

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) _____ ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра _____ мехатроніки та пакувальної техніки

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту(декан факультету)

Завідувач кафедри

_____ Блаженко С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ Соколенко А.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«___» _____ 20__ р.

«___» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності _____ 131 Прикладна механіка _____
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Прикладна механіка

на тему: Розробка та дослідження мехатронічного ударного пристрою для систем дозування сирих фосфорних продуктів

Виконав: здобувач 2 курсу, групи МТ-2-3М

Семена Олександр Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Проф. д.т.н. Лисенчук М.В.
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент Десик М.Р.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 20 21р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТ ім. акад. І.С.Тупого
Кафедра мехатроніки та побутової техніки
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 131 Тринадця механіка
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Тринадця механіка
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри М.П.П.

Соколенко А.І.
"05" грудня 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Семенко Олександра Вікторовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи розробка та дослідження мехатронного ударного пристрою для системи дозовання сировини харчових продуктів
керівник роботи проф. д.т.н. Аннінчук М.В.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "05" 11 2020 року № 295-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 02.02.2021р

3. Вихідні дані до роботи обладнання для руйнування склеювальних на основі мехатронних моделей

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Резюме, Розділ 1. Стан питання літературний огляд джерел інформації та постановка задачі. Розділ 2. Аналіз наслідків певних механізмів та механізм ударної дії. Розділ 3. Експериментальне дослідження. Охорона праці. Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу

Презентація на 17 стор.

Зміст

Реферат	
Розділ 1. Стан питання, літературний огляд джерел інформації та постановка задач проектування.....	
1.1. Структура та спосіб віброструшування.....	
1.2 Вібромашини з електромагнітними приводами.....	
1.3 Пневматичний струшувач дерев.....	
1.4. Обстукуючий молот (пневмострушувач)	
1.5 Постановка задачі для досліджень:	
Розділ 2. Аналіз та синтез пневматичних механізмів та машин ударної дії .	
2.1 Методика аналізу та синтезу пневматичних механізмів і машин ударної дії	
2.2 Класифікація ознак та структурні формули пневматичних машин і механізмів ударної дії	
2.3. Систематизація основних, додаткових і уточнюючих ознак пневмоударних механізмів.....	
2.4. Основні і додаткові уточнюючі ознаки незалежні і залежні від положення ударника.....	
2.5 Аналіз і синтез пневмоударних механізмів і машин	
Розділ 3. Експериментальне дослідження пристрою.	
3.1 Розробка конструкції пневмомолота та основних елементів	
3.2 Розробка системи керування та конструкції установки.....	
3.3 Опис методики проведення багатofакторного експерименту.....	
3.4 Результати багатofакторного експерименту.....	
Висновки до розділу 3	
Розділ 4. Охорона праці	
Захист від механічних коливань.....	
Список використаної літератури	

Реферат

Робота присвячена розробці та дослідженню вібраційних характеристик пневмострушувачів в системах дозування харчових продуктів на основі використання ударних пневмоциліндрів.

Пояснювальна записка складається з 4 розділів.

В першому розділі приведено загальні способи віброструшування, характеристика структурних схем вібропристроїв на промислових підприємствах, пов'язаних з процесами зберігання та переробки сипучих матеріалів. Розрахункова частина складається з таких розділів: дослідження структурних формул пневматичних машин і механізмів ударної дії; Систематизація основних, додаткових і уточнюючих ознак пневмоударних механізмів; Синтез пневмоударних механізмів з використанням класифікаційних ознак.

Третій розділ наведено експериментальні дослідження з описом та кресленнями установки та розрахунки, що включають в себе багатofакторний експеримент та графіки залежностей.

В четвертому розділі наведені основні правила дотримання охорони праці при виконанні експериментальних досліджень: перелік небезпек, що виникають при роботі пневмоприводів, пневмосистем, які входять до складу пневмопристроїв, основні вимоги до конструкції при проектуванні, основні вимоги при експлуатації.

В кінці магістерської роботи були зроблені висновки та викладений список використаної літератури.

Магістерська робота складається з 94 листів пояснювальної записки.

Реферат

Работа посвящена разработке и исследованию вибрационных характеристик пневмострушувачив в системах дозирования пищевых продуктов на основе использования ударных пневмоцилиндров.

Пояснительная записка состоит из 4 разделов.

В первом разделе приведены общие способы виброструшування, характеристика структурных схем вибропристроив на промышленных предприятиях, связанных с процессами хранения и переработки сыпучих материалов. Расчетная часть состоит из следующих разделов: исследование структурных формул пневматических машин и механизмов ударного действия; Систематизация основных, дополнительных и уточняющих признаков пневмоударных механизмов; Синтез пневмоударных механизмов с использованием классификационных признаков.

Третий раздел приведены экспериментальные исследования с описанием и чертежами установки и расчеты, включающие в себя многофакторный эксперимент и графики зависимостей.

В четвертом разделе приведены основные правила соблюдения охраны труда при выполнении экспериментальных исследований: перечень опасностей, возникающих при работе пневмоприводов, пневмосистем, которые входят в состав пневмоустройств, основные требования к конструкции при проектировании, основные требования при эксплуатации.

В конце магистерской работы были сделаны выводы и выложен список использованной литературы.

Магистерская работа состоит из 94 листов пояснительной записки.

Summary

The work is devoted to the development and research of vibration characteristics of pneumatic shakers in food dosing systems based on the use of impact pneumatic cylinders.

The explanatory note consists of 4 sections.

The first section presents general methods of vibration shaking, characteristics of structural schemes of vibrators at industrial enterprises related to the processes of storage and processing of bulk materials. The calculation part consists of the following sections: study of structural formulas of pneumatic machines and impact mechanisms; Systematization of the main, additional and clarifying features of pneumatic shock mechanisms; Synthesis of pneumatic shock mechanisms using classification features.

The third section presents experimental studies with descriptions and drawings of the installation and calculations, which include a multifactor experiment and graphs of dependencies.

The fourth section presents the basic rules of labor protection in experimental research: a list of hazards that occur during the operation of pneumatic actuators, pneumatic systems that are part of pneumatic devices, the basic requirements for design in the design, the basic requirements for operation.

At the end of the master's thesis, conclusions were made and a list of used literature was presented.

The master's thesis consists of 94 letters of explanatory note.

Розділ 1.

1.1 Стан питання, літературний огляд джерел інформації та постановка задач проектування

1.1.1 Структура та спосіб віброструшення.

Останнім часом в різних галузях промисловості, сільського господарства, на транспорті, в будівництві, харчовій промисловості та металургії все ширше знайшли своє застосування корисні вібрації. Це дозволяє спростити протікання відповідних технологічних процесів, знизити їх енергоємність, а також металоємність та вартість використовуваного при цьому обладнання. На промислових підприємствах, пов'язаних з процесами зберігання та переробки сипучих матеріалів, нерідко виникають умови, що утрудняють проходження компонентів і сумішей з технологічних і транспортних маршрутів. Причиною цього є і характеристики транспортуються матеріалів (вологість, розмір часток, погана сипкість і ін.), і конструктивні особливості устаткування, ємностей зберігання, переходів між транспортними механізмами (Форма, якість поверхні, неоптимальні кути сходу, наявність вертикальних кутових з'єднань і т.д.). погіршення сходу, накопичення, налипання, утворення склепінь і заторів призводять до зменшення продуктивності технологічних ліній, а в разі виробництва сумішей із заданим процентним вмістом компонентів до погіршення якості готового продукту. Установка в проблемних місцях пневматичних вібраторів є, безсумнівно, найкращим рішенням, що забезпечує безперешкодний рух сипучих матеріалів у виробничих лініях. Пневматичні вібратори і пневмомолотки струшують налиплий продукт, перешкоджають утворенню заторів і склепінь, зменшують тертя між матеріалами, забезпечуючи тим самим задану продуктивність лінії. Поліпшення умов проходження продукту зменшує "втрати" в транспортних лініях.

Таким чином, забезпечується зменшення собі вартості готової продукції та скорочуються витрати часу у виробничому процесі. Висока ефективність вібраційних та віброударних впливів при реалізації процесів формоутворення заготовок виробів з непластичних порошкових матеріалів була доведена на підставі результатів теоретичних досліджень та проведених експериментів. Разом з тим було встановлено, що для одержання якісних виробів складної конфігурації та великих габаритів до заготовки в прес-формі окрім основного вертикального віброударного інерційного навантаження необхідно прикладати додаткові вібраційні та віброударні імпульси в декількох площинах. Пневматичні вібратори з успіхом використовуються для дозування сипких матеріалів, для завдань сепарування сировини і відділення домішок, для ущільнення матеріалу при фасування і т.д.

АС1 С Поршневий вібратор (модель з м'яким ударом)

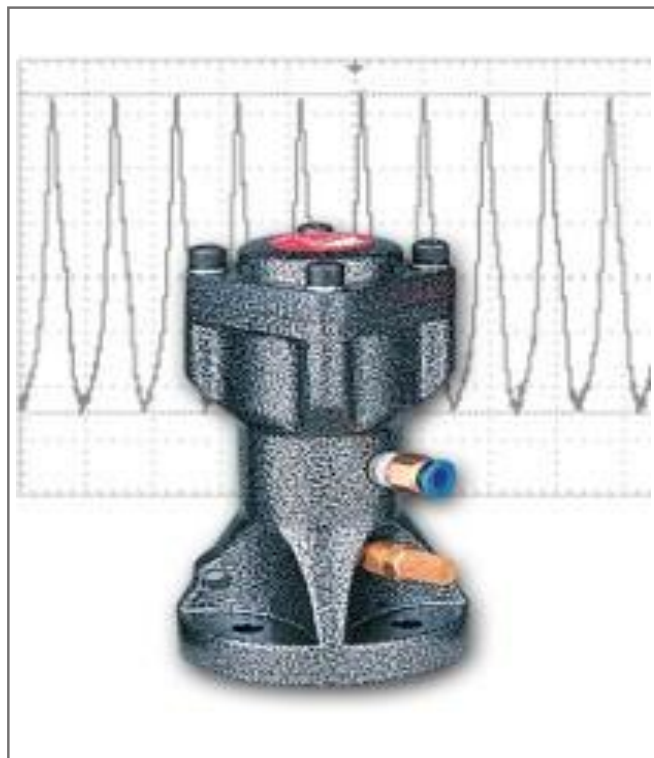


Рис.1.1.1 Загальний вигляд поршневого вібратора.

Характеристики поршневого вібратора: Максимальна температура – 100°C; рівень шуму – 60-75 дБ; частота ударів – 1200 уд./хв.

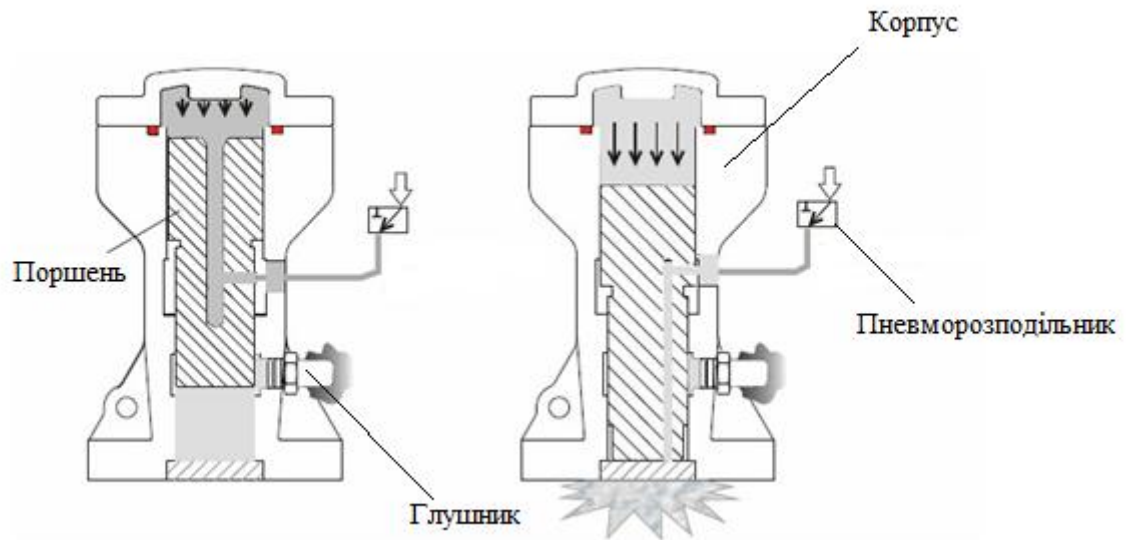


Рис.1.1.2. Принципова схема поршневого вібратора.

Переваги:

1. Високоміцний алюмінієвий корпус
2. Завдяки низькій частоті вібрації перешкоджає "склепу" матеріалу.
3. Регульована частота і амплітуда вібрації.
4. Нечутливий до переривання живлення.

Таблиця 1.1.1.

Загальна характеристика поршневого вібратора.

Назва	Частота удару, уд./хв			Сила удару, Н			Витрати повітря, л/хв	Маса, кг
	2 кг/см ²	4 кг/см ²	6 кг/см ²	2 кг/см ²	4 кг/см ²	6 кг/см ²		
(VP-30S) AC1030S	1970	2800	3500	3600	5400	6200	250	1.0
(VP-40S) AC1040S	1700	2400	3000	6450	8750	9400	270	2.1
(VP-60S) AC1060S	1200	1800	1900	6900	12850	13850	300	4.8

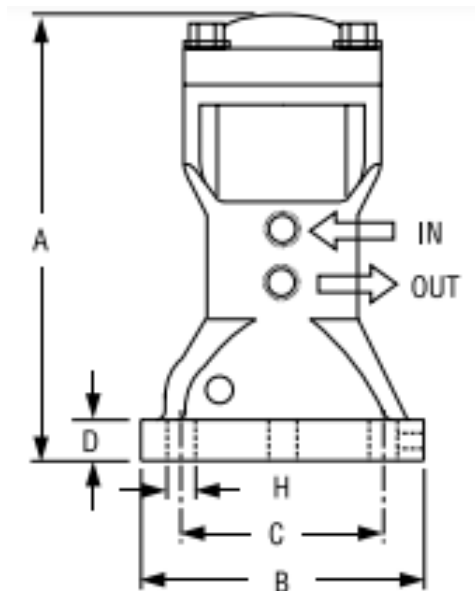


Рис.1.1.3 Загальні розміри поршневого вібратора.

Таблиця 1.1.2.

Загальні розміри поршневого вібратора.

Артикуль	A, мм	∅B, мм	∅C, мм	D, мм	∅H, мм	IN	OUT
(VP-30S) AC1030S	138	80	60	12	9	1/8" PT	1/8" PT
(VP-40S) AC1040S	166	100	75	16	11	1/4" PT	1/4" PT
(VP-60S) AC1060S	208	140	105	16	15	1/4" PT	1/4" PT

Принцип роботи:

Стиснене повітря штовхає поршень від одного кінця циліндра до іншого. вібрація здається в результаті зворотно-поступального руху поршня. Остаточний шар стиснутого повітря на обох кінцях циліндра оберігає поршень від прямого зіткнення з корпусом, забезпечуючи режим роботи з низьким рівнем шуму.

AC1 S Поршневий вібратор (модель з жорстким ударом)

Переваги:

1. Високоміцний алюмінієвий корпус.
2. Низька частота вібрації з підвищеною силою удару.
3. Регульована частота і амплітуда удару.

4. Нечутливий до переривань живлення.

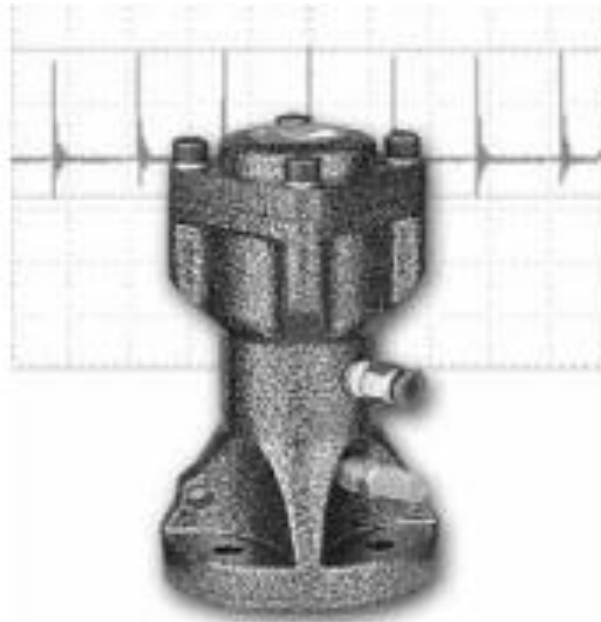


Рис. 1.1.4. Загальний вигляд поршневого вібратора (модель з жорстким ударом)

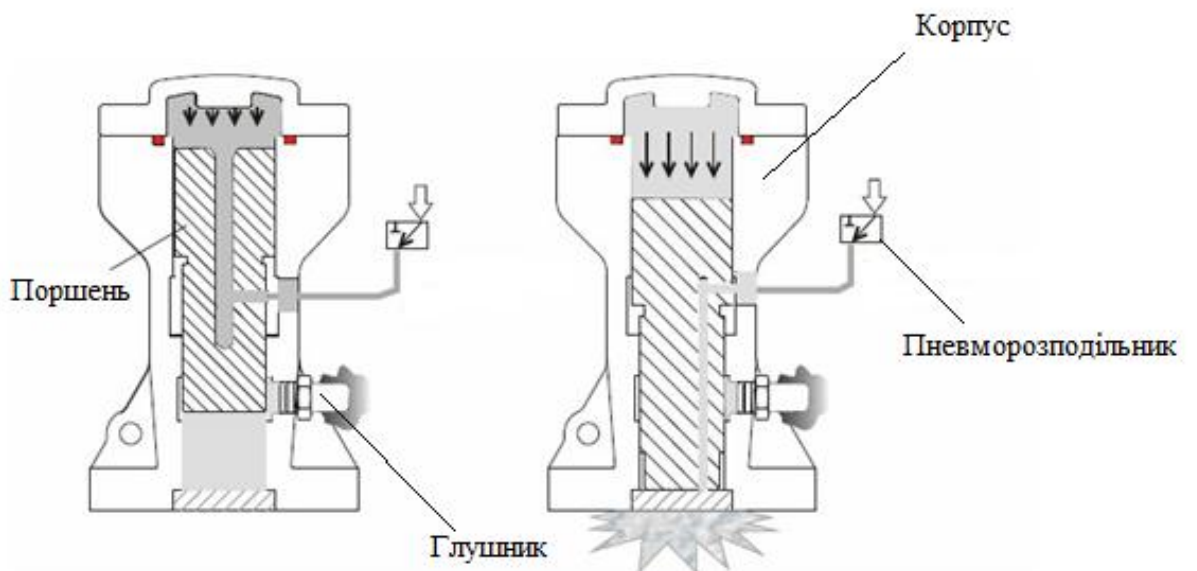


Рис.1.1.5. Принципова схема поршневого вібратора (модель з жорстким ударом).

Таблиця 1.1.3

Загальна характеристика поршневого вібратора (модель з жорстким ударом).

Назва	Частота удару, уд./хв			Сила удару, Н			Витрати повітря, л/хв	Маса, кг
	2 кг/см ²	4 кг/см 2	6 кг/см 2	2 кг/см 2	4 кг/см 2	6 кг/см 2		
(VP-30S) AC1030S	1970	2800	3500	3600	5400	6200	250	1.0
(VP-40S) AC1040S	1700	2400	3000	6450	8750	9400	270	2.1
(VP-60S) AC1060S	1200	1800	1900	6900	1285 0	1385 0	300	4.8

Таблиця 1.1.4.

Загальні розміри поршневого вібратора (модель з жорстким ударом).

Артикуль	A, мм	ØB, мм	ØC, мм	D, мм	ØH, мм	IN	OUT
(VP-30S) AC1030S	138	80	60	12	9	1/8" PT	1/8" PT
(VP-40S) AC1040S	166	100	75	16	11	1/4" PT	1/4" PT
(VP-60S) AC1060S	208	140	105	16	15	1/4" PT	1/4" PT

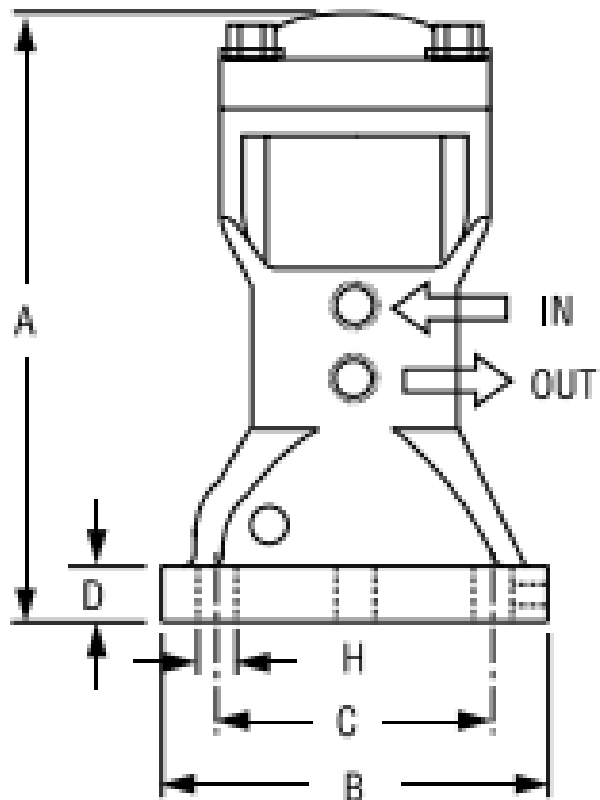


Рис.1.1.6. Загальні розміри поршневого вібратора (модель з жорстким ударом).

AB1 Пневматичний кульковий вібратор

Переваги:

1. Спеціальний алюмінієвий сплав, малий розмір, легка вага.
2. Герметизований корпус дозволяє використання в приміщеннях з високою вологістю і запиленістю.
3. Регульована частота і амплітуда удару.
4. Недорога ціна і тривалий термін служби.

