_1 x) + \frac{E S_2}{V_{20}} (\pi D x z - S_2 x) + p_{20} S_2 - p_{10} S_1 - m g;$$

$$\rho h_{ж} (\ddot{z} x + \dot{z} \dot{x}) = x \left[\frac{E}{V_{10}} (S_1 x - \pi D x z) + \frac{E}{V_{20}} (S_2 x - \pi D x z) + p_{10} - p_{20} \right], \quad (8)$$

де m - маса рухомих частин; x і \dot{x} - координата і швидкість плунжера; V_{10} і V_{20} - об'єми робочої камери і керуючої порожнини відповідно; $h_{ж}$ - зведена ширина кільцевого об'єму рухомої маси рідини; \dot{z} - швидкість зведеної маси, що рухається під плунжер в радіальному напрямі вздовж осі z ;

$S_1 = \pi(D^2 - d^2)$ - площа кільцевого буртика плунжера; $S_2 = \pi D^2/4$ - площа нижнього торця плунжера; d - діаметр плунжера; D - діаметр кільцевого буртика.

Аналіз одержаної математичної моделі (8), зроблений за допомогою ПЕОМ, виявив, що тривалість переднього фронту ІУП зростає із збільшенням об'єму V_{20} та падає із зниженням початкового тиску p_{10} в робочій камері.

Паралельне та послідовне з'єднання гідравлічних пружин в УС РГПШ дозволяє за рахунок змінення зведеної жорсткості ГПШ регулювати тривалість ІУП. Аналіз математичних моделей таких УС показав, що паралельне і послідовне з'єднання гідропружин дозволяє відповідно зменшувати і збільшувати тривалість ІУП в 10... 12 разів.

УС для випробування виробів на багаторазові удари (рис.3) працює з частотою, що дорівнює частоті обертання силового кулачка. При цьому зворотнo-поступальний рух керуючого плунжера забезпечує зарядку акумулятора енергії в результаті стиснення рідини в робочій камері і наступний розгон робочого плунжера після різкого скинення тиску в керуючій порожнині.

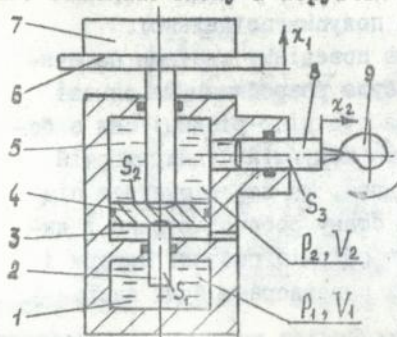


Рис.3. Конструктивна схема стенду для випробування виробів на багаторазові удари

1 - робоча камера; 2 - плунжер; 3 - підпоршньова порожнина; 4 - поршень; 5 - порожнина керуючого тиску; 6 - платформа; 7 - виріб; 8 - керуючий плунжер; 9 - силовий кулачок

Диференціальні рівняння руху двохмасової системи мають вигляд:

$$m_1 \ddot{x}_1 = -E(S_1^4/V_1 + S_2^2/V_2)x_1 + (ES_1S_3/V_2)x_2; \quad (9)$$

$$m_2 \ddot{x}_2 = (ES_1S_3/V_2)x_1 - (ES_3^2/V_3)x_2 + p_{10}S_1S_3/S_2,$$

де m_1 і m_2 - відповідно маси робочого плунжера з платформою та виробом і керуючого плунжера; p_{10} - максимальний тиск в робочій камері.

Рівняння (9) слугують до зупинки керуючого плунжера на мінімальному радіусі силового кулачка. Дальший рух робочого плунжера здійснюється відповідно з рівнянням:

$$m_1 \ddot{x}_1 = (p_1^* S_1 - p_2^* S_2) - E(S_1^4/V_1 - S_2^4/V_2) x, \quad (10)$$

де p_1^* і p_2^* - тиск в відповідній порожнині в мить зупинення робочого плунжера.

В результаті аналізу розроблених математичних моделей були виявлені параметри ГПП, що забезпечують керування ІУП: тиск в робочій камері, маса рухомих частин і жорсткість, яка визначається об'ємом стискаємої рідини, її модулем об'ємної пружності, площею плунжера, а також засобом з'єднання гідравлічних пружин.

Нові конструктивні схеми УС РГПП розроблені для реалізації засобів керування ІУП шляхом регулювання параметрів ГПП. На більшу частину конструкцій одержані авторські свідоцтва та позитивні рішення про одержання авторських свідоцтв на винаходи.

Третій розділ містить результати експериментальних досліджень УС РГПП.