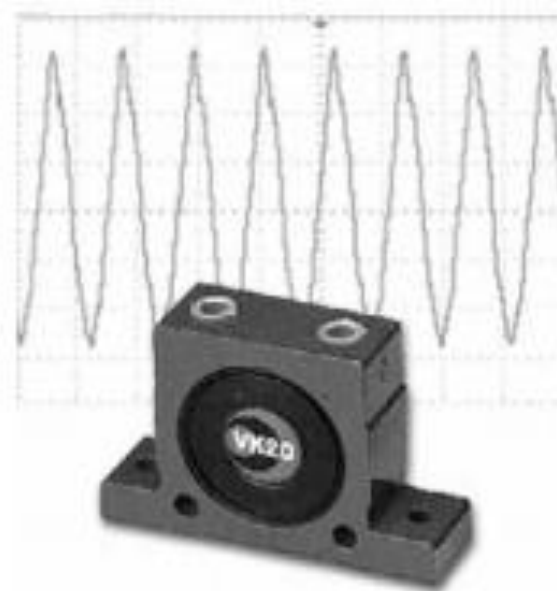


Рис.1.1.7. Загальний вигляд пневматичного кулькового вібратора

Принцип роботи:

Корпус із спеціального алюмінію обладнаний сталевим кільцем, всередині якого поміщений сталевий кулька. Корпус герметизований за допомогою пластикових бічних кришок. Вібрація створюється за рахунок відцентрової сили, що діє на кульку, що рухається всередині кільця під впливом стиснутого повітря.

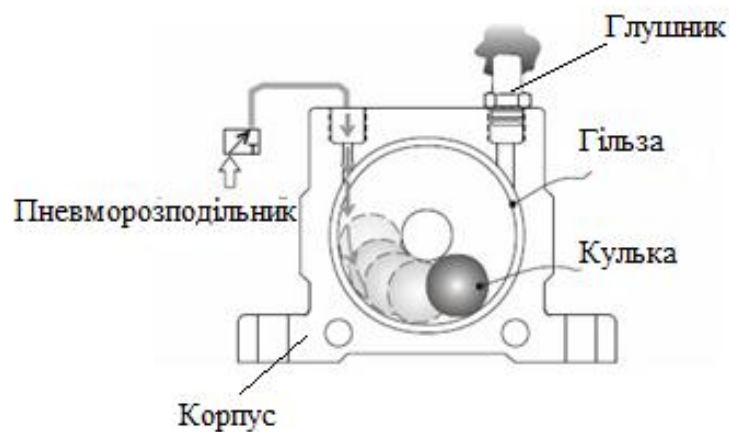


Рис. 1.1.8. Схема пневматичного кулькового вібратора.

Таблиця 1.1.4.

Загальна характеристика пневматичного кулькового вібратора.

Модель	Частота (коливань в хвилину)			Сила (Н)			Витрати повітря (л/мин)			Маса (грамах)
	2 бар	4 бар	6 бар	2 бар	4 бар	6 бар	2 бар	4 бар	6 бар	
(VK-10) B101 0	22,500	28,00 0	34,000	250	470	710	92	150	200	140
(VK-13) B1013	15,000	18,50 0	22,500	320	550	870	94	158	225	260
(VK-16) B101 6	13,000	17,00 0	19,500	450	800	1,100	122	200	280	300
(VK-20) B102 0	10,500	14,50 0	16,500	720	1,220	1,720	130	230	340	530
(VK-25) B1025	9,200	12,20 0	12,200	930	1,570	2,050	160	290	425	630
(VK-32) B103 2	1,800	9,70 0	9,700	1,51 0	2,470	3,210	215	375	570	1150

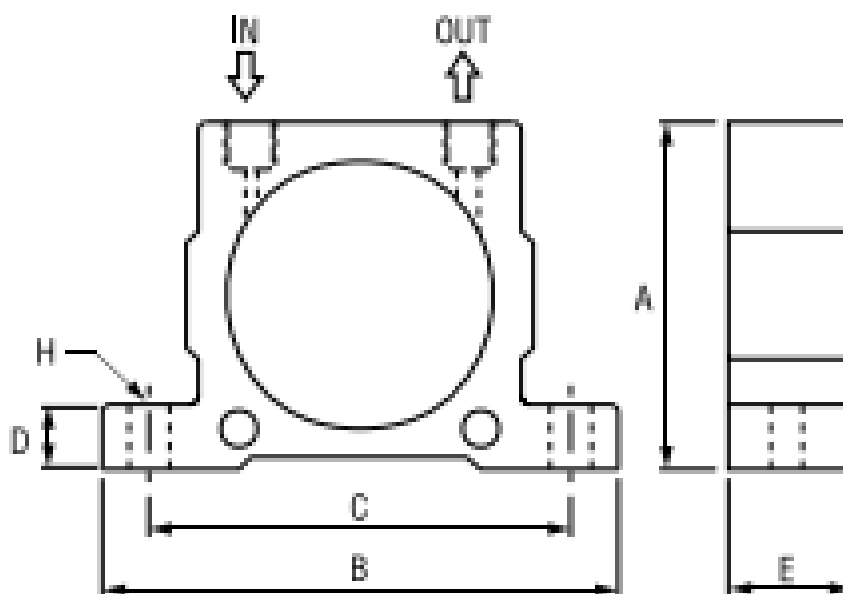


Рис.1.1.9. Загальні розміри пневматичного кулькового вібратора.

Таблиця 1.1.5.

Загальні розміри поршневого вібратора (модель з жорстким ударом).

Модель	A	B	C	D	E	H	IN	OUT
(VK-10) AB1010	51	86	68	12	20	Ø7	1/4"PT	1/4"PT
(VK-13) AB1013	67	113	90	16	24	Ø9	1/4"PT	1/4"PT
(VK-16) AB1016								
(VK-20) AB1020	83	128	104	16	33	Ø9	1/4"PT	1/4"PT
(VK-25) AB1025								
(VK-32) AB1032	103	160	130	20	44	Ø11	3/8"PT	3/8"PT

Пневмострушувач SMC XT316

Призначений для струшування та видалення залишків сипучих мас зі стінок живильників, бункерів, лотків і т.д.



Рис.1.1.10. Загальний вигляд пневмострушувача XT316.

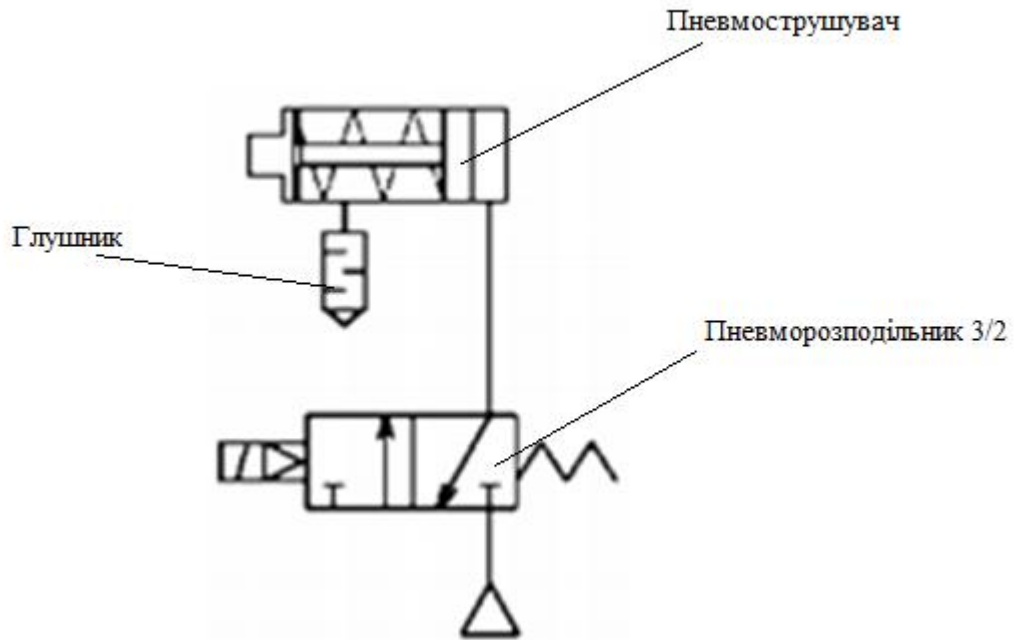


Рис.1.1.11. Пневматична система керування пневмострушувачем.

Варіанти кріплення пневмострушувача до живильника.

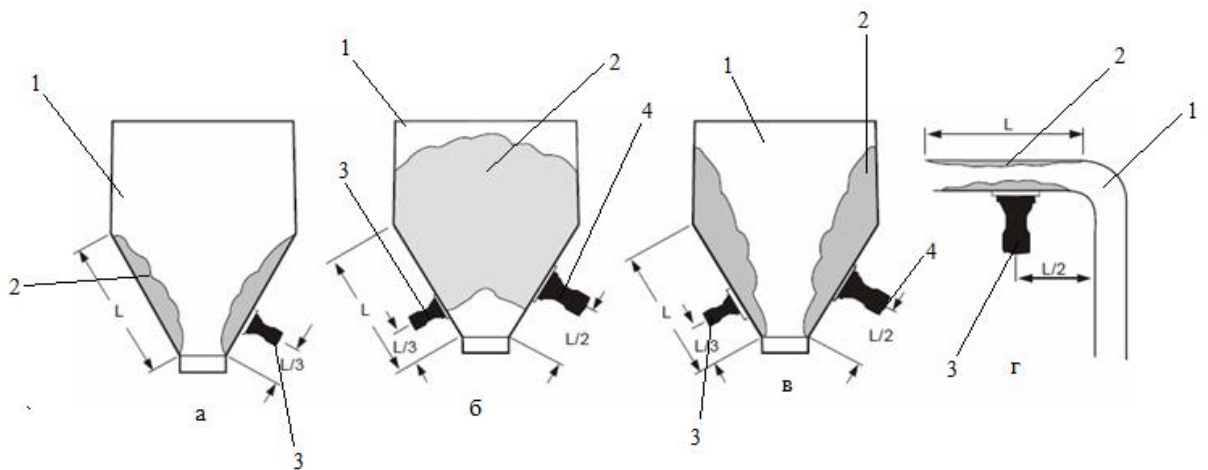


Рис.1.1.12. Варіанти кріплення пневмострушувача до живильника.

Рисунок а: 1 - бункер-живильник, 2 – сипкий матеріал, 3 – пневмострушувач;
 Рисунок б: 1 - бункер-живильник, 2 – дозуючий продукт, 3 – пневмострушувач; 4 – потужніший пневмострушувач;
 Рисунок в: 1 - бункер-живильник, 2 – дозуючий продукт, 3 – пневмострушувач; 4 – потужніший

пневмострушувач; Рисунок г: 1 -трубопровід, 2 – дозуючий продукт, 3 – пневмострушувач;

1.2. Вібромашини з електромагнітними приводом

Розроблено серія резонансних вібраційних машин з електромагнітними віброзбудниками колових коливань, що виконані за схемою двомасних коливальних систем, в яких активна і реактивна маси зв'язані пружною системою, жорсткість якої забезпечує режим роботи близький до резонансу. Об'єми контейнерів вібромашин мають місткість від 17 до 50 л. Активна 33 маса виконується у вигляді робочого органу (контейнера), а реактивна у вигляді двох електромагнітних багатофазних віброзбудників. Пружна система складається з сталевих пружних стержнів, або комбінації гумових пружних елементів і сталевих стержнів. Опора вібраційних машин на нерухому основу здійснюється в місцях нейтральних перерізів пружних стержнів коливальної системи, або за допомогою тросових підвісок, закріплених між масами вібромашини, тобто в точках де поперечні коливання стержнів практично рівні нулю. На рис.1 показана схема резонансної вібромашини, що складається з кожуха 1, який жорстко зв'язує між собою два електромагнітних шестифазних віброзбудника 2, що разом

утворюють реактивну масу. Електромагнітні віброзбудники симетрично з'єднані пружними стержнями 3 з робочим контейнером 4. Кожух закритий звукоізолюючою кришкою 5. Колові або шестигранні якорі 6 віброзбудників закріплені на торцях стінок контейнера і встановлені коаксіально в середині електромагнітних віброзбудників. З нерухомою основою 7 машина з'єднана в місцях нейтральних перерізів пружних стержнів через віброізолятори 8. Встановлення віброізоляторів з можливістю переміщення, вздовж осі вібромашини дозволяє зменшити навантаження, що передаються на фундамент під час використання різноманітних робочих середовищ, а також реалізувати оптимальний режим роботи вібромашини.

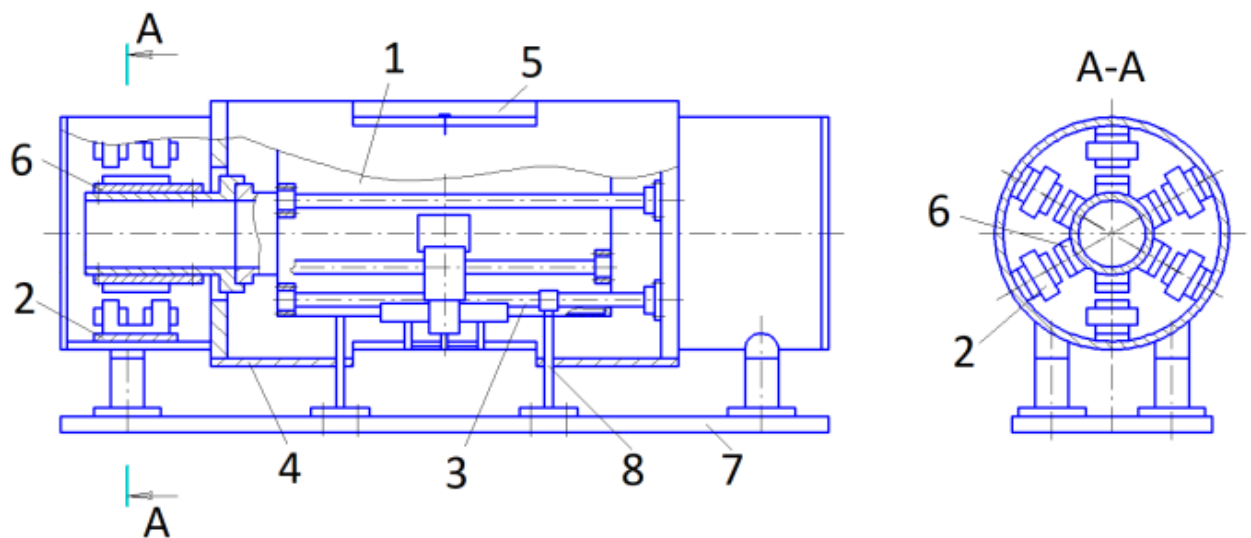


Рис.1.2.1. Конструктивна схема вібромашини з електромагнітними приводом

Зняття задирок і заокруглення гострих країв на нежорстких деталях можна здійснювати методом сухої або мокрої віброабразивної обробки з хімічно активними і нейтральними рідинами. Перший спосіб є більш простий, але є менш продуктивним ніж обробка мокрим методом. Експериментальні дослідження віброобробки деталей типу пелюсток в середовищі шліфувального порошку і абразиву проводились на машинах РВМ-50, де одночасно виконується три операції: знімання задирок, заокруглення гострих країв, досягнення рівномірної матової поверхні (світлотехнічні характеристики обробленої поверхні на рівні деталей, що підлягали піскоструйній обробці). Радіус заокруглення в процесі віброобробки

пелюстків діафрагм товщиною 80 мкм складає 36-38 мкм, тобто утворюється плавне циліндричне заокруглення по всьому периметру деталі. Експериментальні дослідження з оптимізації амплітуди коливань робочої камери показали, що збільшення амплітуди коливань робочої камери приводить до значного збільшення продуктивності. Починаючи з амплітуди коливань більше 3 мм, у досліджуваних деталях виникають розклепування задирок, а також порушення площинності деяких елементів поверхні, що є недопустиме.

Пневмомолот (пневмогрушувач) марки FKL m1

Пневматичні молотки використовуються для полегшення сходження залишкового матеріалу на стінках резервуарів, бункерів, контейнерів, фільтрів і трубопроводів. Стиснене повітря надходить в поршневу порожнину і поршень стискає пружину. Повітря під поршнем видаляється з різким вихлопом. Поршень під тиском пружини вдаряє в опорну плиту, забезпечену еластичною прокладкою (відключення звуку роботи), через яку вплив передається на базу (підставку) молотка.



Рис.1.2.1. Загальний вигляд пневмогрушувача FKL m1

Конструкція пневмомолота:

Молоток кріпиться до підставки за допомогою чотирьох гвинтів, алюмінієвий корпус (анодований) з твердого алюмінієвого сплаву, сталевий поршень, еластична прокладка.

Має широке застосування, включаючи використання поза приміщеннями, у вологих і вибухонебезпечних умовах. Для струшування склепоутворюваного матеріалу зі стінок ємкостей, силосів, воронки, виходів на фільтрах, реакторах живильниках і трубопроводах.



Рис.1.2.3. Схема кріплення пневмострушувача до бункера живильника.

1.3 Пневматичний струшувач дерев.

Пневматичний струшувач для дерев включає в свою будову вентилятор та пристрій імпульсної подачі повітря крону дерева та вмонтованому на вихідному патрубку вентилятор з цілю примусового повітря для покращення струшування та зниження енерговитрат струшувача. Подача повітря здійснена у вигляді патрубка труби. А вихід струшувача має два сопла.

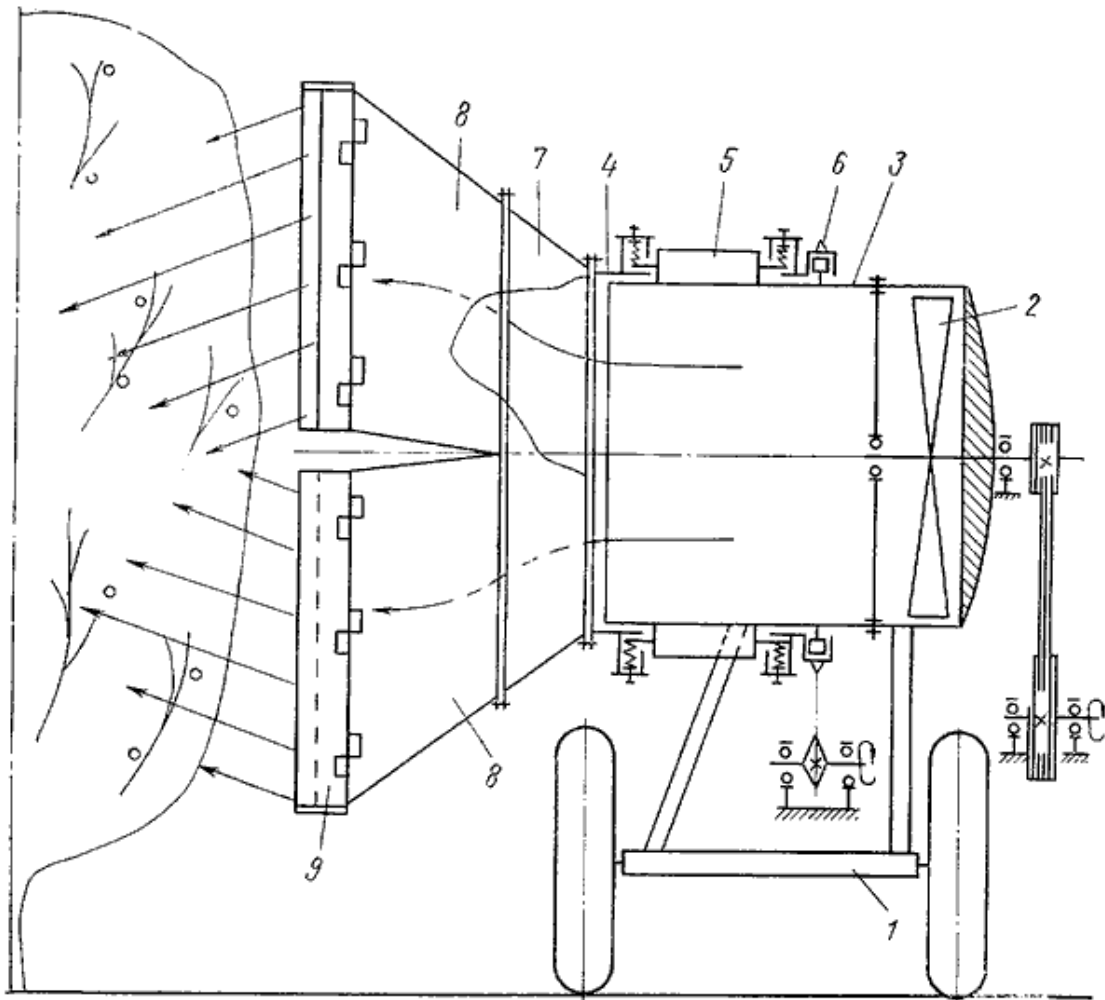


Рис.1.3.1. Загальний вигляд пневмострушувача для дерев.

Дозатор мембранного типу для фасування в'язких, порошкоподібних та гранулоподібних продуктів

Номер патенту: **101352**

Дозатор мембранного типу для фасування в'язких, порошкоподібних та гранулоподібних продуктів включає продуктопровід, мембранний дозуючий пристрій, корпус. Корпус бункера виконано пірамідальної форми з встановленим на ньому пневмострушувачем, який має робочу камеру із змінним тиском, що регулюються електропневмосистемою за різними варіантами, на вихлопі якого встановлено регульований глушник, конструкція його дозволяє вибрати зусилля імпульсів ударів зі стінкою бункера пневмострушувачем зі зміною амплітудою і частотою коливань. У

верхній частині бункера встановлено вібраційний датчик рівня. На корпусі дозатора встановлені регульовані защіпки для закріплення рухомих елементів.

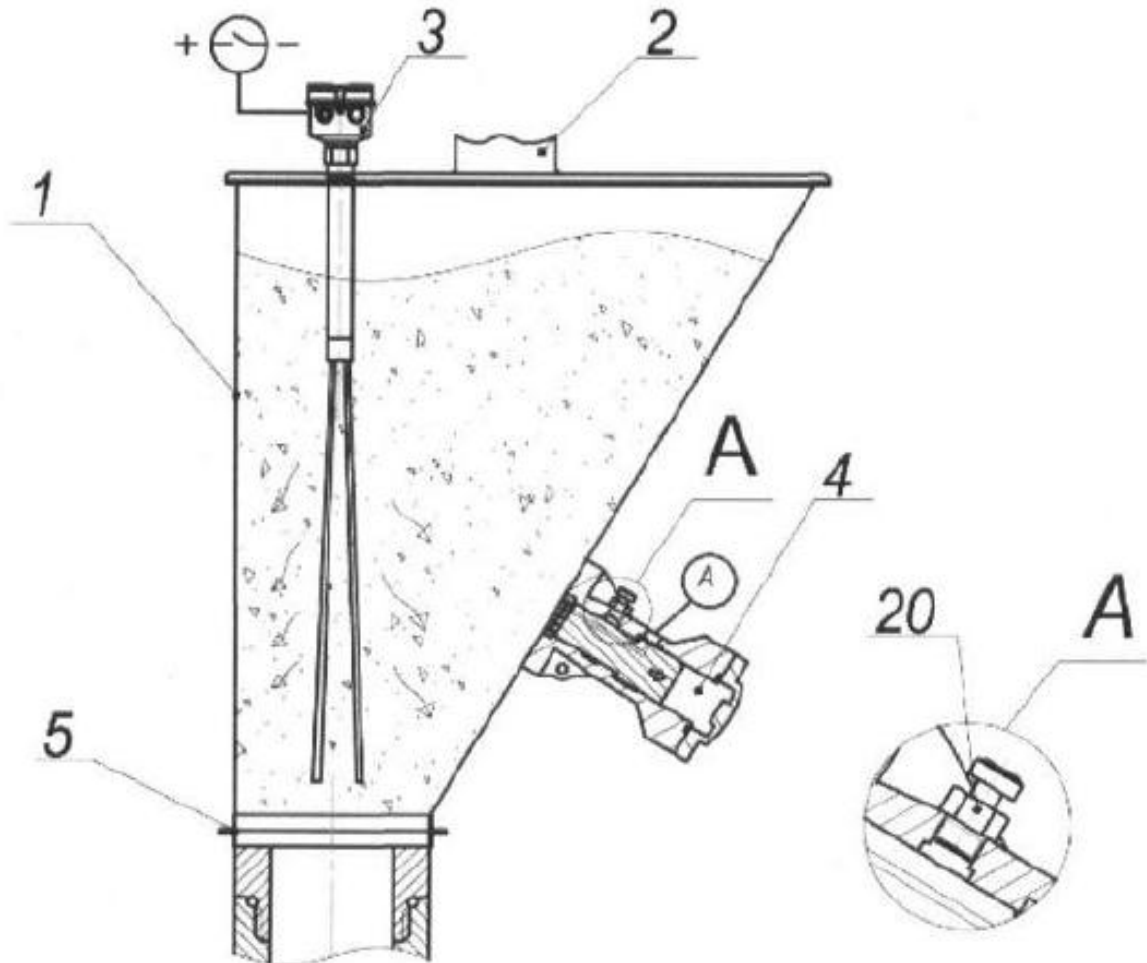


Рис.1.3.2. Загальний вигляд мембранного дозатору

- 1- Бункер; 2 – Продуктопровід; 3 - Вібраційний датчик рівня; 4 – Пневмострушувач; 5 – Фланец кріплення; 6 – Реле; 7 - Індуктивний датчик; 8 - Котушка соленоїда; 9 - Кнопка вмикання та вимикання.
10 - Кнопка аварійного відключення.

Пневматична схема керування пневмострушувачем

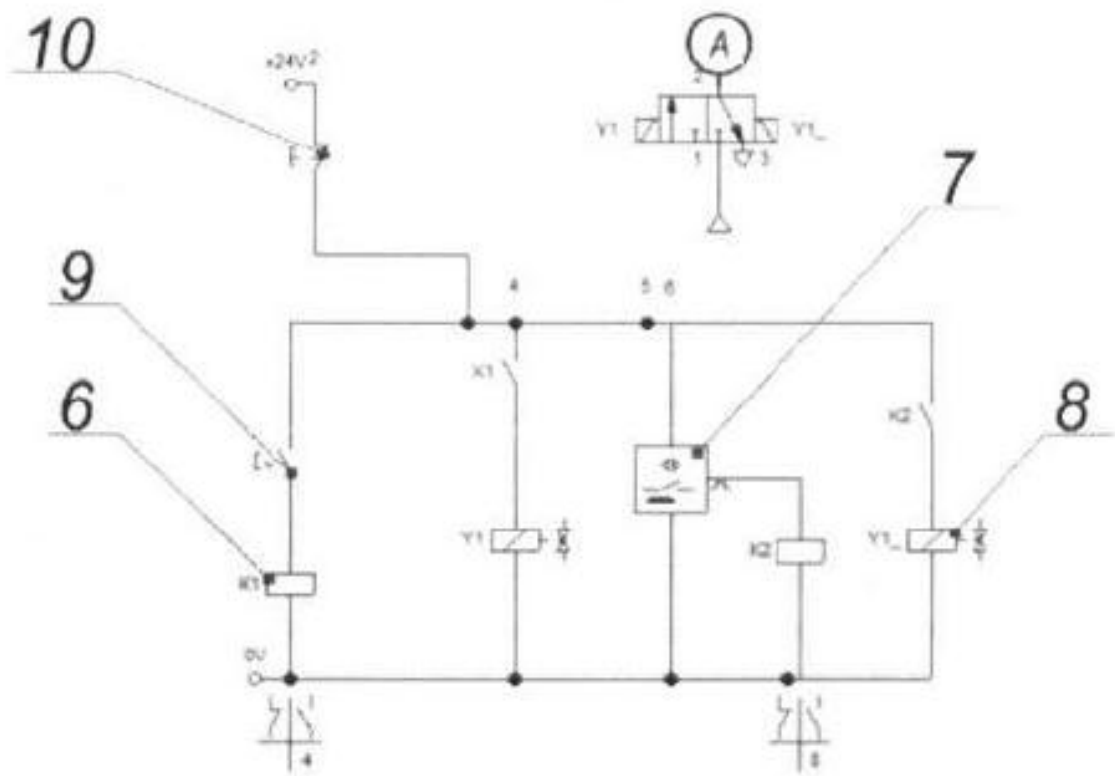


Рис.. 1.3.3. Пневматична схема керування.

1.4 ОБСТУКУЮЧИЙ МОЛОТ (СТРУШУВАЧ) HDNG-63-120-PPV-SA

ПНЕВМОМОЛОТ



Рис. 1.3.4. Загальний вигляд пневмострушувача HDNG.

Незамінний помічник для обстукування трубопроводів і бункерів, в яких знаходиться сипучий матеріал. В цьому обладнанні енергія стисненого повітря перетворюється в кінетичну енергію поршня.

Основні технічні характеристики:

Хід 120 мм

Діаметр поршня 63 мм

Вага поршня 2.3 кг

Робочий тиск 0,2-10

Робоча температура $-20^{\circ}\text{C} \dots + 80^{\circ}\text{C}$

Мінімальний термін роботи, [км] пробігу поршня 8000

Витрата повітря л / цикл 0,65

Імпульс тіла, $\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}$ (при робочому тиску в 6 бар) 2,3

1.5 Постановка задачі для дослідження

Розглянувши, вище вказанні машини можна зробити висновки що вібрацію використовують з користю для здійснення певних операцій за допомогою застосування пневмострушувачів. Можна задати завдання в розробці та дослідженні процесу роботи пневмострушувачів, їх кінематичні та динамічні характеристики відповідно для кожного виду бункера, а саме їх товщини стінок, щоб здійснювати певні коливання відповідно до продукту проти склепоутворення, який розміщується в живильнику.

Розділ 2

2.1 Методика аналізу та синтезу пневматичних механізмів і машин ударної дії

Будь-яка класифікація - це систематизація і розподіл відповідних ознак об'єкта (машини) з притаманним тільки йому якостями. Класифікація дозволяє проводити поділ (аналіз) машин по окремих специфічних ознаках і їх сукупностям, а також об'єднання окремих ознак і їх сукупностей з переважними якостями. Вона повинна передбачати місце новим ознаками без зміни сформованого порядку і служити інструментом прогнозування нових приладів. Тільки така класифікація надасть допомогу при проведенні уніфікації та стандартизації деталей механізмів і машин і дозволить цілеспрямовано проводити дослідження деталей, розкривати істотні залежності між окремими їх ознаками. Конструкторам при проектуванні нових машин все складніше орієнтуватися в наявному різноманітті принципів схем пневмоударних механізмів. Це підказує необхідність узагальнення важливих властивостей механізмів через їх додаткові і уточнюючі ознаки, які повинні визначати специфічні особливості, цільове призначення, а також позитивні і негативні сторони пневматичних механізмів машин ударної дії.

2.2. Класифікація ознак та структурні формули пневматичних машин і механізмів ударної дії

Огляд класифікацій пневматичних машин ударної дії і повітродозподільних пристроїв до них в основному вже наводився в монографії. Запропонована в даній роботі класифікація є узагальнюючою і включає роботи, виконані після публікації вказаної в монографії.

Відомі за літературними джерелами класифікації застосовують до машин ударної дії. Їх поділяють на наступні групи:

- а) класифікації машин, використовуваних у всіх сферах виробництва;
- б) класифікації машин, що включають тільки одну галузь виробництва;
- в) класифікації, що включають групи машин конкретного техно-логічного призначення;
- г) класифікації окремих вузлів машин;
- д) класифікації елементів механізмів.

Звісно ж, що тільки класифікації за пунктами «г», «д» можуть розкрити структуру, кінематичні і динамічні властивості пневмоударного механізму і машини на його основі. Систематизація і класифікація основних ознак не тільки призначалися для впорядкування конкретних знань, а й дозволила розширити наступну символіку, брати участь у створенні системних термінів і понять.

Більш досконале уявлення про пневматичний механізм ударної дії, природно, обумовлює і більш точний опис робочого процесу із залученням особливостей, які раніше сприймалися як другорядні і часто їх не розглядали. При цьому повнота охоплення основних ознак уточнює уявлення про процес і досліджуваному предметі в цілому. Доцільно виділити механізми в окремі класи. В основу назви і визначення приналежності пневмоударного механізму до тому чи іншого класу покласти прийняті поняття про тип повітрероздільного пристрою, власне розподільника У зв'язку з цим механізми з керуванням впускання ударника, де сам ударник виконує функції золотника або клапана, представляється доцільним розділити на два класи - клас безклапанних (з ударником-золотником на впуску) і клас беззолотникових (з ударником-клапаном на впуску) пневмоударних механізмів. На тій же підставі виділені в клас дросельних (з постійно відкритим дроселем на впуску) і клас струменевих (зі струменевим елементом на впуску) пневмоударних механізмів. Цілком обгрунтовано, на

мій погляд, виділення відповідних пневмоударних механізмів в окремі класи: діафрагмові, мембранні, сифонні. При цьому золотникові і клапанні пневмоударні механізми зберігають колишні визначення, що найповніше відповідають їх суті. Як правило, пошук і розробка нової машини починаються з встановлення її цільової структури, призначення, специфічних вимог використання, а потім - узагальненої структури, що забезпечує її цільову функцію. Відповідні особливості і були використані при складанні класифікації ознак як деяких обов'язкових структур пневматичної машини ударної дії. Класифікація, наведена в табл. 2.1 для всієї сукупності пневматичних машин ударної дії. Вона побудована на підставі обраних вище ознак і являє собою, певною мірою, узагальнення і розвиток відомих класифікацій з виділенням класу машин, що використовують в технологічному процесі тільки ударний принцип. Такий підхід до класифікації дозволяє виділити причинні ознаки і здійснити їх набір в потрібній кількості і порядку для отримання відповідних ознак потрібної якості. Таким чином, до цих ознакам будемо відносити ознаки якості і кількості, отримані в результаті взаємодії в даній структурі або сукупності структур причинних ознак. Отже, набір бажаних причинних ознак приводить до синтезу бажаної структури, що, в свою чергу, обумовлює науково обгрунтоване прогнозування нових машин та їх властивостей. Наприклад, згідно з табл. 2.1, можна уявити машину широкого технологічного призначення. Машина з декількома цільовими структурами - ущільнення ґрунтів (1с) і руйнування негабаритів (Б) - матиме близькі за значенням енергетичні параметри, але відповідний тип робочого інструмента. Додавання до цільового ознакою (структурі) узагальненої структури вказує, як оснащена машина засобами, що забезпечують її технологічне призначення. На рівні ознаки 2 визначається, наприклад, виконання машини - ручна або неручним. Однак конструктора, що створює нову машину, завжди буде цікавити деталізація ознак узагальнених структур, які подаються властивостями 2а - 2. Відзначимо, що цільова і узагальнена структури 1, 2

(табл. 2.1) в рівній мірі характерні для машин ударної дії з різними видами використовуваної (підводиться) енергії. Ухвалення такої умови пояснюється тим, що на рівні пневмоударного механізму вже можна визначитися не тільки в енергетичних параметрах, але і в характері того чи іншого робочого процесу, а також в якості, що вносяться механізмом в машину. При цьому вихідні параметри ударного механізму є причинними (задаються параметрами) для інших узагальнених структур (наприклад, системи віброзахисту) машини ударної дії.

Загальним в класифікації ознак пневмоударних механізмів буде підхід не від термінів, що позначають елементи механізмів, а від змісту інформації про них, в першу чергу, причинних ознак, які однозначно розкривають сутність механізмів і машин. В якості останніх, які зумовлюють відмінності не тільки в характері того чи іншого робочого процесу, але і в енергетичних параметрах машини, назвемо наступні: 1) ударник; 2) циліндр; 3) робочий інструмент; 4) повітря-живильні канали; 5) робочі камери різного призначення; 6) розподільник повітря в вигляді ударника, клапана, золотника, мембрани, сільфона, діафрагми, дроселя і їх комбінацій.

Таблиця 2.1

Класифікація структур пневматичної машини ударної дії *

Код	Структура	Технологічне призначення		Тип пристрою
	Призначення	Ко	Ознака	
1	Цільові	<i>a</i>	Розмітка	Кернери
		<i>Б</i>	Руйнування	Зачисні, шабери, скульптурні, відбойні молотки;
		<i>c</i>	Ущільнення	Трамбовки, конопатки;
		<i>d</i>	Зміна форми	Клепальні, чеканочні молотки;
		<i>e</i>	Проходка скважин (отворів)	Занурювальні пневмоударники,
		<i>f</i>	Занурення елементів	Сваї занурювачі, занурювачі труб
		<i>h</i>	Відбор проба	Пробовідборники
2	Узагальнені	<i>a</i>	Реалізація енергетических параметров	Ударний механізм
		<i>Б</i>	Пуск	Рукоятки з пусковими
		<i>c</i>	Утримання та управління робочим інструментом	Колпаки, пружини, державки
		<i>d</i>	Віброзащита	Демпфери амортизатори, покриття
		<i>e</i>	Шумозащита авление	Глушники камерні, струйні з коливальними елементами
		<i>f</i>	Привязка до базової машини	Привязка до системи керування

* Структура пневматичної машини ударної дії зображена на рис. 2.1 із зазначенням узагальнених ознак.

** У даному дослідженні, враховуючи спрямованість досліджень, розглядаються питання, що стосуються лише ознаки 2а.

На підставі зазначених ознак можна отримати уявлення про структуру пневмоударного механізму. Однак просте перерахування ознак, хоча вони і є носіями конкретних якостей, не дає повного уявлення про зв'язки в самій структурі. Отже, встановлення зв'язків в структурі механізму, їх

підпорядкованості один одному найбільш раціональний шлях до його синтезу, розрахунку та прогнозуванню.

Поєднання динамічних і конструктивних ознак може дати досить повне уявлення про пневмоударном механізмі. У табл. 2.2 наведено класифікацію структур пневмоударного механізму, що представляє собою узагальнення і розвиток попередніх класифікацій ознак клапанних, золотникових, безклапанних і дросельних пневмоударних механізмів.

Розглянемо основні (причинні) ознаки пневмоударних механізмів. Ознаки в табл. 2.2 розташовані від простого до складного. Більш складним будемо вважати ту ознаку, яка вимагає більш складної конструктивного компонування і зумовлює більш складні функціональні зв'язки в робочому процесі пневмоударного механізму і машини.

Відповідно до ознак, що характеризують джерела цих сил, взаємозв'язок їх та управління ними, складають динамічну структуру гідропневматичного устаткування. Такого роду сили надалі будемо називати динамічними. Ознаки, що характеризують взаємне розташування джерела силового впливу на ударник і засобів управління ними, а також особливості конструктивного виконання елементів механізму (форма, матеріал і т.д.). Будемо називати їх - конструктивними.

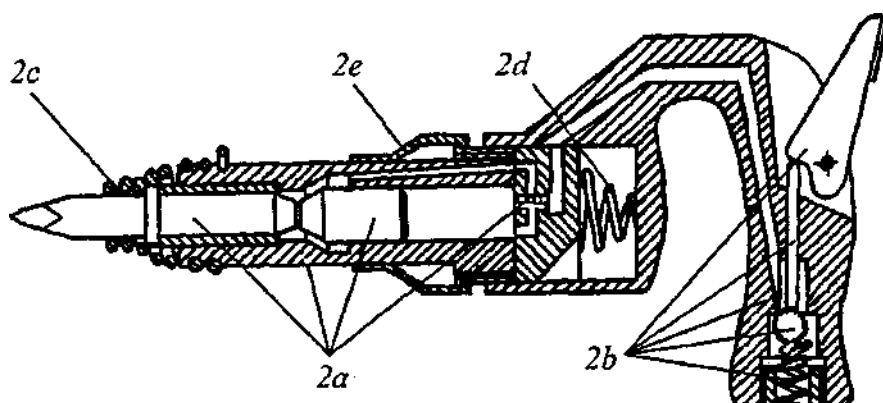


Рис. 2.1

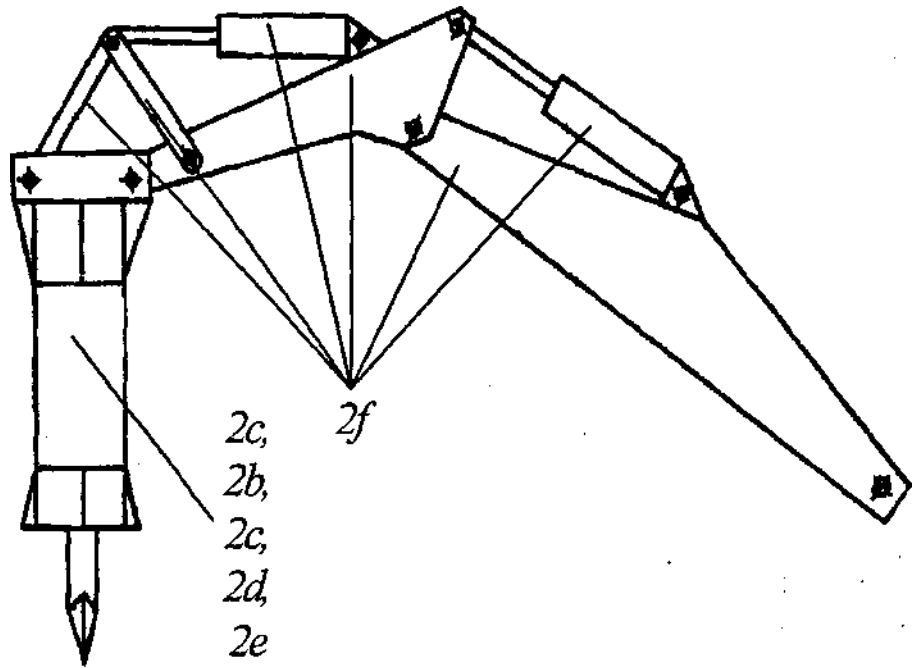


Рис. 2.1. (продовження)

Таблиця 2.2

Класифікація ознак пневматичних ударних механізмів

Динамічні ознаки			Конструктивні признаки	
Основний		Додатковий		Основний
2		4		6
Засоби формування силового імпульсу		Камера наддуву		1-я ступень
			2	2-я
			3 4	3-я
			5 6	4-я
			7 8	5-я
			9	6-я
			10	7-я
		Камера магистрального тиску	То же (1-Ю)	

Продовження таблиці 2.2

	2	4	5	6
		Камера атмосферного тиску	»	
		Камера	»	
		Камера затримки	»	
		Камера демфування	»	
		Камера механіческого буфера	»	
		Камера управляемая	»	
		Камера	»	
		Камера продувки	»	
	Засоби стабілізації параметрів енергоносія	Камера ресивер	3 Позначенні на (в) циліндрі На (в) ударнику На (в) стержні На (в) трубці	
		Камера перепуску тиску	Так само (1-6)	
		Камера форсажа несквозна	»	
		Камера форсажа сквозна	»	
	Засоби керування впуском - наддувом	Дросельні з постійним проходним перетином	»	
		Дросельні з змінним проходним перетином	»	
		Діафрагмові	»	
		Струйні	»	
		Беззолотникові	»	
		Безклапанні	»	
		Клапанні	»	
		Мембранні	»	
		Сильфонні		
		Золотникові	Так само (1-6)	
	Засоби керування запуском - наддувом камери енергоносія	Так же (a-j)	»	

Закінчення таблиці 2.2

	2	3	4	5	6
	Засоби керування перепуском відпрацьованого енергоносія в додаткову камеру	»		»	
	Засоби керування затримкою частини енергоносія в камері в період	»		»	
	Засоби керування витесненням певної кількості енергоносія	»		»	
	Засоби керування форсажем	»		»	
	Засоби керування продувкою	»		»	
	Засоби керування випуском з камер	»		»	

Динамічні ознаки представлені 10-ма групами - А, В, С, D, Е, F, G, H, I і К. Основні з них А, С і К визначають необхідність і достатність ознак при складанні структурної схеми працездатного пневмоударного механізму. Ознаки D, Е, F, H, J і G можуть бути використані як додаткові. Їх присутність

в машині має визначальне значення, наприклад, при визначенні економічності.

Група В в пневмоударном механізмі обумовлює ускладнення конструкції. Однак її ознаки використовуються в пневмоударном механізмі в якості засобів, що забезпечують стабілізацію параметрів енергоносія в період, що передує його впуску в робочу камеру. Це зумовило необхідність вказати цей показник в структурну схему пневмоударного механізму.

Група ознак А характеризує засоби формування силових імпульсів. Джерелами силового впливу на ударник в пневмоударном механізмі можуть бути імпульси тиску стисненого повітря, що формуються в камерах різного типу, а також імпульси натискної та ударної сили. А саме взаємодій ударника з механічним буфером. Камери в пневмоударном механізмі, які безпосередньо формують силовий імпульс. Вони розділені на камери: наддуву, пневматичного і механічного буферів, керовані і акумуляційні (табл. 2.2).

Призначення і визначення для камер засобів А наведені в роботі

Класифікація ознак ПУМ доповнена до теперішнього часу ознакою Ак.