Для підтвердження лінійної залежності модуля об'ємної пружності рідини від тиску була створена експериментальна установка на базі насосної станції високого тиску НСВД-2500. Для мінеральних масел И-20А, И-40А, АМГ-10, МГЕ-10А в діапазоні тисків від 25 до 200 МПа були визначені їх модулі пружності відповідно із залежністю

$$E = V(\Delta p / \Delta V),$$

де V - об'єм стискаємої рідини; ΔV - зміна об'єму, відповідаюча зміні тиску Δp .

Результати експериментів підтвердили лінійну залежність модуля пружності від тиску для всього досліджуваного діапазону, знайдені початкові модулі та коефіцієнти пропорційності у лінійних залежностях.

Оцінка впливу числа циклів навантаження на пружні властивості рідини була виконана на спеціальній установці для масла АМГ-10. Після 150000 циклів суттєвих змін модуля об'ємної пружності не відбувається.

Експериментальні дослідження моделі істенду для багаторазових ударів були виконані на стандартному обладнанні. Для моделі УС була підтверджена слушність висновків теоретичних досліджень з керування ІУП. Проте, результати осцилографування кінематичних параметрів вимагали уточнення математичної моделі (I)...

(4), (8) у зв'язку із значними відзнаками в пікових значеннях ударного прискорення, які за результатами розрахунків перевищували експериментальні приблизно в два рази. Після введення коефіцієнту втрат тиску k_p на основі експериментальної залежності $k_p = f(\rho)$ в діапазоні тисків від 3 до 11 МПа з наступною її лінійаризацією математична модель була уточнена. Відносна похибка визначення пікового прискорення не перевищувала 18%.

Результати експериментальних досліджень стенда для випробування виробів на дію багаторазових ударних навантажень підтвердили слушність математичної моделі (9), (10).

У четвертому розділі наведені результати розробки методики розрахунку та проектування УС РГПП, яка передбачає наступні етапи: попередній розрахунок, ескізне проектування, уточнюючий розрахунок за допомогою ЕОМ з використанням відповідних математичних моделей, розробка робочого проекту. За запропонованою методикою були розроблені, виготовлені і упроваджені модель стенду з плаваючим поршнем (лабораторія КіІ), стенд СУ-3 для Зеленчукського заводу "Спіраль", розроблені стенди з послідовно та паралельно з'єднаними гідропружинами.

На основі теоретичних і експериментальних досліджень були розроблені оригінальні конструктивні схеми УС РГПП. У запропонованих схемах за рахунок конструктивних рішень реалізована можливість керування жорсткістю ГПП величиною активної сили, що дозволяє здійснити регулювання тривалості ІУП, пікового значення прискорення, крутості переднього фронту. Розроблені конструктивні схеми УС для здійснення імпульсів складної східчатої форми. На запропоновані конструкції УС РГПП одержано 5 авторських свідоцтв і 5 позитивних рішень на винаходи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі дається рішення нової актуальної наукової задачі - розробки УС РГПП, відрізняючихся швидкодієвністю, широтою діапазонів регулювання параметрів ІУП, екологічною чистотою і зручністю в експлуатації.

На основі виконаних досліджень можна зробити наступні загальні висновки:

І. Оглядний аналіз досліджень в області УС і фізико-динамічних властивостей робочих рідин дозволив обґрунтувати доціль-

ність використання ГПП для УС. Установлена необхідність урахування залежності модуля об'ємної пружності від її тиску.

2. На основі аналізу характеристик ГПП розроблені одно-, трьох- і чотирьохмасова математичні моделі стендів для одиночних ударів, і математична модель стенду для багаторазових ударів, які установлюють залежність кінематичних параметрів УС від конструктивних параметрів ГПП і пружних якостей робочої рідини.

3. Розширення діапазону регулювання тривалості ІУП може бути досягнуто в результаті паралельного і послідовного підключення до основної гідропружини додаткової - з регульованою жорсткістю. Для УС з паралельно і послідовно з'єднаними гідропружинами розроблені математичні моделі. Установлено, що паралельне з'єднання двох гідропружин дозволяє зменшити, а послідовне - збільшити тривалість ІУП в 10...12 разів.

4. В стендах для випробування виробів на одиночні удари передній фронт ІУП формується на початковому етапі руху плунжера після розгерметизації торцевого ущільнення до вирівнювання тиску в робочій камері і під торцем плунжера. На основі рівнянь руху плунжера і робочої рідини розроблена математична модель УС, яка дозволяє визначити кінематичні параметри рухомих частин на етапі формування переднього фронту ІУП.