Камера продувки Ак - зберігає функції по формуванню силового імпульсу зі зменшенням протитиску повітря. При розташуванні на 1-ій ступені ознака Ак обумовлює послідовну зміну її функцій. Можливі варіанти змін від Аа до Ак. Процес продувки при цьому характеризується постійним надходженням повітря з мережі живлення або іншої камери з одночасним перепуском (продувкою) в атмосферу (або іншу камеру).

Зміною прохідних розмірів каналів впуску та продувки можна змінювати форму силового імпульсу в камері Ак.

Погодившись з деякою складністю реалізації процесу форсажу. ПУМ може бути розміщений між уже наявними ознаками засобів витіснення і випуску.

Камера Нд - камера форсажу, зі зміною тиску повітря в ній до величини тиску в мережі, пов'язується з камерами засобів формування силових імпульсів і атмосферою. Поєднання Нд відмінно зміною тиску повітря в ній і періодичністю повідомлення з атмосферою.

Поєднання ВС відрізняється від Вв постійністю живлення з мережею енергоносія або камерою - ресивером Ва.

Ознака Ве може бути представлена як проточною, так і непроточною камерами: За проточною камерою залишається ознака Нд, за непроточною камерою Вд. Ознака Вд визначає камеру зі змінним тиском повітря, зростаючим до величини живильної. На відміну від камери Ве та Вд повідомляється з будь-якої з камер тільки за допомогою каналу форсажу і інших супутніх функцій (запуск, частковий наддув, перепуск і т. д.) Додаткові конструктивні ознаки форсажу представлені в дод. П2.6.3.

Камера ВС, як і камери Ва, Вв, Вд, безпосередньо не формує силового імпульса тиску повітря, але бере участь в його формуванні з боку камер, з якими пов'язана.

Періодичність силових імпульсів забезпечується засобами управління впуску (С) в керовані камери, а також засобами випуску (К) з них. Підтримка робочого процесу з тими чи іншими якостями здійснюється засобами управління наддувом, перепуском, витісненням і затримкою.

Група ознак, що характеризує засоби управління впуском, в табл. 2.2 позначена індексом С. З огляду на важливість у виконанні основної функції - розподілення повітря в ПУМ, незважаючи на популярність, доцільно звернутися до їх особливостей.

Дані засоби мають достатній прохідний отвір живлячої частини для підтримки робочого процесу без форсування режиму і можуть мати незмінний прохідний розмір воздухопровода Са (дросель [153], сопло [154], проточні пори [155] і т. д.) Або змінне, а саме змінювати його під час роботи (наприклад, дроселі з еластичними стінками [156-158], з ламінарним, і з турбулентним виділеннями повітря).

Діафрагмові засоби впуску Сс відрізняються від дросельних Сб тим, що в них прохідна площина не перекривається повністю [159, 160]. Періоди часу, що передують перед повним перекриттям, супроводжуються затримкою впуску, ніж регулюється кількість що надходить в камеру магістрального повітря, а отже, параметри робочого процесу пневмоударного механізму. Струменеві елементи пневматики в якості засобів впуску Сd призначені для підвищення надійності і довговічності механізму при одночасному зниженні питомої витрати повітря з мережі.

Відомо застосування елементів Пневмоніка, засноване на зміні швидкості потоку, площині потоку, на використанні струменя з відхиленнями і зустрічним потоками, а також на резонатора ефекті.

Беззолотникові Се і безклапанні Сі засоби впуску в практиці і патентних матеріалах представлені досить широко. Відмінною особливістю зазначених засобів є управління впуском, при взаємодії ударника з трубкою, нерухливим стрижнем-клапаном або циліндром. Клапанні засоби впуску Сg - найпоширеніші, відрізняються різноманіттям конструкцій клапана, що виконується у вигляді пластини, кілець, трубок.

Мембранні засоби впуску Сr видаються вельми економічними розподільниками повітря. Однак у зв'язку з недовговічністю матеріалу, з якого в даний час можуть бути виготовлені мембрани, вони в пневмоударних механізмах практично застосовуються рідко.

Застосування сільфонних засобів впуску Су пневмоударних механізмах невідомо, хоча вони широко використовуються в автоматичних засобах управління різних приводів, включаючи пневматичне. У зв'язку з цим вони введені в класифікацію, як засоби управління впуском.

Золотникові засоби впуску Сj після клапанних найпоширеніші. Їм властива висока економічність, однак вони досить складні у виготовленні і експлуатації.

Засоби наддуву Da - Db призначені для додаткового впуску частини повітря в робочі камери з метою форсування робочого режиму,

конструктивно виконуються аналогічно основним засобам впуску. Найбільш прийнятні для практики вирішення відповідних задач.

Ознаки, що характеризують засоби керування перепуском відпрацьованого стисненого повітря в керовані або інші камери для повторного його використання в робочому процесі, позначені індексом $E_a - E_j$. Технічні рішення пневмоударних механізмів передбачаються класифікації засобів перепуску. Практичний інтерес представляють реалізації. Ознаки, що характеризують засоби управління затримкою $F_a - F_j$ в камері і витісненням з камери $G_a - G_j$ частини повітря, що стискається або розширюється, а також керує продувкою камери $I_a - I_j$ можуть мати суттєве значення для ПУМ. Так, наприклад, ознаки $G_a - G_j$ і $I_a - I_j$ можуть дати різний ефект щодо підвищення ударного імпульсу з поліпшенням вібраційної характеристики. Засоби управління випуском в принципі можна виконати у вигляді «постійне або періодично відкритих дроселів K_a , струминного елемента Пневмоніка D_j *». У відомих же пневмоударних механізмах в переважній більшості випадків випуск забезпечується відкриттям випускних каналів ударником K_e або K /. Однак найбільш ефективним засобом керування випуском слід вважати ознака K_f . Використання засобів випуску K_g (клапан) і K_j (золотник) хоча і ускладнює конструкцію механізму і машини, може бути виправдано економічністю. Для принципової схеми пневмоударного механізму також важливими є конструктивні ознаки, що характеризують компоновку і вказують на розташування динамічних ознак. Стосовно до групи А компоновка визначається порядком розташування камер, який може бути охарактеризований номерами ступенів. Тут маються на увазі кільцеві і торцеві об'єми камер, що примикають до відповідних ступенів ударника. Кількість ступенів обумовлено кількістю відповідних камер ознаки А. Нумерація прийнята від поздовжньої осі ударника - 1-й ступінь. Камери наступних ступенів розташовуються в кільцевих просторах, обмежених стінками корпусу і торцевими поверхнями відповідних ступенів ударника. При цьому в пневмоударному механізмі із суцільним або порожнистим

ударником камери можуть бути розміщені не тільки радіально, а й по висоті, тобто на одному щаблі може бути дві або кілька камер, наприклад наддуву і буферна. Конструктивними ознаками присвоєно цифровий індекс. Номер ознаки відповідає порядковому номеру ступені. Стосовно до груп В, С, D, E, F, G, H, J конструктивні ознаки визначають розташування відсікаючих кромок каналів, з якими взаємодіють відсікаючі кромки керуючих елементів. Так, для пневмоударних механізмів відсікаючі кромки можливі на (в) циліндрі (2), ударнику (3), стрижні (4) або трубці (5). Конструктивно в пневмоударном механізмі засоби В, С, D, E, F, G, H, J можуть бути винесені (1) за межі циліндра. Слід зазначити, що будь-які з перерахованих засобів можуть бути виконані в принципі на окремому кінематичному ланцюзі (6), які можуть бути зображенні у вигляді окремого механізму (пневматичного, гідравлічного і т.д.). Зауважимо також, що засоби формування силового імпульсу, засоби впуску, наддуву, перепуску, затримки, витіснення, продувки і випуску повітря можуть мати свої класифікації. Так відомі класифікації ознак перепуску і затримки випуску.

Істотну роль будуть виконувати додаткові уточнюючі конструктивні ознаки, які стосуються усіх динамічних ознаками засобів А ... К. Наприклад, з розміщення камер на 1-ому ступені: камер пневматичного буфера і наддуву, витіснення і наддуву, витіснення, продувки і наддуву можливо виконати з послідовним підключенням і відключенням, які реалізуються координатами каналів впуску - випуску. Координати каналів обмежують їхні параметри протяжності, а отже протяжності функціонування тієї чи іншої камери, як за часом, так і по довжині ходу ударника на даній ділянці. Таким чином, уточнюючі ознаки стають основними ознаками при призначенні обмежень по початку і закінчення того чи іншого процесу. Зазначені обмеження уточнюють фізико-математичний опис конкретного ПУМ і дозволяють здійснити його баро і термодинамічний процес.

Крім зазначеного додаткові і уточнюючі конструктивні ознаки важливі при геометричному моделюванні, оскільки визначаються становищем і довжиною ударника.

При цьому оптимізація в діапазоні геометричних обмежень дасть раціональне співвідношення в комплексних параметрах. З позицій конструювання ПУМ важливими будуть вибір і облік в міцності розрахунках виду (типу) каналу, його перетину і розміщення. Такі особливості засобів З ... До представлені у вигляді приватних класифікацій в даній роботі з відповідними кодовими позначеннями уточнюючих ознак.

Так само з позицій міцності, надійності та довговічності конструкторів можуть цікавити матеріали, які реалізують) ті чи інші конструктивні ознаки.

Наприклад, стрижні можуть бути жорсткими або еластичними, у вигляді ниток, струн і т. д. Цим уточнюючим конструктивними ознаками (в табл. 2.2 вони не вказані для збереження її компактності) будуть присвоюватися інші індекси, наприклад літери грецького алфавіту α , ϵ , γ і т. д.

Побудова ПУМ не виключає комбінацій перерахованих вище ознак і особливо серед засобів управління впуском. Слід відмітити особливість ознаки витіснення G в пневмоударних механізмах.

Так, витіснення для камер магістрального тиску на вході Ab в більшості випадків нераціонально, так як зниження тиску можна здійснити за рахунок зменшення прохідного перетину живлячого каналу і збільшення обсягу самої камери без зниження економічності машини ударної дії. Запропонована класифікація не вичерпує різноманіття ознак механізмів, хоча в даний час вона найбільш повно відображає розвиток пневматичних механізмів машин ударної дії з будь-яким поширенням повітря.

Від загальної класифікації ознак пневмоударних механізмів можна перейти до приватної класифікації, наприклад: за ознакою впуску - до дросельних пневмоударних механізмів. Для цього досить у засобах впуску C залишити ознаки Ca і сь, а решта опустити. Збереження ознак D, E, F, G і K з їх варіаціями від a до y в дросельних пневмоударних механізмах не

порушує їхніх за ознакою впуску. З вищезгаданих структурних ознак тільки ознака засобів впуску 3 характеризує ступінь участі ударника в управлінні впусканням енергоносія (стисненого повітря) в робочі камери циліндра. Отже, тільки ця ознака і визначає ступінь залежності довжини ударника від його ходу. Передача функцій впуску струменевим елементам і дроселів звільняє ударник від механічних зв'язків в системі управління впуском. У цьому випадку довжина ударника вже не залежить від його ходу, що відзначалося і раніше, наприклад, конструктивними ознаками, а також їх індексація дозволяють дати компактне опис будь-який з відомих схем ПУМ у вигляді структурної формули. Ознаки, зазначені в класифікації, відносяться до будь-якої з робочих порожнин (камер) ПУМ. Тому загальну структурну формулу пневмоударного механізму з одним ударником можна записати в вигляді рядків, розташованих одна під інший: у верхній записують індекси ознак, що відносяться до камер, що обумовлює робочий хід ударника; в нижній - індекси ознак камер, що обумовлюють його холостий хід. Запропонована схема запису дозволяє одночасно оцінити кілька пневмоударних механізмів - за умови, що якості кожної ознаки відомі.

При синтезі нового ПУМ конструктора будуть в першу чергу цікавити механізми, що володіють мінімальною кількістю ознак (і елементів), так як вони є найбільш надійними. У зв'язку з цим слід зазначити, що необхідною і достатньою кількістю ознак для ПУМ буде таке, яке забезпечить зворотно-поступальний рух ударника. У загальному вигляді, з огляду на прийняті умови скороченою записи ознак, структурну формулу пневмоударного механізму з одним ударником при відсутності додаткових врівноважуючих мас можна записати так:

ABCDEF GK

ABCDEF GK

При відсутності засобів наддуву, перепуску, затримки і витіснення структурна формула ПУМ з необхідним і достатнім кількістю ознак матиме вигляд –

АСК

АСК

Дійсно, порожнину робочого ходу в цьому механізмі із засобів формування імпульсу (ознака А) містить керовану камеру, розташовану на 2-го ступеня (ознака h₁), і камеру мережевого тиску b₁, розташовану на осьової ступені. Засоби управління впусканням З представлені взаємним механічним перекриттям каналів (рис. 2.2а) циліндра ударника УЗ. Відсічні кромки, розташовані на циліндрі 2 і ударника 5, забезпечують також і управління випуском К.

У порожнині холостого ходу засоби формування силового імпульсу А представлені керованою камерою h₂ і механічним буфером g₁ у вигляді хвостовика інструменту. З огляду на ознаку g₁, властивий всім ПУМ, при написанні структурної формули механізму він для простоти запису може опускаватися. Так, наприклад, у механізмі з одним ударником поєднання ознак Ah 1 характеризує традиційний засіб формування силового імпульсу - керовані камери. Відзначимо, що для дросельних ПУМ найбільш просте поєднання ознак засобів формування імпульсу буде Аа. Серед засобів впуску найбільшу простоту ПУМ забезпечує поєднання ознак Ca₂ - постійно відкриті дроселі. Природно, що для конкретних умов експлуатації може бути вибрано і інше поєднання ознак С. Очевидно також, що при синтезі нового ПУМ конструктор буде звертати спочатку увагу на ознаку С, так як головним чином він визначає складність механізму і машини на його основі. Серед засобів впуску найбільшу простоту ПУМ забезпечує поєднання ознак Ca₂ - постійно відкриті дроселі. Природно, що для конкретних умов експлуатації може бути вибрано і інше поєднання ознак С. Очевидно також, що при синтезі нового ПУМ конструктор буде звертати спочатку увагу на ознаку С, так як головним чином він визначає складність механізму і машини на його основі. Найбільш раціональним і простим виконанням коштів випуску відпрацьованого енергоносія з керованих камер є реалізація в ПУМ поєднання ознак К 23 - відкриття випускних каналів ударником.

Таким чином, структурна формула найбільш простого по конструктивному виконанню дросельного ПУМ буде

Ая1Ся2К/23 (г);

Ад1Ся2К/23 (д);

Принципова схема дросельного ПУМ представлена на рис.2.2.

Запропонована форма запису може бути застосована і для опису ПУМ з двома і більше ударниками, використовуваними за прямим призначенням або в якості врівноважують мас і виконують функції розподільника повітря одночасно. Відмінності в запису структурних формул таких ПУМ визначається тільки кількістю рядків по вертикалі, що характеризують засоби формування імпульсу в кожній з камер.

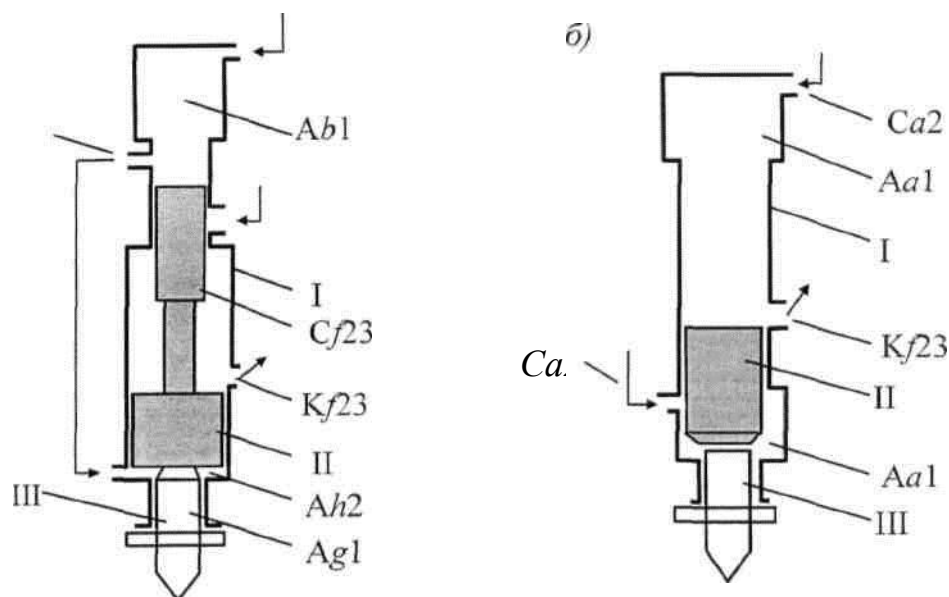


Рис. 2.2. Структури пневматичних ударних механізмів з одним {а, б), двома (в) і трьома (г) ударниками: I - циліндр, II - ударник, III-інструмент

У загальному вигляді структурна формула ПУМ з двома ударниками (рис. 2.2В [191]) при відсутності ознак, що вказують на засоби стабілізації, наддуву, перепуску, затримки і витіснення, матиме вигляд:

АСК (д);

де середні рядки характеризують ознаки проміжних камер, розташованих між двома ударниками.

Багатокорпусні ПУМ, що мають по одному і більше ударників в кожному з циліндрів, повинні описуватися структурними формулами механізмів з одним або більшою кількістю ударників, але із зазначенням кількості однойменних стовбурів. Наявність останніх ілюструється записом ознак для кожного стовбура з поділом по горизонталі. Наприклад, формула ПУМ триствольного трамбування по каталогу фірми Гарднер-Денвер (США) модель ТТ-23 (рис. 2.2г [192]), кожен корпус якої забезпечений однотипним пристроєм золотникового типу, запишеться –

АСК АСК АСК АСК
АСК АСК АСК АСК

Наприклад, ввести ознаки, що уточнюють матеріал механічного буфера (сталь, гума та т. д.), Форму золотників (циліндричні суцільні, трубчасті, одно- і багатоступінчасті і т. д.), Зв'язку між окремими елементами ПУМ, а також матеріал елементів засобів управління впуском і випуском (жорсткі і еластичні трубки, стрижні, золотники, клапани і т. д.).

Істотно, що система ознак, представлених класифікацією, не тільки дозволяє дати однаковий опис будь-який з відомих схем ПУМ, але і полегшує синтез нових схем з кращими якостями окремих ознак або їх поєднань.

2.3. Систематизація основних, додаткових і уточнюючих ознак пневмоударних механізмів

У методичному плані динамічні і конструктивні ознаки ПУМ повинні бути представлені кількісно однаковими групами. У класифікації конструктивні ознаки представлені з деяким обмеженням рівноцінності. Як показують дослідження впливу конструктивних ознак на динаміку, баро і термодинаміку робочого процесу вони виконують основні функції тимчасового і просторового характеру в ПУМ. З огляду на зазначене як динамічні, так і конструктивні ознаки будемо представляти у вигляді:

основних, додаткових і уточнюючих (рис. 2.3). Згідно виконання функцій динамічні і конструктивні ознаки наділимо наступними властивостями. Основний динамічний ознака ПУМ - ознака, що характеризує засоби управління процесом, наприклад, засоби впуску, випуску, затримки і т.д. (Табл. 2.2).

Додаткова динамічна ознака ПУМ - ознака, що характеризує особливості засобів управління, наприклад, засобів формування силового імпульсу - камери наддуву, пневматичного буфера і т. д. (Табл. 2.2). Уточнюючий динамічний ознака ПУМ - ознака, що характеризує фізико-механічні та інші властивості засобів управління, наприклад, жорсткий клапан, еластичний клапан і т. д.

Основна конструктивна ознака ПУМ - ознака, що характеризує конструктивне виконання деталі-елемента, наприклад, трубки, стержня і т. д. (Табл. 2.2).

Додаткова конструктивна ознака ПУМ - ознака, що характеризує конструктивне виконання деталі-елемента, наприклад, трубка - укорочена, подовжена; ударник суцільний, ступінчастий, порожнистий і т.д. Уточнююча конструктивна ознака ПУМ - ознака, що характеризує конструктивне виконання додаткової ознаки, наприклад, її форму, перетин і т.д.

Як впливає зі схеми на рис. 2.3 динамічними ознаками присвоюються такі позначення:

Основним - прописні букви латинського алфавіту (A, B, ..., Z), додатковим - малі літери латинського алфавіту (a, b, ..., z) і уточнюючим - малі літери грецького алфавіту ($\alpha, \beta, \dots, \zeta$). Конструктивними ознаками присвоюються арабські цифри: Основним - (1, 2, ..., 9), додатковим - з одним штрихом - ((1', 2', ..., 9')), уточнюючим - з двома штрихами - (1'', 2'', ..., 9''), де п, п', п'' - порядкове, прийняте за схемою і таблиці ціле число. Представлена класифікація (табл. 2.2) ознак ПУМ зберігає колишню компоновку як володіє необхідним і достатнім кількістю ознак для

попередньої загальної оцінки і компонування ПУМ, що робить її не громіздкий.

Далі конструктивні ознаки, що характеризують особливості ПУМ, представляються в дод. П2.

2.4. Основні і додаткові уточнюючі ознаки незалежні і залежні від положення ударника

У розділі увагу приділено ознайомленню з додатковими динамічними і конструктивними ознаками засобів впуску, запуску, резервування, затримки в ПУМ. З причини обмежень за обсягом опис і аналіз особливостей ознак, інформація про них перенесена в дод. П2. Розгляд зазначених ознак покаже потенційні можливості дроселів впуску як елемента, здатного забезпечити формування силового імпульсу робочого циклу нетрадиційних форм, і реалізації яких за допомогою рухомих елементів у вигляді клапанів, золотників, ударника - золотника, ударника - клапана і т.п. пов'язані зі значними технічними труднощами.

Зазначені ознаки поділяються на дві групи: незалежні (П2.5) і залежні (П2.6) від положення ударника. Особливості незалежних ознак - засоби: впуску в робочу камеру, наддуву, запуску, резервування, затримки впуску доповнюють класифікацію без порушення її методологічних принципів побудови.

Незалежні ознаки засобів впуску і наддуву розглядалися в роботах, коротко описані і представлені в табл. П2.2

Ознаки засобів розглядалися в роботі, де наголошено на необхідності їх обліку в робочому процесі і в описі фізико - математичної моделі ПУМ. Зазначені ознаки представлені в табл. П2.3. Ознаки коштів резервування ПУМ і ДПУМ описані в роботах і інформація про них представлена в П2.5. Тут відзначимо, що ознаки засобів впуску, запуску, перепуску, затримки можуть бути виконані найпростішими конструктивними елементами, наприклад, у вигляді круглого каналу - отвору.

Відзначимо також, що ознаки засобів затримки, перепуску і ін. Можуть бути оформлені власними класифікаціями. Наприклад, на підставі робіт, а також стосовно механізму, складена класифікація засобів затримки табл. П2.4. Зовсім від положення ударника ознаки раніше розглядалися в роботах і їх короткий опис представлено для ознак випуску повітря з робочих камер в табл. П2.5, для ознак засобів перепуску з урахуванням представлені окремою класифікацією табл. П2.6, так і приватної, що враховує розвиток тільки конструктивних ознак - табл. П2.7. Особливості ознак форсажу розглянуті в роботах. Ознаки коштів форсажу визначені з використанням терміну описаного, наприклад в роботі [216]. Як в основному тексті, так і додатку П2.6 відзначено, що зазначена ознака досить просто виконуємо в ДПУМ [і вельми складніше в клапанних ПУМ і золотникових ПУМ [48, 49]. У табл. П2.8 наведені конструктивні ознаки засобів форсажу, а рис. П2.13 і ГО. 14 ілюструють найпростіше їх виконання. ПУМ дросельного типу з буферним циклом визначив розробку приватної класифікації табл. П2.9, а виконання механізму проілюстровано на рис. ГО. 15. Наявність розгорнутих додаткових конструктивних ознак дозволяє в ДПУМ реалізувати різні по очертанію діаграм робочі цикли, що згадуються раніше [40], як теоретично можливі.

У додатку П2.7 викладені основні вимоги до ручних машин типоразмерного ряду, які охоплюють вимоги розглянуті раніше [29, 100]. Відзначається паралельний або послідовний порядок розміщення вузлів в загальній структурній схемі машини. Розглядаються питання відмов елементів механізму або втрати ним необхідних функціональних властивостей.

2.5. Аналіз і синтез пневмоударних механізмів і машин

Розділ написаний з використанням матеріалів, опублікованих в монографії. Підрозділи 2.3.1 і 2.3.2 присвячені аналізу і синтезу пневмоударних механізмів, а 2.3 - синтезу пневматичних машин ударної дії з підведенням центральної повітряної трубки, матеріалами в яких частково були опубліковані і представлялися в авторській кваліфікаційної

кандидатської дисертації. Аналіз пневмоударних механізмів з використанням класифікаційних ознак.

Класифікація основних ознак пневмоударних механізмів по динамічним і конструктивними ознаками, а також їх індексація (табл. 2.2), дозволяють дати компактний опис в будь-який з відомих схем ПУМ у вигляді формули. Ознаки, зазначені в класифікації, відносяться до будь-якої з розрахункових порожнин (камер) ПУМ.

Класифікація основних ознак пневмоударних механізмів по динамічним і конструктивними ознаками, а також їх індексація (табл. 2.2), дозволяють дати компактне опис будь-який з відомих схем ПУМ у вигляді формули. Ознаки, зазначені в класифікації, відносяться до будь-якої з розрахункових порожнин (камер) ПУМ. Тому загальну структурну формулу найпростішого пневмоударного механізму з одним ударником і камерами форсажу можна записати у вигляді двох рядків один під одним, де верхній рядок містить індекси ознак, що відносяться до камер, що обумовлює робочий хід ударника, а нижня рядок - індекси ознак камер, що обумовлюють його холостий хід. Структурні формули і короткий опис характерних схем дросельних ПУМ представлені в дод. 2.

Як вже зазначалося вище, аналіз об'єкта, як сукупності ознак, вимагає знання властивостей основних ознак, що зумовлює конструктивне виконання самого об'єкта і його якості. При цьому сукупності ознак можуть утворити нові якості об'єкта.

Наведемо порівняльний аналіз пневмоударних механізмів з використанням їх структурних формул. Запишемо формули для відомих золотникового і безклапанних механізмів:

$$\frac{AMC/23E/23K/23J23}{Ag1MC/23E/23K/23y23'}$$

$$\frac{AMC/23K/23}{Ab\backslash g\backslash h2Cf23Kf23'}$$

Рис.2.4 Зображення формули.

З наведених структурних формул очевидним є більш складне конструктивне виконання засобів впуску С і впуску Н у золотникового ПУМ. Це і визначає його низькі експлуатаційні якості. Найбільш простим і надійним конструкціям пневматичних машин ударної дії відповідають дросельні механізми. Зберігаючи переваги відомих раціональних рішень ПУМ, вони не накладають обмежень на довжину і масу ударника і його хід, як це має місце у безклапанних і беззолотникових механізмів, що дозволяє «вкластися» в масу і габарити сучасних клапанних і золотникових машин. Структурна формула відомого дросельного ПУМ [153] виглядає так:

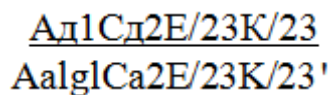
$$\frac{Ad1Ca2K/23}{AsLlglh2Ca2K/23 '}$$

Наведена формула досить проста. Так як засобу формування силового імпульсу не тільки одноманітні і представлені найпростішими конструктивними рішеннями: для порожнини робочого ходу – Ад1 холостого ходу Aagl. Ознака Kg обов'язковий для будь-якого ПУМ, оскільки представляє механічний буфер - ковадло. У виразів (б ') наявність ознаки Ab \ h2 визначає ступінчасту форму ударника і робочого циліндра. Крім того, наявність камери атмосферного тиску зумовлює площа ударника, яка не використовується в робочому процесі ПУМ. Згідно в ДПУМ просто і одноманітно за допомогою постійно відкритих дроселів вирішені засоби впуску Ca2, які представлені більш складними ознаками: ударником - золотником (С / 23) і золотником (С / 23). стосовно засобів впуску К / 23 зауважимо, що з усіх відомих засобів аналогічного призначення навряд чи можна уявити більш просте рішення, ніж відкриття впускних каналів в

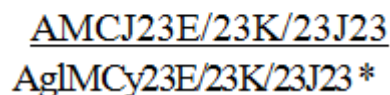
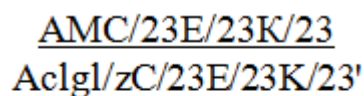
циліндрі самим ударником. Проаналізуємо вплив на ПУМ ознаки перепуску. Дослідженнями встановлено, що використання ознаки перепуску відпрацьованого повітря тиском 0,2 ... 0,5 МПа в період, що передує випуску для повторного його використання в робочому процесі, дає можливість скоротити споживання повітря безпосередньо з мережі, а також знизити в

1,5-2 рази тиск на випуску з камер. З цих позицій наявність в ПУМ ознаки перепуску краще. Найбільший інтерес для конструювання повинні представляти дросельні ПУМ із засобами перепуску у вигляді прямого або близького до нього за формою каналу, що перекривається ударником. Користуючись класифікацією ознак пневмоударних механізмів,

запишемо структурну формулу дросельного ПУМ [185] з перепуском:



Користуючись класифікацією ознак пневмоударних механізмів, запишемо структурну формулу дросельного ПУМ [185] з перепуском:



При порівнянні (Г'-д ') видно, що остання містить більшу кількість елементів засобів випуску Д, а елементи засобів формування силового імпульсу А, засобів впуску С і перепуску Е - значно складніше, ніж у рішення по формулі (д') і тим більше (г). Крім того, у ПУМ за формулою (У) складніше самі конструктивні елементи засобів. Так, поєднання Е / 23 і С / 23 представляються більш складними, ніж Е / 23 і Са2. Таким чином, можна показати аналогічні порівняння ПУМ з наддувом, витісненням, затримкою і т.п. структурних формул. Показано, що такий аналіз наочний і не вимагає матеріалізації об'єктів порівняння, по крайній мере, на етапі порівняння відомих і пошуку нових механізмів з необхідними технологічними якостями.

В результаті порівняння структурних формул механізмів показано, що клапанні і золотникові механізми ускладнюють конструкцію пневматичних машин ударної дії, що призводить до зниження їх надійності при роботі в умовах негативних температур навколишнього повітря [199]. Мабуть, довговічність механізмів і машин з клапанним і особливо з золотниковим пристроєм поширення повітря через більшу їх схильності задирам, перекосів, стирання і т. д. Буде нижче, ніж у безклапанних, беззолотникових і тим більше у дросельних.

2.5.2. Синтез пневмоударних механізмів з використанням класифікаційних ознак

Розглядатимемо синтез ПУМ із заздалегідь відомими позитивними ознаками. Домовимося, що набір позитивних ознак дасть також в цілому позитивна якість, проте ця умова не завжди виконується на практиці.

Внаслідок зазначеного, порівняльна оцінка синтезованої структури ПУМ кілька ускладнюється, оскільки необхідно передбачити, «побачити» нову якість, принесене в машину відомою ознакою. На етапі пошуку бажаних структур ПУМ з використанням ознак нашої класифікації синтез можливий, що буде показано нижче. Питання про оптимальну (або раціональну) структуру ПУМ може бути вирішене тільки після встановлення і порівняння кількісних критеріїв досконалості пневматичних машин ударної дії, однакового цільового призначення. Таким чином, раціональний за структурою і критеріям ПУМ може бути виявлений тільки після вирішення завдань статистичного і динамічного синтезу відомими методами, наприклад, [68]. Розглянемо порядок синтезу ПУМ на прикладі. Оскільки безвідносний ПУМ синтезувати недоцільно, обговоримо призначення і умови експлуатації нової машини, наприклад погрузний молоток, який працює на значній глибині з постійною продувкою свердловини. При цьому бажаними якостями ПУМ і машини є більш повне використання площі перетину ударника, гарантований запуск, надійність роботи розподільника повітря.

Відповідно до класифікації відомих та можливих ознак ПУМ, найбільш придатними для реалізації - кошти формування силового імпульсу у вигляді Aa1h1. Засоби стабілізації параметрів енергоносія у вигляді Ba2, засоби управління впусканням у вигляді Ca5, засоби управління наддувом у вигляді Da5, засоби управління випуском у вигляді Ka5. Використання ознак E, F, G і J небажано з наступних причин. Перепуск зумовить зниження тиску повітря на випуску в той час, коли в свердловині тиск повітря, що забезпечує винос продуктів руйнування, буде вище атмосферного. Величина цього тиску зі збільшенням глибини буріння так само підвищується. Затримка (ознака F) частини повітря в камерах сприяє зниженню тиску повітря на випуску та її дію на роботу механізму машини буде подібно перепуску. Постійне продування вже зумовлює «недовихлоп» з робочої камери ПУМ, оскільки на випуск впливає засунений в свердловині. При цьому реалізація наддуву (ознака D) необхідна для інтенсифікації не тільки робочого процесу самого механізму, а й продувки свердловини. Часткове витіснення (ознака G) і продування (ознака J) повітря з керованих камер, сполучених з камерами наддуву, знизить середній тиск по шляху, ніж будуть знижені енергія удару і частота ударів ПУМ. Таким чином, структурна формула нового механізму буде мати вигляд:

$$\frac{Aa1/IIIa2Ca5III5K35}{AalgMBa2Ca5Da5K/35} "$$

Аналіз (ж ') показує, що в якості засобів формування імпульсу обрані найбільш прості камери, сполучені по висоті. Також послідовно в циліндрі розташована камера - ресивер для підтримки заданого тиску повітря на випуску у робочі камери.

Засоби впуску і наддуву прийняті однаковими і розташовані в трубці, що дозволяє реалізувати Безканалні корпус і безступінчатий ударник. Відсутність рухомих деталей в системі пуску забезпечує надійність роботи розподілення повітря і самого ПУМ. дроселі впуску Ca5) і наддуву (III5)

виконані в трубці. Оскільки таке рішення пов'язане з реалізацією Безканальні циліндра, засоби випуску виконані в трубці К / 35. З цієї причини конструкція трубки повинна передбачати розміщення чотирьох каналів: впуску, наддуву, випуску і продування. Відзначимо, що в разі дросельного ПУМ канали продувки, наддуву і впуску можуть бути суміщені. Таким чином, центральна трубка може мати тільки два рознесених по висоті каналу впуску та випуску. У такій послідовності можуть бути синтезовані ПУМ для

машин будь-якого призначення.

2.5.3. Графічне моделювання та синтез ручної машини ударної дії з центрально рухомою повітропідвідною трубкою

В даному розділі розглядаються основні вузли, з яких будуються пневматичні машини ударної дії. Вони практично однакові за принципом дії. Однак в залежності від призначення вони мають різну конструкцію виконавчого органу (робочого інструмента), повітророзподільного і пускового пристроїв, пневтичного ударного механізму, пристроїв вібропогашення, а також пристроїв для утримання і управління робочим інструментом. Принципові блок - схеми побудови машин даного типу проілюстровані на рис. 2. 2. Наведені схеми, як показав їх структурний аналіз, є не тільки найбільш поширеними, але і більш повно відповідають вимогам відповідних ГОСТ, наприклад, з техніки безпеки . Правильно обрані структурні і кінематичні схеми ДПУМ (Т) визначають надійність і економічність роботи молота. Ці системи повинні забезпечувати запуск і стійкість роботи машини в будь-якому положенні і в широкому діапазоні змін температури навколишнього середовища ($\pm 30^\circ \text{C}$), а також повинні обумовлювати раціональні параметри (енергію і частоту ударів, витрата енергоносія) з мінімально можливими вібрацією і шумом, мати мінімально можливу силу натискання, а також просту і технологічну конструкції. Принцип роботи полягає в тому, що ударник, що знаходиться в циліндрі, під дією стисненого повітря, що надходить по одну і іншу його сторін, здійснює

зворотно-поступальний рух. При цьому ударник в кінці кожного робочого циклу робить удар по хвостовику інструменту (зубилу, піке, шлямбури і т.д.).

Надходження стиснутого повітря в циліндр здійснюється повітродозподільним пристроєм у взаємозв'язку з положеннями ударника і інструменту, що й обумовлює взаємозв'язок їх параметрів і виключає роздільний їх вигляд. Тобто, складальні одиниці 2, 3, 4 і 5 (рис. 2. 4) слід розглядати як пневматичний ударний механізм.

Різноманіття можливих варіантів дросельних ПУМ можна простежити по їх динамічним і конструктивними ознаками, користуючись табл. 2.2 ознак ПУМ. Можна підібрати таку кількість ознак і їх поєднань, яке буде задовольняти конкретним технологічним і експлуатаційним вимогам, що пред'являються до ручної машини. Синтез модуля ПУМ передбачає конструктивне рішення розміщення обсягів камер. Дросельні ПУМ мають збільшені робочі об'єми, а габарити ручної машини (по довжині) визначені зручністю маніпуляцій і зазвичай обумовлюються у відповідних ГОСТ [8, 10-12]. З використанням табл. 2.2 розглянуті три схеми розташування обсягу камери робочого ходу (рис. 2. 5): послідовне по довжині каналу (а), торцеве (б) і коаксіальне (в). При порівнянні прийнято однакові обсяги камер робочого ходу (V_p), довжини циліндрів на ділянці робочого ходу ударника (l_p), діаметри циліндрів d , зовнішні діаметри D повітропідвідні трубок (d_m), протяжність каналу випуску (d_v) і рівні об'єми камер холостого ходу (V_x) з традиційним розміщенням хвостовика робочого інструменту в обсязі камери:

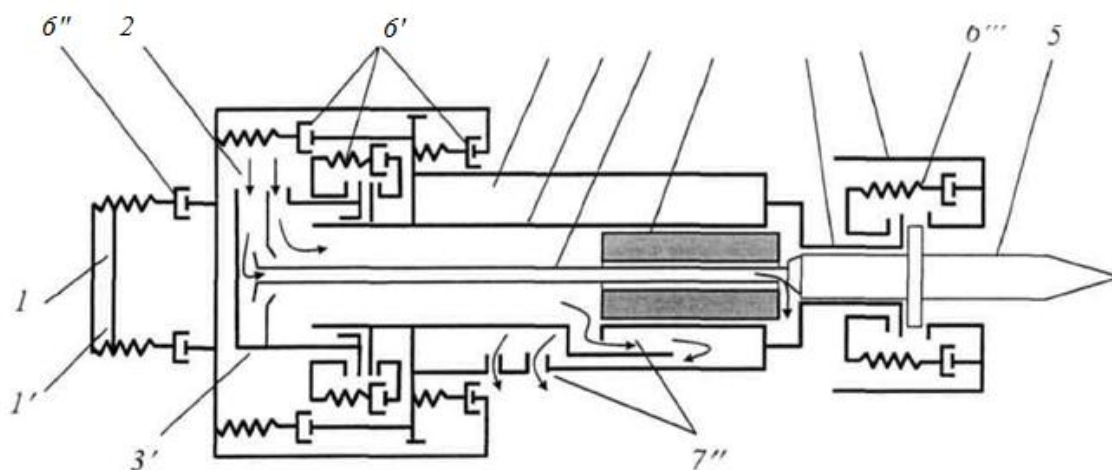


Рис. 2. 5 - а) - блок схема; б) - принципова схема ПУМ; в) - структурна схема; 1 - рукоятка з пусковим пристроєм (Г); 2 - розподільник повітря; 3 - циліндр з кришкою або стаканом ; 4 - ударник; 5 - робочий інструмент; 6 - віброзахист циліндра - стакан, стакан -рукояткі і ковпака - інструменту ; 7 - шумозахист камерний і дроблення потоку ; 8 - муфта інструменту ковпака; 9 -трубка повітропідвідна рухлива.

Порівняльна оцінка конструктивних виконань за схемами а, б, в показала перспективність застосування для виконання рекомендацій ГОСТ [8, 10-12], використання коаксіального розташування обсягу камери робочого ходу, оскільки обсяги камери «набираються» без збільшення габариту по довжині при деякому збільшенні габариту по діаметру, який компенсується додатковим обсягом склянки (рис. 2. ба).

При цьому:

$$D_{p1} < D_{p2} < D_{p3}$$

$$L_{xp1} > L_{xp2} > L_{p2}$$

$$L_{y1} - L_{y2} - L_{yi}$$

Розглянуто три схеми розташування обсягу камери холостого ходу (рис. 2. 7): послідовно по довжині каналу (а), торцеве (б) і коаксіальне (в). При цьому для коаксіального розташування розглядалися кільцеве, суцільне і

багатоканальне, які технологічно складніше здійсненні, хоча дозволяють зменшити масу циліндра.

При порівнянні прийняті однаковими обсяги камер холостого ходу (V_x), довжини циліндрів на ділянці робочого ходу ударника (1P), діаметри циліндрів (Pц), рівні об'єми робочого ходу (V_p) з однаковим розташуванням камер.

Порівняльна оцінка конструктивних виконань за схемами а, б показала наступне.

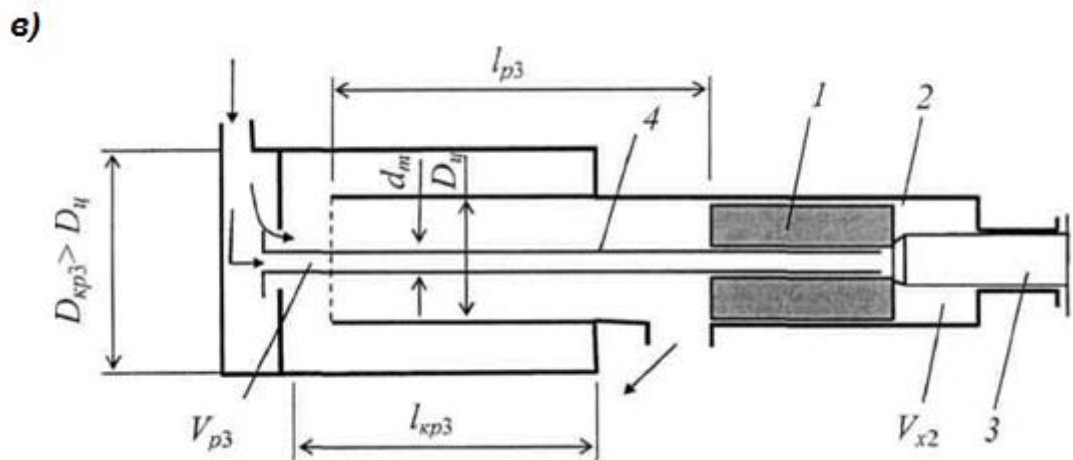


Рис. 2. 6 Схема коаксіального розміщення камер.

- 1 - ударник; 2 - циліндр; 3 - інструмент; 4 - повітропідвідні трубка; розташування камер - послідовне (а); торцеве (б); коаксіально - торцеве (в)

Торцеве розміщення камери холостого ходу зумовлює технологічні складності вибірки виточки (низька міцність консольних різців).

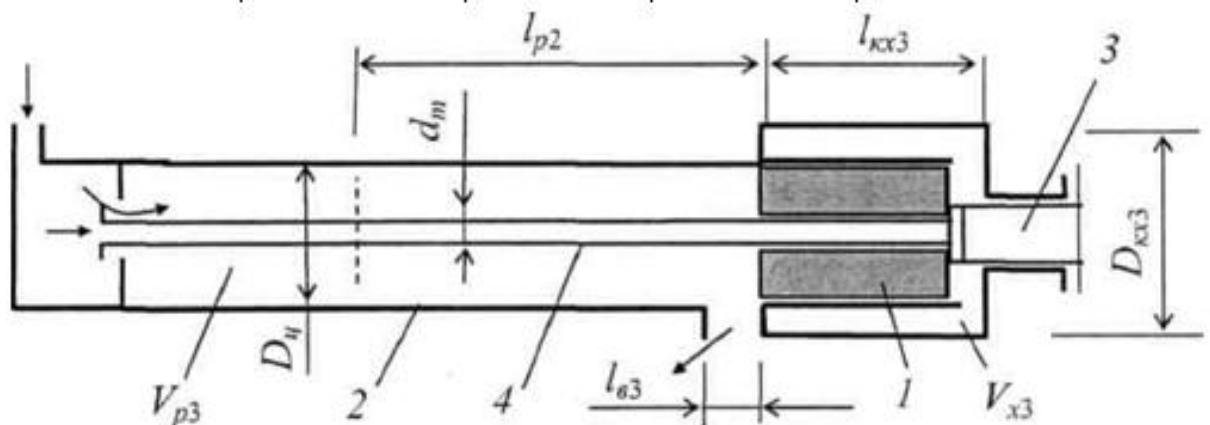


Рис. 2.7 Схема торцевого розміщення камер.