5. В результаті аналізу розроблених математичних моделей УС установлено, що пікове значення, тривалість і форма ІУП залежать від початкового тиску в робочій камері і площі плунжера. Тривалість ІУП зростає із збільшенням об'єму стискаємої рідини і зменшенням її модуля об'ємної пружності та площі плунжера. Крутість фронту ІУП зростає із збільшенням тиску в робочій камері і зменшенням об'єму підплунжерної керувачої порожнини.

6. Розроблена і створена експериментальна установка для визначення ізотермічного модуля об'ємної пружності. Підтверджено лінійну залежність модуля від тиску, знайдені початкові модулі та коефіцієнти у лінійних залежностях модуля від тиску для мінеральних масел И-20А, И-40А, АМГ-10, МГЕ-10А.

7. З метою підтвердження слушності основних результатів теоретичних досліджень розроблена діюча модель УС з плаваючим поршнем. За результатами осцилографування ІУП зроблено уточнення математичної моделі стенда для одиночних ударів з урахуван-

ням закономірності зміни переднього фронту імпульсу внаслідок запровадження коефіцієнту втрат тиску.

8. Розроблені конструктивні схеми УС РГПП, реалізуючі засоби керування ІУП шляхом змін параметрів регулювання ГПП, захищені 5 авторськими свідоцтвами та одержавші 5 позитивних рішень про видання авторських свідоцтв на винаходи.

9. На основі прийнятих теоретичних положень і запропонованих математичних моделей, перевірених експериментально, розроблена методика розрахунку і проектування УС РГПП для одиночних і багаторазових ударів. Розроблені прикладні програми на ПЕОМ для розрахунків УС.

10. За запропонованою методикою розроблено і спроектовано УС для багаторазових ударів СУ-3. Стенд упроваджений на Зеленчукському заводі "Спіраль" з економічним ефектом 94 тис.карб., з урахуванням участі автора 68 тис.карб.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВИКЛАДЕНІ В РОБОТАХ:

1. Шишляков П.В. Математична модель імпульсної установки для уцілювання пружнов'язкопластичних матеріалів // Удосконалення процесів та машин обробки металів тиском. - Київ: УМК ВО, 1988, - С.165-172.
2. Шишляков П.В., Савінков О.К. Експериментальна установка для визначення ізотермічного модуля пружності робочих рідин // Прогресивна технологія, обладнання і оснастка для інтенсифікації процесів обробки тиском. - Київ: УМК ВО, 1991. - С.126-131.
3. Шишляков П.В., Савінков О.К. Приводи з регульованою тривалістю ударного імпульсу для машин обробки тиском // Тез. допов. семінару: "Нові матеріали, технологія, автоматизація у холодноштамповочному виробництві". Пенза, 14-15 березня 1991 - Пенза, 1991. - С.9-11.
4. Пневмогідралічні молоти з підвищеним КПД / Роганов Л.Л., Савінков О.К., Шишляков П.В., Корнева О.О. // Розробка і дослідження високоефективних технологічних процесів, оснастки і обладнання. Обробка металів тиском. - Київ: УМК ВО, 1990. - С.166-170.
5. А.с. 1379666 СРСР. Стенд для ударних випробувань / Л.Л.Роганов, П.В.Шишляков. - Опубл. 07.03.88, Б. № 9 // Відкриття. Винаходи. - 1988. - № 9. С.183-184.

6. А.с. І6І0362 СРСР. Стенд для ударних випробувань виробів / Л.Л.Роганов, П.В.Шишлаков, М.Л.Роганов. - Оpubл. 30.ІІ.90, Б.44 // Відкриття. Винаходи.- 1990.- № 44.- С.193-194.
8. А.с. І7І6357 СРСР. Стенд для ударних випробувань / Л.Л.Роганов, П.В.Шишлаков, О.К.Савінков, М.Л.Роганов.- Оpubл. 29.02.92, В. № 8 // Відкриття. Винаходи.- 1992.- № 8.- С.171-172.
9. А.с. І7І6358 СРСР. Стенд для ударних випробувань / Л.Л.Роганов, П.В.Шишлаков, О.К.Савінков, М.Л.Роганов.- Оpubл. 29.02.92, В. № 8 // Відкриття. Винаходи. - 1992.- № 8.- С.171-172.

Відповідальний за випуск Плохов О.П.

Підписано до друку 29.10.1992 Формат 60x90x I/16
Умовно-друк.аркуш 1,00 Папір типографський № I
Облік.-видавнич.аркуш 0,96 Тираж 100 примірників
Замовлення № 2317

Ротапринт ІПМаш АН України. ЗІ0046, Харків, вул.Пожарського, 2/10



EP 3.9.16

468 991

Ab 26.193

AB 26.193