1 - ударник; 2 - циліндр; 3 - інструмент; 4 – повітропідвідні трубка;
розташування камер - послідовне (а); торцеве (б); коаксиально - кільцеве (в)

Послідовне розміщення камери холостого ходу по довжині обумовлює небажане подовження хвостовика інструменту або ударника (подовження хвилеводу, втрати енергії, збільшення поперечної вібрації, зниження міцності ступеневої ударника). Суцільне кільцеве (коаксіальне) розташування камери

холостого ходу зумовлює сорочковий циліндр (ствол), що для ручних машин ударної дії небажано (збільшення маси циліндра або ослаблення міцності і жорсткості його сорочки, порушення ущільнень і непродуктивні виток стисненого повітря з камери і порушення параметрів робочого циклу машини).

Основні і додаткові динамічні і конструктивні ознаки ПУМ володіють інформацією для аналізу, синтезу і прогнозування на їх основі.

Застосування ознак, уточнюючих динамічні і конструктивні ознаки, істотно розширюють можливості аналізу і синтезу пневматичних механізмів машин ударної дії.

Розділ 3.

3.1. Розробка конструкції пневмомолота та основних елементів.

Характеристики процесу коливання системи з пневмомолотомна основі математичної моделі відрізняються основними параметрами від процесу коливання в системі з пневмомолотом в експериментальних зразках. Труднощі встворенні повноцінної математичної моделі полягають в великій кількості ідентифікаційних параметрів і як наслідок виникає необхідність в кожному конкретному випадку для їх визначення користуватись спеціальними експериментальними дослідженнями. Цей недолік є основним, який стримує використання методики опису процесу коливання на основі локального обсягу в автоматизованому проектуванні.

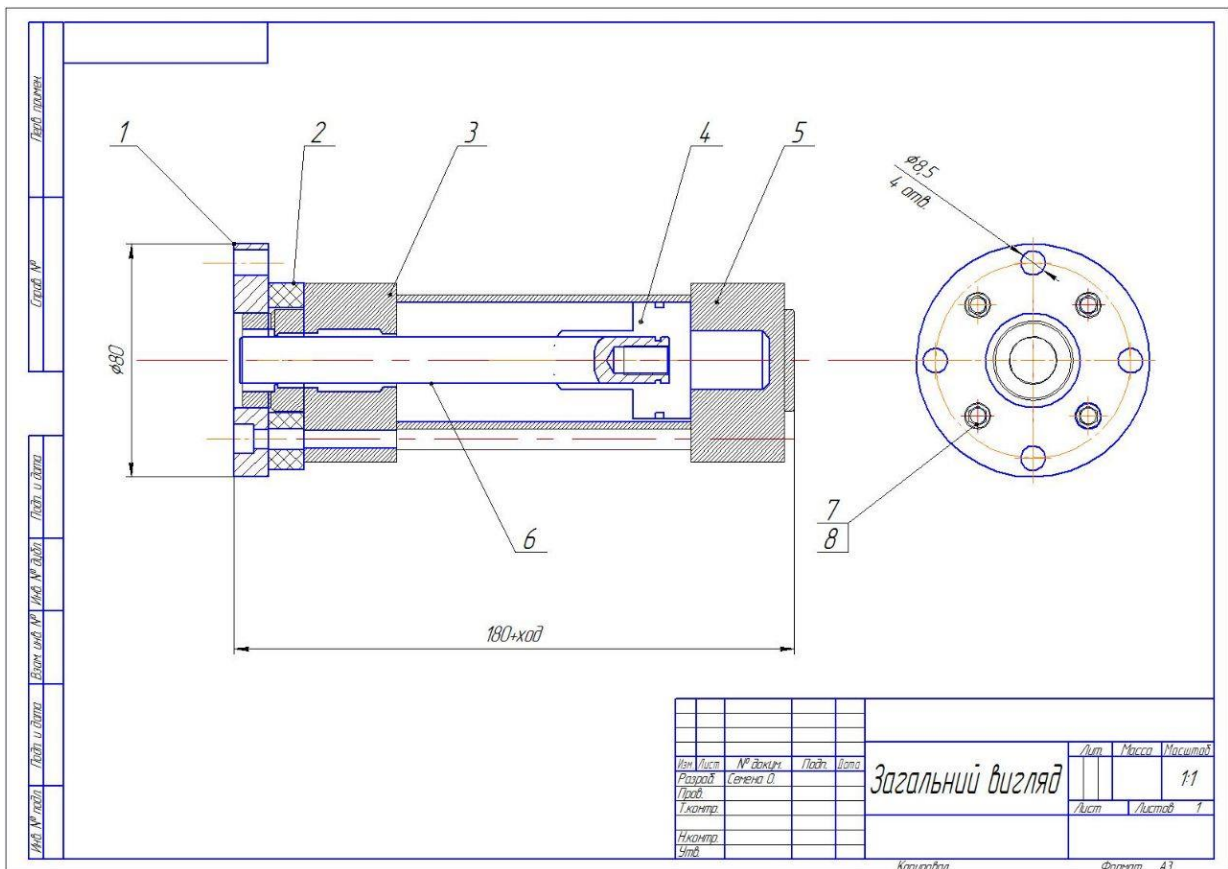


Рис. 3.1. Нова конструкція пневмомолота: 1 – фланець для кріплення; 2 – амортизаційна проставка; 3 – передня кришка; 4 – поршень; 5 – задня кришка з гільзою; 6 – ударний шток; 7 – гвинт М6 мм; 8 – пружинна шайба;

Пристрій пневмомолот проектувався, як механізм що здійснює коливання на стінках бункера-живильника. Відповідний вібратор стане не тільки відмінним рішенням проблеми склепоутворення, але і не зашкодить цілісності резервуару. Поршні з великою амплітудою і малою частотою вібрації підходять для сипких та порошкоподібних матеріалів, гранули яких мають малу питому вагу.

Запропонована конструкція пневмомолота (рис. 3.1), складається з таких елементів: 1 – фланець для кріплення; 2 – амортизаційна проставка; 3 – передня кришка; 4 – поршень; 5 – задня кришка з гільзою; 6 – ударний шток; 7 – гвинт М6 мм; 8 – пружинна шайба

Принцип роботи пневмомолота. На обох кінцях циліндра знаходяться повітряно-реактивні камери. Стиснене повітря штовхає ударний поршень то в одну то в іншу сторону. Вібрація виникає при русі поршня вперед і назад в корпусі пристрою. Повітряна подушка на верхньому кінці циліндра, яка виникає в результаті стиснення повітря, не дає змогу поршню ударитися по корпусу задньої кришки. З другої сторони поршень вдаряє по нижній стороні корпусу, а саме передній кришці, для того, щоб створити миттєвий імпульс на поверхні бункера живильника. В нашому варіанті це металева пластина. Стиснене повітря через одну живильну трубку штовхає поршень вперед. Частина повітря на іншій стороні випускається через вихідний отвір. На другому кінці стиснене повітря примушує поршень рухатися назад. Після досягнення поршнем крайніх позицій – процес повторюється.

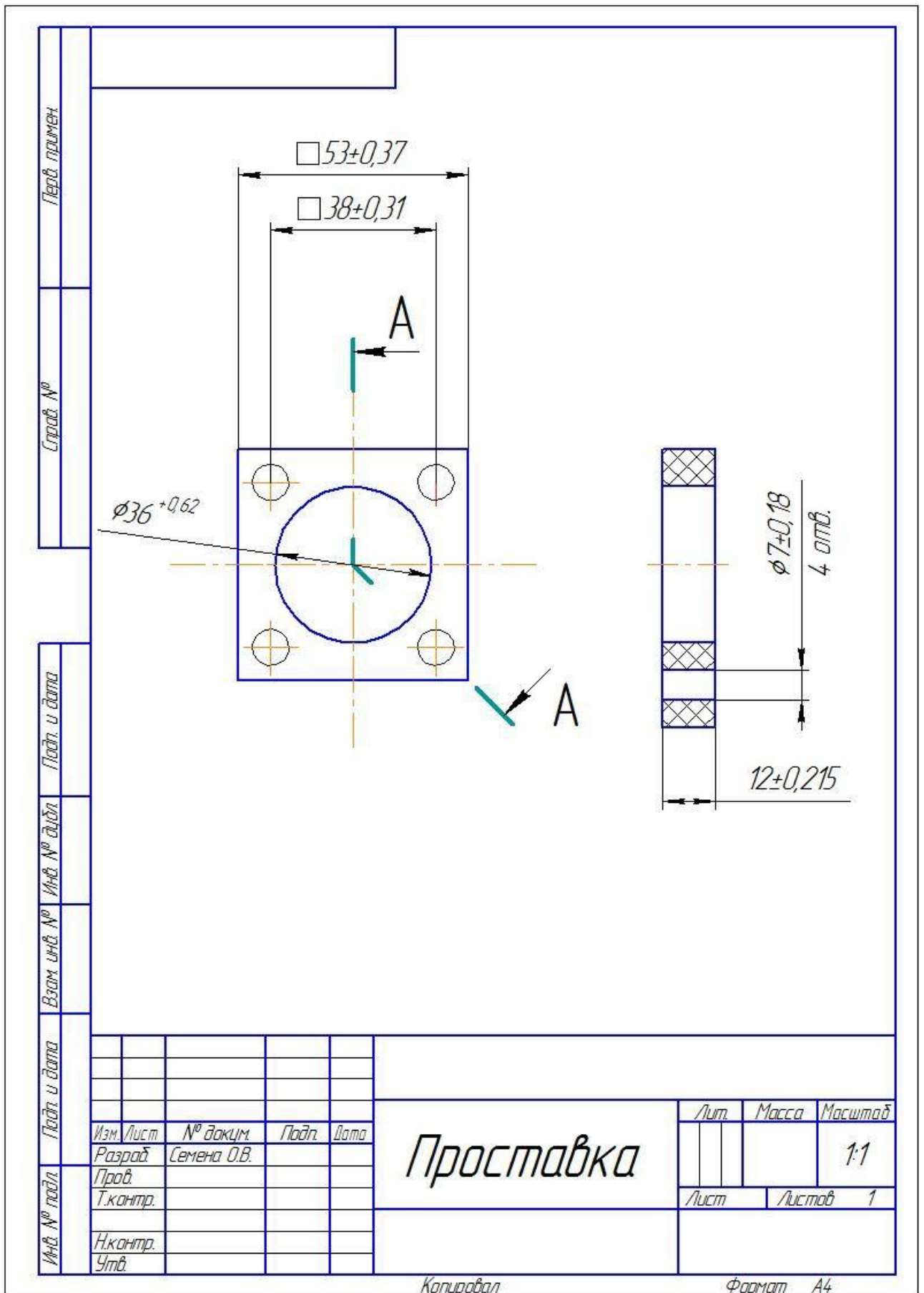


Рис.3.3 Конструкция проставки.

3.2 Розробка системи керування та конструкції установки.

Для проведення експериментального дослідження роботи пневмомолота, його силові характеристики при змінні магістрального тиску, частоти імпульсу удару, довжина прогину листового металу, була спроектована в програмі “AutodeskInventor” експериментальна установка, що наведена на рисунку 3.4.

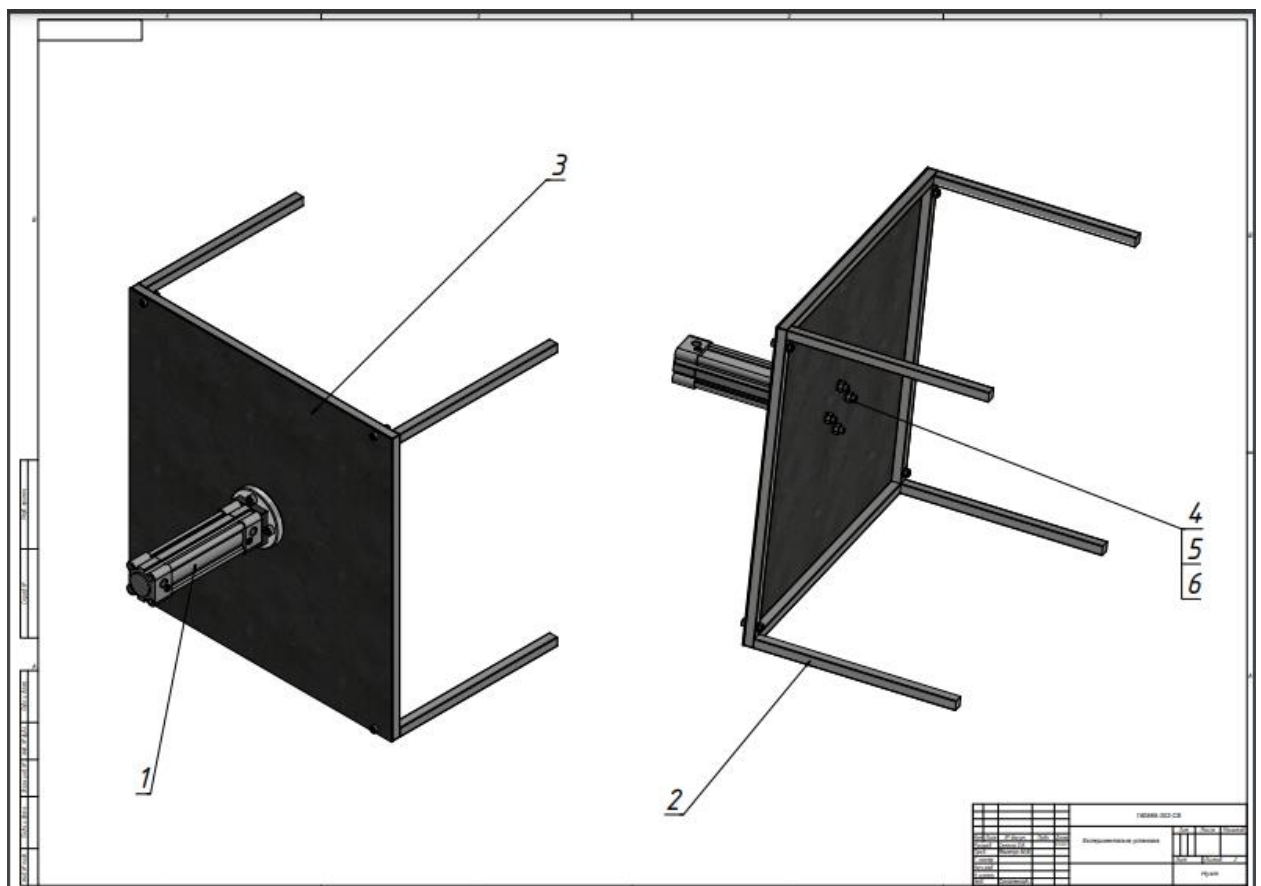


Рис.3.4 Загальний вигляд експериментальної установки.

Експериментальна установка складається з таких позицій: 1 – пневмомолот; 2 – станина, рама установки; 3 – лист металу, в нашому випадку це листи товщиною 1,5 мм та 0,8 мм; 4- болт м8х35; 5 – шайба; 6 – гайка м8.

Експериментальна установка працює за наступним чином, підготовлене стиснене повітря через одну із живильних трубок штовхає поршень пневмомолота 1 вперед, а саме до фланця кріплення. Створюючи імпульси на бункері. Частина повітря на іншій стороні пневмомолота випускається через вихідний отвір. На іншому кінці стиснене повітря примушує поршень двигатися назад. Так все відбувається циклічно. Під час роботи пристрою лист металу 2 закріплений на станині 3 прогинається і ми можемо заміряти величину прогину, при зміні параметрів. провівши експерименти з одним листом, ми замінюємо його на тонкий лист 0,8 мм, і проводим повторно експеримент, який в кінці порівнюємо з попереднім.

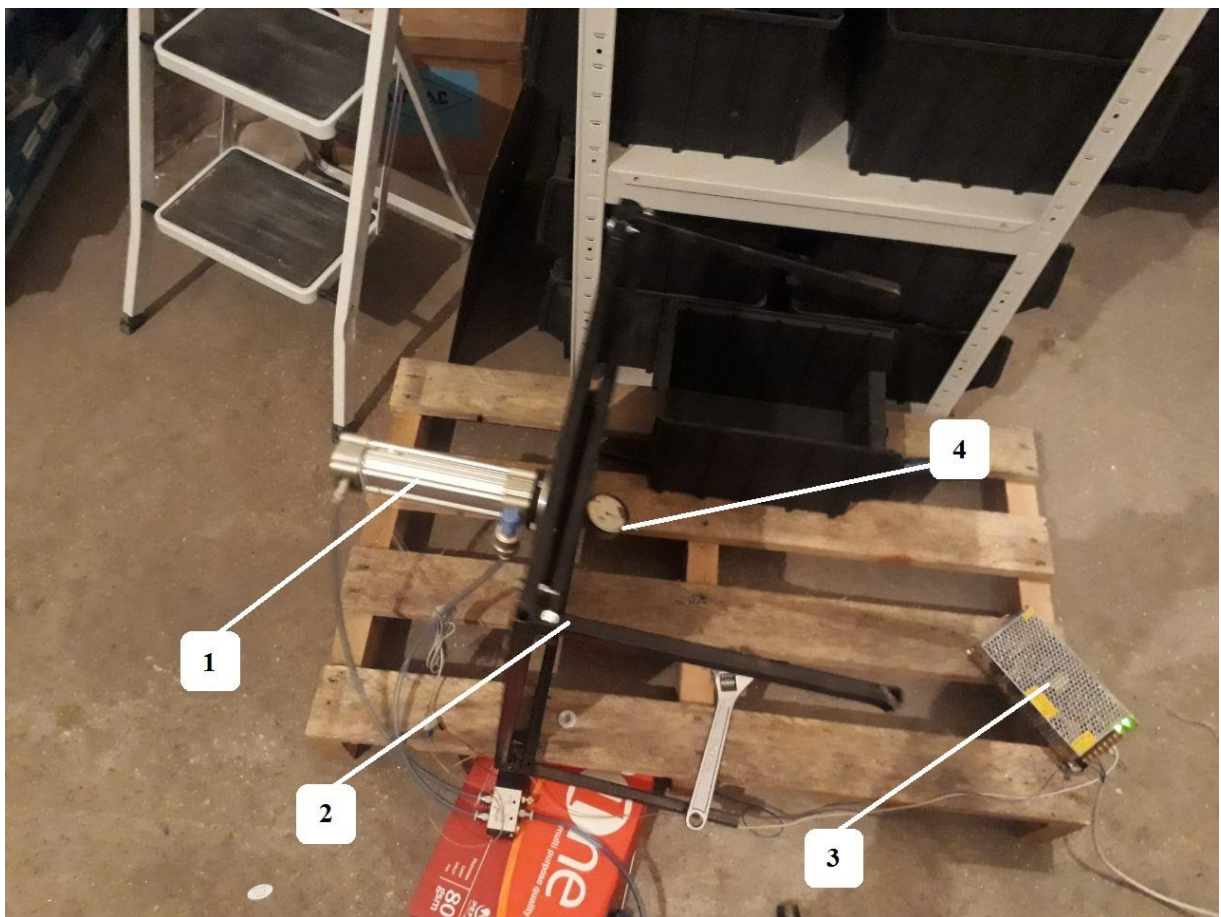


Рис.3.5. Вигляд експериментальної установки, при вимірюванні величини прогину металевого листа товщиною 1.5 мм та 0.8 мм. Експериментальна установка складається: 1 – ударний пристрій (пневмомолот); 2 – рама експериментальної установки; 3 – блок живлення 12-30 Вольт; 4 – індикатор часового типу ІЧ-10.

Досліджували при заданих факторах: прогин металевих пластин товщиною 1,5 і 0,8 міліметрів.

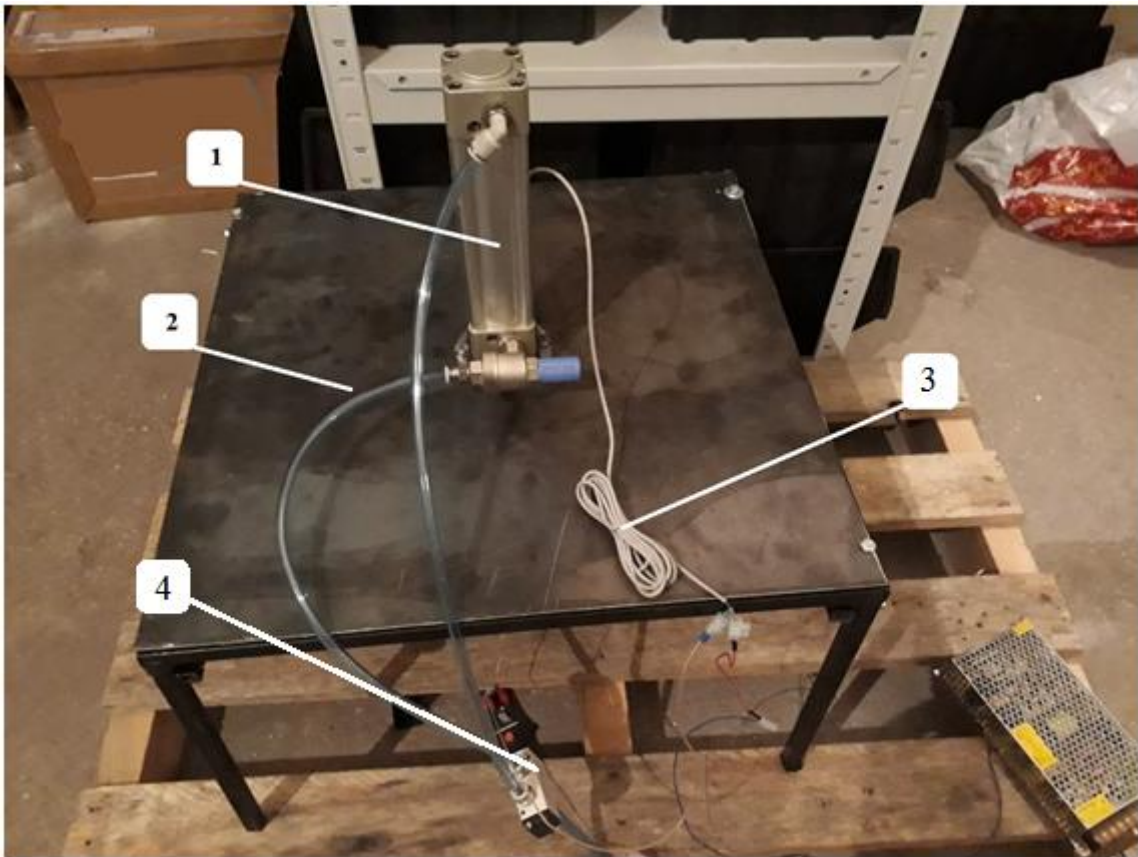


Рис.3.6. Загальний вигляд експериментальної установки, при дослідженні частоти коливання прибором ІВПА-15.

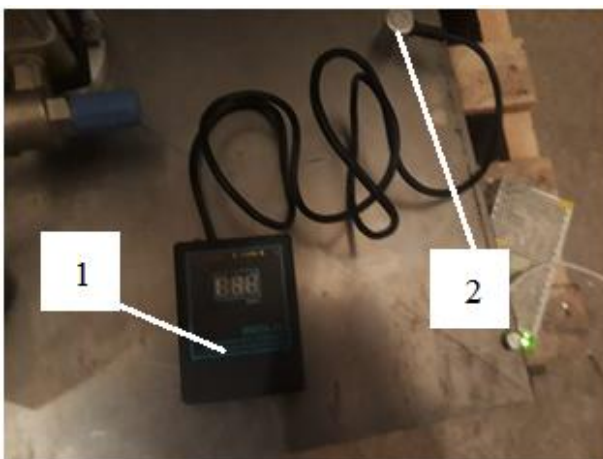


Рис.3.7. Загальний вигляд приладу для вимірювання вібрації ІВПА-15.

Пристрій складається: 1- блок вимірювання; 2 – датчик вібрації з магнітним кріпленням.

Прилад призначений для вимірювання віброшвидкості у відповідній полосі частот. Прилад може вимірювати в трьох частотах:

- Полоса частот 10...1000 Гц;
- В полосі частот 300...1000 Гц;
- На частотах від 10 до 300 Гц кратним 10 з використанням вузькополосних фільтрів.

Прилад може експлуатуватися при температурі повітря від -5 до +40⁰С, при вологості повітря не більше 80% та атмосферному тиску від 84 до 106,7 кПа (від 630 – 800 мм.рт.ст.).

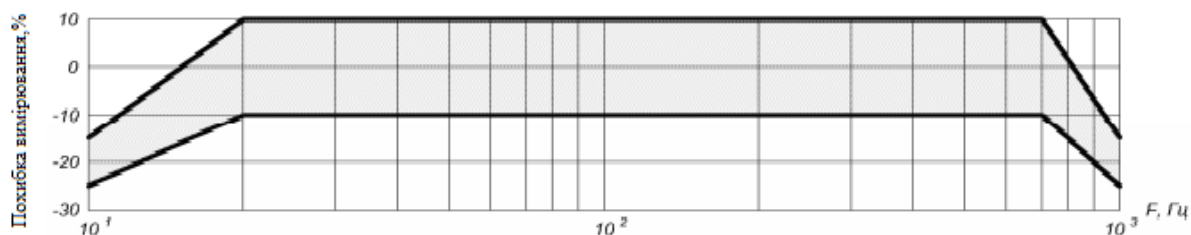


Рис.3.8. Похибка вимірювання в полосі частот.

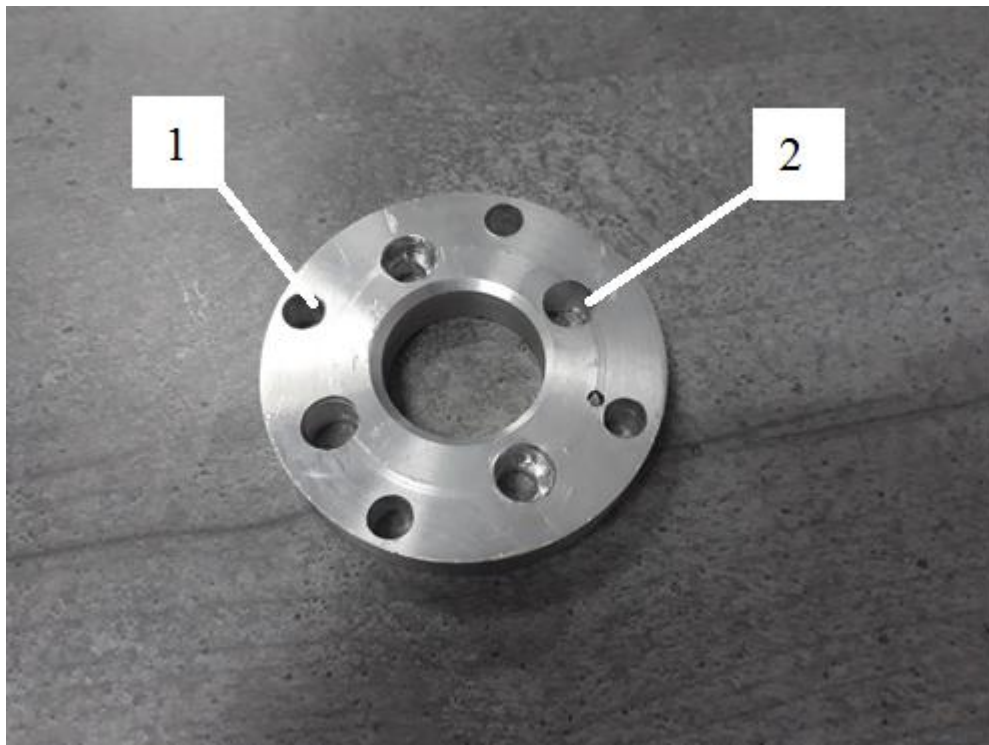


Рис.3.9. Загальний вигляд фланця для кріплення.

Фланець призначений для приєднання корпусу пневмомолота до бункера живильника. За допомогою отвору 2 фланець приєднується до корпусу молота, а отвори 1 служать кріпленням до бункера-живильник.

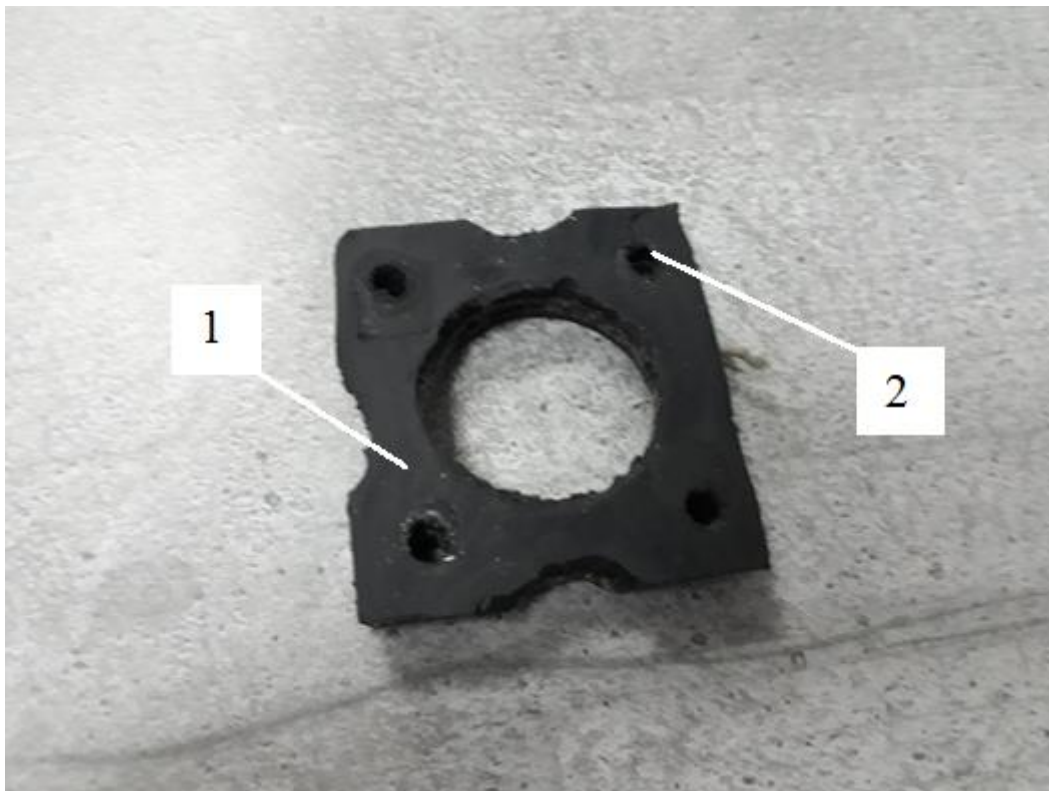


Рис.3.10. Загальний вигляд пружного демпфера.

Пружний демпфер 1 служить для знищення вібрації яка передається від бункера на корпус. За отвори 2 елемент кріпиться до корпусу.

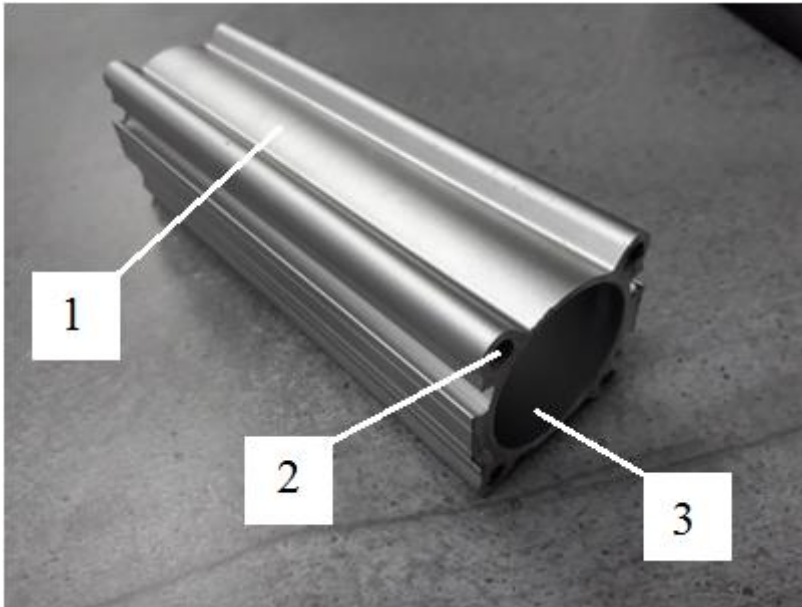


Рис. 3.11. Загальний вигляд корпус пневмомолота.

Гільза пневмомолота служить корпусом, та направляючою для ударного поршня. 1 – корпус; 2 – кріпильні отвори; 3 – гільза пневмомолота.

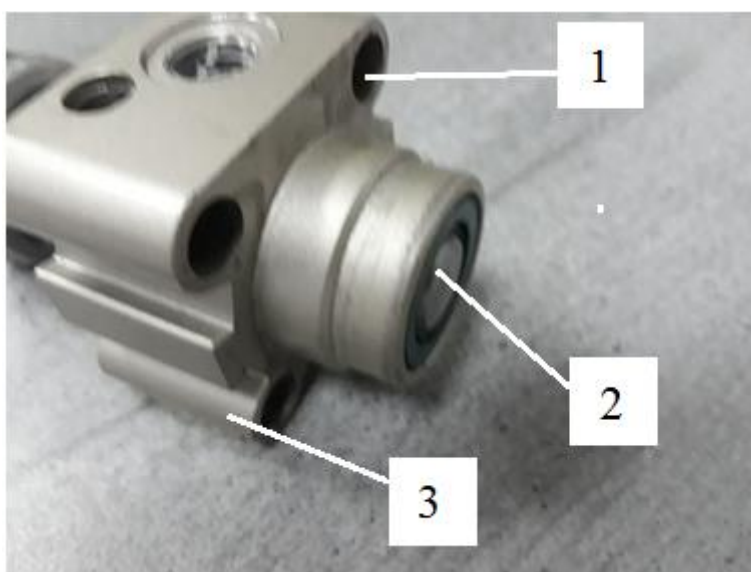


Рис. 3.12. Загальний вигляд передньої кришки пневмомолота.

На рисунку зображено передню кришку пневмомолота, вона складається з вушок кріплення 1, ударного поршня зі штоком 2, паз для приєднання геркону 3.

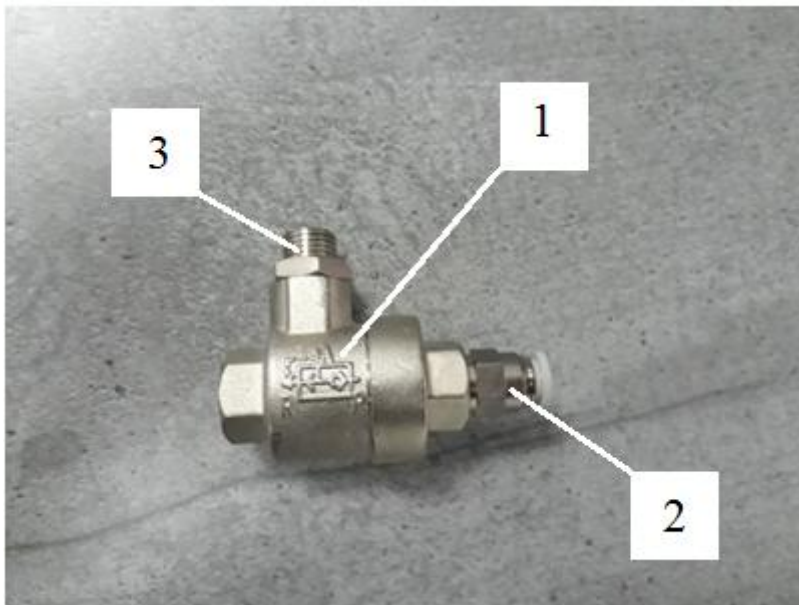


Рис. 3.13. Загальний вигляд клапана швидкого вихлопу.

На рисунку зображено клапан швидкого вихлопу, він служить для швидкого сбросу повітря з робочої порожнини циліндру. Позицією 1 позначено корпус клапана, 2 – фітинг для підведення стисненого повітря, 3 – фітинг-перехідник, для приєднання до передньої кришки пневмомолота.

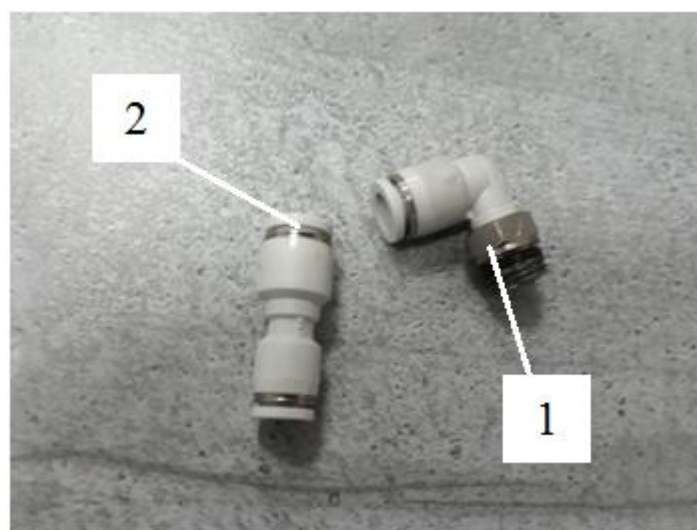


Рис. 3.14. Загальний вигляд фітингів.

На рисунку зображено фітинги, які виконують функцію підведення стисненого повітря в камеру пневмомолота, 1 – корпус фітинга; 2 – цанга для фіксації трубки.

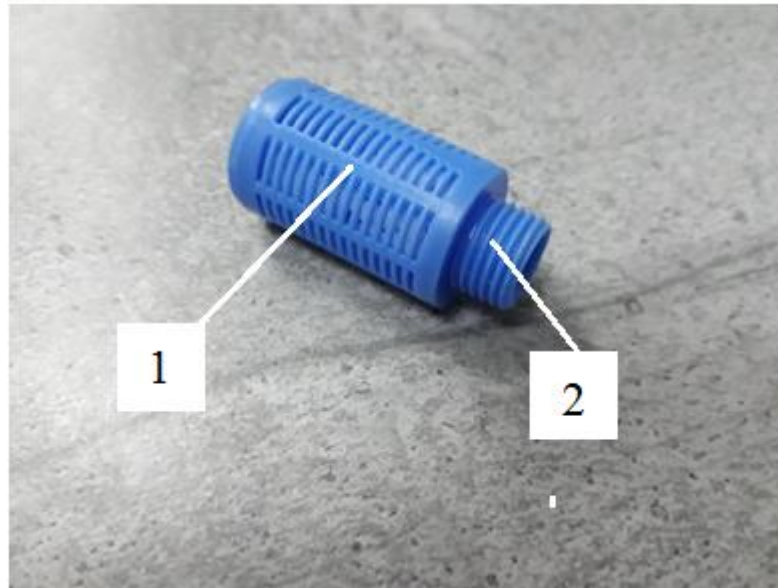


Рис.3.15. Загальний вигляд глушника.

На рисунку зображено глушник, який використовується для зниження шуму під час сбросу відпрацьованого повітря з порожнини пневмомолота. 1 – корпус з елементами для зниження шуму; 2 – різьба кріплення глушника до клапана швидкого вихлопу.

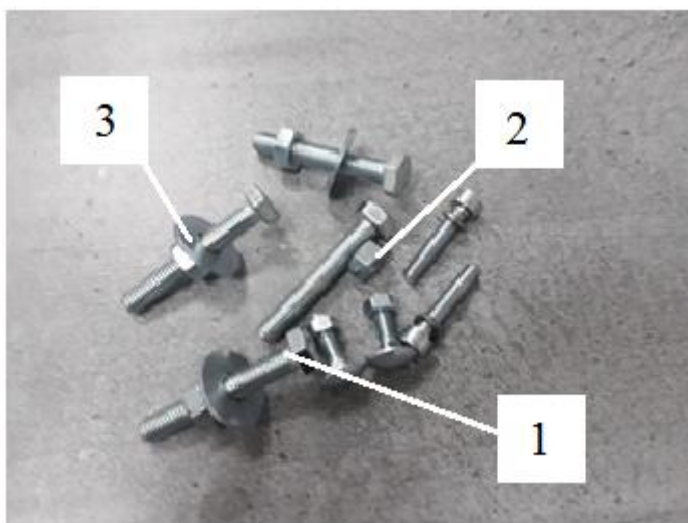


Рис. 3.16. Загальний вигляд кріпильних елементів пневмомолота.

На рисунку зображено кріпильні елементи, які використовуються для приєднання пневмомолота до корпусу бункера-живильника. 1 – болт м8х35; 2 – шайба 8; 3 – гайка м8.

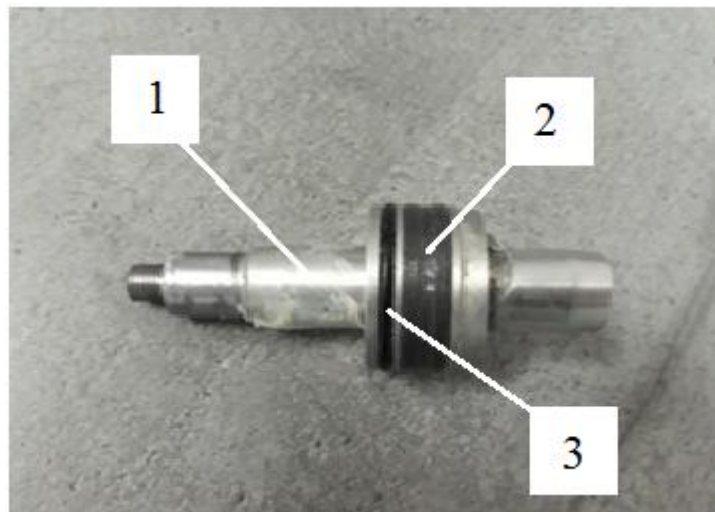


Рис.3.17. Загальний вигляд ударного поршня пневмомолота.

На рисунку зображено головний пристрій пневмомолота – ударний поршень. Він складається: 1 – корпус виконуючого механізму удару-імпульсу; 2 – магнітне кільце для відстеження положення поршня; 3 – пружний елемент для герметизації гільзи з поршнем.

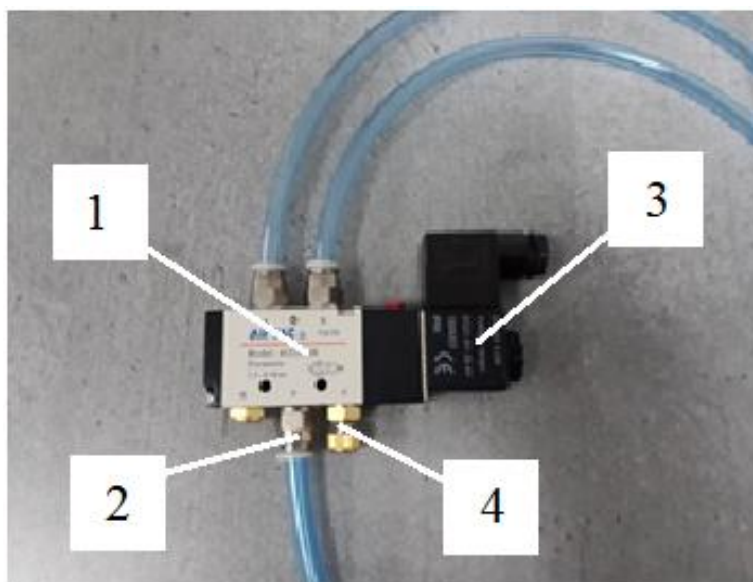


Рис. 3.18. Загальний вигляд пневморозподільника.

На рисунку зображено пристрій для керування пневмомолотом. Він складається: 1 – пневморозподільник; 2 – фітинги разом з трубками для підведення стисненого повітря; 3 – електромагнітна катушка; 4 – глушники.

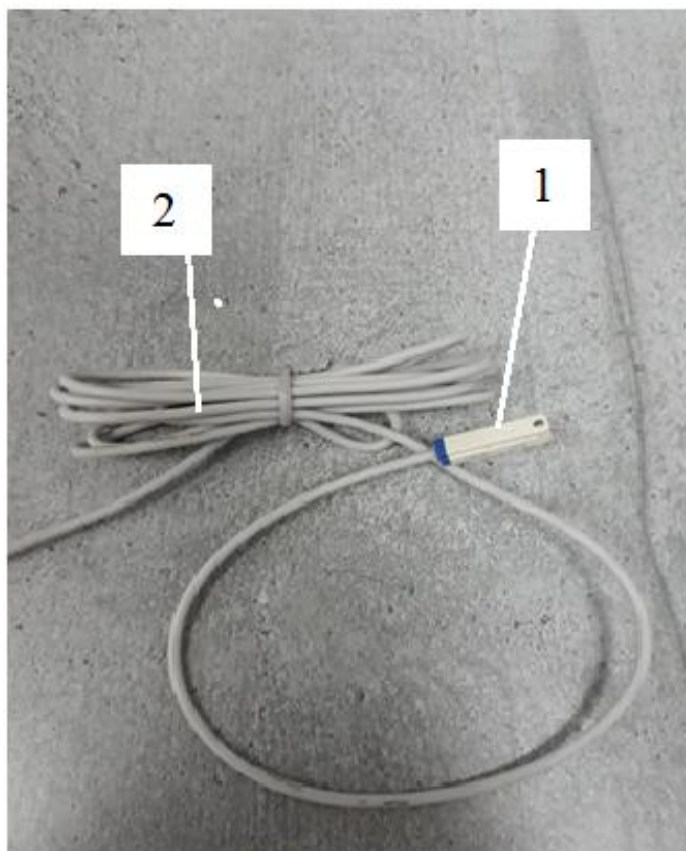


Рис.3.19. Загальний вигляд герконового датчика.

На рисунку зображено магнітний датчик геркон. Він виконує функцію роботи пневморозподільника відносно, в якому положенні знаходиться ударний поршень пневмомолота. 1 – магнітний датчик; 2 – сигнальний провід.

3.3 Опис методики проведення багатофакторного експерименту.

При дослідженні процесу (коливання) було розроблено конструкцію пневмомолота для здійснення вібраційних коливань на стінках бункера-живильника. На основі огляду конструкції, для проведення багатофакторного експерименту були вибрані найсуттєвіші фактори:

- Тиск в магістральному трубопроводі системи живлення: 6 та 2бари – максимальний тиск та мінімальний тиск, при якому можливе використання пристрою.
- Частота імпульсів створювана пневмомолотом: 800 ударів в хвилину при максимальному тиску, 75 уд/хв при мініальному тиску.
- Товщина матеріалу стінки корпусу бункера. Розглянувши види бункерів-живильників, було прийнято рішення вибрати бункер товщиною 1,5 мм та 0,8 мм. Відповідно для експерименту було взято 2 листи металу в розмірі 500x500 мм.

Заповнюємо таблицю матриці активного плану експерименту.

Таблиця 3.1. Матриця активного плану експерименту

	x_1 (n) – частота імпульсів, уд./хв	x_2 (t) – тиск магістралі, бар	x_3 (a) – товщина стінки бункера, мм.
0-рівень	400	4	1,0
Крок варіювання Δx	50	1	0,3
Верхній рівень (+1)	800	6	1,5
Нижній рівень (-1)	75	2	0,8

Визначаємо кількість дослідів для багатofакторного експерименту

Будуємо матрицю планування типу $N = 2^n = 2^3 = 8$ таб. 3.2.

де n – кількість незалежних найважливіших факторів.

Приймаємо кількість дублюючих дослідів, $m = 3$.

Таблиця 3.2. Матриця планування експерименту

Номер досліджу	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	y^{pr1}
1	+	-	-	-	+	+	+	-	1.87
2	+	+	-	-	-	-	+	+	1.25
3	+	-	+	-	-	+	-	+	2.13
4	+	+	+	-	+	-	-	-	1.43
5	+	-	-	+	+	-	-	+	3.24
6	+	+	-	+	-	+	-	-	2.18
7	+	-	+	+	-	-	+	-	2.78
8	+	+	+	+	+	+	+	+	2.12

Проводимо цикл експериментів з дослідним матеріалом (рис. 2.6) згідно з планом проведення експериментів наведеним у таблиці 2.2. Тобто проведемо вісім дослідів, для кожного з яких отримаємо графік залежності амплітуди (y^{pr1} , мм) від часу. Амплітудою неформально називають також рамки в яких відбуваються зміни будь-якої природи. У гармонічних

коливаннях амплітуда є важливою величиною, яка суттєво характеризує роботу пневмомолота.

Проаналізуємо отримані графіки та виберемо однакові часові проміжки з максимальною амплітудою, відцифруємо їх та отримаємо масиви даних для подальших розрахунків.

3.4 Результати багатofакторного експерименту

ORIGIN:= 1

Дані для розрахунку:

Товщина пластини

tw := 1.4

мм.

Частота коливання:

tm := 800

уд./хв.

Тиск магістралі , бар:

P := 6

бар

m := 3

n := 3

u := 8

0 – джерело

Едіє

$$w := \begin{pmatrix} 4 & 400 & 1.0 \\ 1.0 & 50 & 0.3 \\ 6 & 800 & 1.5 \\ 2 & 75 & 0.8 \end{pmatrix}$$

Верхній рівень

Нижній рівень

$$\text{znak} := \begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$Y := \begin{pmatrix} 1.85 & 1.91 & 1.86 & 1.87 \\ 1.31 & 1.27 & 1.23 & 1.25 \\ 2.14 & 2.17 & 2.09 & 2.13 \\ 1.46 & 1.45 & 1.38 & 1.43 \\ 3.18 & 3.26 & 3.28 & 3.24 \\ 2.16 & 2.17 & 2.21 & 2.18 \\ 2.74 & 2.84 & 2.76 & 2.78 \\ 2.13 & 2.16 & 2.07 & 2.12 \end{pmatrix}$$

Перевіряємо однорідність дисперсії:

$$S1 := \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{k=1}^u (Y_{k,1} - Y_{k,4})^2$$

$$S1 = 5.35 \times 10^{-3}$$

$$S2 := \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{k=1}^u (Y_{k,2} - Y_{k,4})^2$$

$$S2 = 4.85 \times 10^{-3}$$

$$S3 := \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{k=1}^u (Y_{k,3} - Y_{k,4})^2$$

$$S3 = 5 \times 10^{-3}$$

Визначаємо суму S:

$$S := S1 + S2 + S3 = 0.015$$

Максимальне значення:

$$S_{\max} := 0.0\ddot{a}$$

Критерій Кохрена:

$$G := \frac{S_{\max}}{S} = 5.263$$

За таблицями для:

$$f1 := m - 1 = 2$$

$$N := 8$$

$$f2 := N = 8$$

$$\alpha := 0.0\ddot{a}$$

$$G_{\text{table}} := 0.515\ddot{a}$$

$$G < G_{\text{table}}$$

За таблицями:

$$G < G_{\text{table}}$$

Умова однорідності множин виконується, оскільки

$$G < G_{\text{table}}$$

Рівняння є відтворюваним

Розраховуємо коефієнти полінома b:

$$b0 := \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^u (\text{znak}_{k,1} \cdot Y_{k,4})$$

$$b0 = 2.125$$

$$b1 := \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^u (\text{znak}_{k,2} \cdot Y_{k,4})$$

$$b1 = -0.38$$

$$b2 := \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^u (\text{znak}_{k,3} \cdot Y_{k,4})$$

$$b2 = -0.01$$

$$b3 := \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^u (\text{znak}_{k,4} \cdot Y_{k,4})$$

$$b3 = 0.455$$

$$b_{12} := \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^u (\text{znak}_{k,5} \cdot Y_{k,4})$$

$$b_{12} = 0.04$$

$$b_{13} := \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^u (\text{znak}_{k,6} \cdot Y_{k,4})$$

$$b_{13} = -0.05$$

$$b_{23} := \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^u (\text{znak}_{k,7} \cdot Y_{k,4})$$

$$b_{23} = -0.12$$

$$b_{123} := \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^u (\text{znak}_{k,8} \cdot Y_{k,4})$$

$$b_{123} = 0.06$$

$$Q := 39.575 + 0.8x_1 + 4.65x_2 + 0.45x_3 + 0.025x_1x_2 - 0.125x_1x_3 - 0.375x_2x_3$$

Перевірка значущості коефіцієнтів регресії:

$$S_{no1} := \frac{1}{N} \cdot S_{max} = 0.01$$

$$S_b := \frac{1}{N} \cdot S_{no1} = 1.25 \times 10^{-3}$$

Розраховуємо критерій Стюдента:

$$S_{bi} := \sqrt{S_b} = 0.035$$

Визначаємо $t_{кр}$ для

$$f_{l, \alpha} := N \cdot (m - 1) = 16$$

до

$$\alpha = 0.05$$

За таблицями

$$t_{кр} := 2.12$$

$$t_{bi} > t_{кр}$$

$$t_{b0} := \frac{b_0}{S_{bi}} = 60.104$$

$$t_{b1} := \frac{b_1}{S_{bi}} = -10.748$$

$$t_{b2} := \frac{b_2}{S_{bi}} = -0.283$$

$$t_{b3} := \frac{b_3}{S_{bi}} = 12.869$$

$$t_{b12} := \frac{b_{12}}{S_{bi}} = 1.131$$

$$t_{b13} := \frac{b_{13}}{S_{bi}} = -1.414$$

$$t_{b23} := \frac{b_{23}}{S_{bi}} = -3.394$$

$$t_{b123} := \frac{b_{123}}{S_{bi}} = 1.697$$

Бачимо, що значимими є коефіцієнти: $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{13}, b_{23}$

Маємо

$$\beta_0 := 39.57$$

$$\beta_1 := 0.8$$

$$\beta_2 := 4.65$$

$$\beta_3 := 0.45$$

$$\beta_{13} := -0.12$$

$$\beta_{23} := -0.37;$$

$$y := \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + \beta_{23} \cdot x_2 \cdot x_3;$$

Значення у для кожного з 8 дослідів:

$$A := \begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1.86 & 1.87 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1.23 & 1.25 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 2.09 & 2.13 \\ 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & 1.38 & 1.43 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 3.28 & 3.24 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 2.21 & 2.18 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 & 2.76 & 2.78 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2.07 & 2.12 \end{pmatrix}$$

Перевіряємо отримане рівняння на адекватність процесу:

$$f_{\text{odin}} := N - 6 + 1 = 3$$

Для цього визначаємо залишкову дисперсію:

$$S_{\text{zal}} := \frac{1}{f_{\text{odin}}} \cdot \sum_{k=1}^u (A_{k,7} - A_{k,8})^2$$

$$S_{\text{zal}} = 3.333 \times 10^{-3}$$

Розрахунковий критерій Фішера:

$$F_p := \frac{S_{\text{no1}}}{S_{\text{zal}}} = 3$$

За таблицями визначаємо F_p при $f_1=16$ та $f_2=3$ та $\alpha=0,05$

$$F_p < F_{\alpha}$$

оскільки

$$6 < 8.6$$

Отже, рівняння є адекватним.

Переводимо фактори до натурального виду:

$$Q := 39.575 + 0.8 \frac{(tw - 4)}{50} + 4.65 \frac{(tm - 400)}{50} + 0.45 \frac{(P - 6)}{0.3} - 0.125 \frac{(tw - 6)}{50} \cdot \frac{(P - 6)}{0.3} - 0.375 \frac{(tm - 400)}{50} \cdot \frac{(P - 6)}{0.3}$$

$$Q = 6.3 + 0.26tm + 0.25P + 0.025tmP - 0.01twP$$

Перевіряємо отримане рівняння, підставляючи значення факторів у нього та визначаємо похибку:

$$\text{Result} := \begin{pmatrix} 2 & 50 & 0.8 & 1.6 & 40 & 1.86 & 1.87 \\ 6 & 50 & 0.8 & 4.2 & 40 & 1.23 & 1.25 \\ 2 & 400 & 0.8 & 1.6 & 320 & 2.09 & 2.13 \\ 6 & 400 & 0.8 & 4.2 & 320 & 1.38 & 1.43 \\ 2 & 50 & 1.5 & 3 & 75 & 3.28 & 3.24 \\ 6 & 50 & 1.5 & 6 & 75 & 2.21 & 2.18 \\ 2 & 400 & 1.5 & 3 & 600 & 2.76 & 2.78 \\ 6 & 400 & 1.5 & 6 & 600 & 2.07 & 2.12 \end{pmatrix}$$

$$\delta_1 := \frac{|Result_{1,6} - Result_{1,7}|}{Result_{1,6}} \cdot 100 = 0.538$$

$$\delta_2 := \frac{|Result_{2,6} - Result_{2,7}|}{Result_{2,6}} \cdot 100 = 1.626$$

$$\delta_3 := \frac{|Result_{3,6} - Result_{3,7}|}{Result_{3,6}} \cdot 100 = 1.914$$

$$\delta_4 := \frac{|Result_{4,6} - Result_{4,7}|}{Result_{4,6}} \cdot 100 = 3.623$$

$$\delta_5 := \frac{|\text{Result}_{5,6} - \text{Result}_{5,7}|}{\text{Result}_{5,6}} \cdot 100 = 1.22$$

$$\delta_6 := \frac{|\text{Result}_{6,6} - \text{Result}_{6,6}|}{\text{Result}_{6,6}} \cdot 100 = 0$$

$$\delta_7 := \frac{|\text{Result}_{7,6} - \text{Result}_{7,6}|}{\text{Result}_{7,6}} \cdot 100 = 0$$

$$\delta_8 := \frac{|\text{Result}_{8,6} - \text{Result}_{8,6}|}{\text{Result}_{8,6}} \cdot 100 = 0$$

3.5 Висновок

В результаті проведення експерименту ми отримали наступні емпіричну математичну модель та формулу, що описує процес коливання пневматичного пристрою.

Серед факторів, що найбільш впливають на процес коливання є: тиск повітря в магістралі, товщина стінки бункера та частота коливання.

- Розроблена математична модель процесу коливання пневмомолота для запропонованої конструкції бункера.
- Розроблена і виготовлена експериментальна установка для дослідження процесу коливання пневмоударногоциліндру;
- Проведені досліди та опрацьовані результати. Отримані математичні залежності механічних властивостей пневматичного молоту від технологічних параметрів процесу фасування.
- Було розроблене креслення запропонованої конструкції з урахуванням результатів аналітичних досліджень по розробленню математичних моделей.

Розділ 5. Охорона праці

Вступ

Україна, як країна, що ставить за мету інтеграцію в світове суспільство парафувало більшість Міжнародних нормативно- правових актів в галузі охорони праці та соціального захисту населення. Але в Україні існує і вітчизняна нормативно-правова база в цій галузі. Зміст цих законодавчих актів забезпечує в достатній мірі здоров'я та збереження життя працівника, накладає зобов'язання на роботодавців підтримувати належний рівень соціальної захищеності працівників.

З урахуванням положень Конституції України, Верховна Рада України прийняла. Основи законодавства України про загальнообов'язкове державне соціальне страхування: Закони України

«Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» № 1105-XIV від 1 квітня 2001 року, «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування на випадок безробіття» № 1533-III від 2 березня 2000 р., «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та витратами, зумовленими народженням та похованням» № 2240-

III від 18 січня 2001 р., «Про загальнообов'язкове державне пенсійне страхування» № 1058-IV від 9 липня 2003 р.

З 2005 року здійснюється чотири види загальнообов'язкового державного соціального страхування, а саме:

- на випадок безробіття;
- у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та витратами, зумовленими народженням та похованням;
- від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності;

- пенсійне страхування.

З метою захисту працівника на виробництві в країні існує

Система управління охороною праці (СУОП).

Управління охороною праці – це підготовка, прийняття та реалізація рішень щодо здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, які спрямовані на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

СУОП - це сукупність органів управління виробництвом, які на основі нормативної документації проводять планомірну діяльність по забезпеченню здорових та високопродуктивних умов праці.

Основні функції управління охороною праці:

- організація та координація робіт з охорони праці;
- контроль стану охорони праці;
- облік, аналіз та оцінка показників стану умов і безпеки праці;
- планування і фінансування робіт з охорони праці;
- стимулювання робіт по удосконаленню охорони праці.

Основні задачі управління охороною праці:

- навчання робітників безпечним методам праці;
- забезпечення безпечності технічних процесів, виробничого обладнання, будівель, споруд;
- нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;
- забезпечення робітників засобами індивідуального захисту;
- забезпечення оптимальних режимів праці та відпочинку;
- організація лікувально-профілактичного обслуговування;
- профвідбір робітників окремої професії;
- удосконалення нормативної бази з питань охорони праці.

Причини виробничого травматизму і профзахворювань

Успішна профілактика виробничого травматизму та профзахворювань на виробництві можлива лише за умови ретельного вивчення причин їх виникнення. Для полегшення цього завдання причини виробничого травматизму і профзахворювань діляться на п'ять основних груп: - організаційні;

- технічні;
- санітарно-гігієнічні;
- економічні;
- психофізіологічні.

Організаційні причини, це:

- відсутність або неякісне навчання з питань охорони праці;
- відсутність контролю;
- порушення вимог інструкцій, правил, норм і стандартів;
- невиконання заходів щодо охорони праці;
- порушення технологічних регламентів, правил експлуатації обладнання, транспортних засобів і інструментів;
- порушення норм і правил планово-запобіжного ремонту обладнання;
- недостатній технічний нагляд за роботами підвищеної небезпеки;
- використання обладнання, механізмів і інструментів не по призначенню.

Технічні причини, це:

- невідповідність вимогам безпеки або несправність виробничого обладнання, механізмів і інструментів;
- недосконалість технологічних процесів;
- конструктивні недоліки обладнання;
- недосконалість або відсутність захисних огорожень, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації

таблокування.

Санітарно-гігієнічні причини, це:

- підвищений зміст шкідливих речовин у повітрі робочих зон (перевищуєГДК);
- недостатнє або нераціональнеосвітлення;
- підвищені рівні шуму, вібрації, інфразвуку таультразвуку;
- незадовільні мікрокліматичні умови;
- наявність різних випромінювань перевищуючих допустимі значення (перевищуєГДР);
- порушення правил особистоїгігієни.

Економічні причини, це:

- нерегулярна виплатазарплати;
- низькийзаробіток;
- неритмічністьроботи;
- прагнення до виконання понаднормовоїроботи;
- робота за сумісництвом або на двох різнихпідприємствах.

Психофізіологічні причини, це:

- помилкові дії внаслідок утоми працівника через надмірну важкість та напруженостіпраці;
- монотонність праці;
- хворобливий станпрацівника;
- необережність;
- невідповідність психофізіологічних або антропометричних даних працівника техніці що використовується або роботі що виконується;
- незадоволенняроботою;
- несприятливий психологічний клімат вколективі.

Перелік небезпек, що виникають при роботі пневмоприводів, пневмосистем і входять до складу пневмопристроїв

Згідно ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять»:

➤ *Травма* (від грецького *trauma* – рана) – це порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій унаслідок дії зовнішніх чинників.

Розрізняють травми: - механічні;

- термічні(опіки);

- хімічні;

- електротравми та ін.

➤ *Виробнича травма* – це травма, отримана працюючим на виробництві і яка викликана недотриманням вимог безпеки праці.

За ступенем тяжкості травми поділяються на:

- *мікротравми*, коли потерпілий не втрачає працездатності і тому не звільняється від роботи;

травми, що призводять до тимчасової втрати працездатності тому потерпілий звільняється від роботи на строк, необхідний для лікування;

- *важкі травми*, призводять до інвалідності або смерті.

В умовах виробництва крім виробничих травм можливі випадки професійних захворювань.

➤ *Профзахворювання* – це хронічне або гостре захворювання працюючого, що є результатом впливу шкідливого виробничого фактора.

При використанні пневмосистем та пневмоприводів, що входять до складу пневмопристроїв в різних машинах та агрегатах, виникають чинники і небезпеки, що впливають на безпеку працівників, які обслуговують машини

(агрегати) за встановленим цим стандартом і ГОСТ 30869.

При роботі пневмоприводів, пневмосистем і входять до їх складу пневмопристроїв можуть виникати небезпеки, що представляють собою:

Механічні небезпеки, що виникають через:

- Недостатню механічну міцність конструкції пневмопристроїв внаслідок перевищення максимального тиску робочого середовища;

- Вплив зовнішніх механічних факторів –ударів, вібрації і лінійних прискорень в місцях кріплення пневмопристроїв;

- Накопичену енергію в пружних елементах (пружинах) або робочих газах під тиском або у вакуумі;

- недосконалість технологічних процесів;

- Потенційна або кінетична енергія контрольованого та неконтрольованого руху та обслуговування вантажу, що піднімається пневмоприводом, і втрата стійкості його ущільнювальних пристроїв;

- недостатню ресурсостійкості та надійності пневмоприводу, пневматичних систем, що входять до складу їх пневматичних пристроїв;

- недосконалість або відсутність захисних бар'єрів, запобіжних пристроїв, засобів табуляції сигналів;

- Викиду робочого середовища під високим тиском.

Небезпеки, що виникають внаслідок порушень в електроживленні пневматичного приводу, пневматичної системи або пристроїв управління, що викликають коливальні процеси при роботі пневматичної системи або пневматичного приводу, відмови команди зупинки (аварійного стану) та неповної роботи захисних пристроїв, електричних шок для обслуговуючого

персоналу.

Термічні небезпеки, що виникають:

- у разі витоків із з'єднань з витоком робочого середовища назовні і проявляються у вигляді опіків внаслідок удару полум'ям або поверхонь нагрітих або переохолоджуваних приладів від робочого середовища;

- збільшення вмісту шкідливих речовин у повітрі робочих приміщень;

- Коли він випромінює від джерел тепла;

- недостатнє або нераціональне освітлення;

- В зв'язку з недостатністю компенсації зміни обсягу робочого середовища при зміні його температури, що призводить до руйнування оболонки і порушення герметичності пневмопривода.

- підвищені рівні шуму, вібрації, які створюються працюючими пневмоприводом, пневмосистемою або пневмопристроєм.

- наявність різних випромінювань перевищуючих допустимі значення (перевищує *ГДР*);

Небезпеки, що виникають на спеціалізованих пневмоприводах та пневматичних системах машин (агрегатів), що містять джерела іонізованого або неіонізованого випромінювання.

Небезпека, яка може виникнути внаслідок раптового випуску деталей, утримуваних машиною, або внаслідок руйнування машин та деталей, або в результаті викиду вихлопних газів, що може призвести до несправностей пневматичних приводів (пневматичних систем) та погіршення стану навколишнього середовища (повітря)) та небезпеки.

Небезпеки, що виникають внаслідок несправностей пневматичного пристрою, пневматичної системи та пневматичного приводу з подальшим аномальним функціонуванням із зміною параметрів, зупинкою або

розпорошенням робочих органів та елементів пневматичного приводу, пневматичної системи або пневматичні пристрої, що роблять їх частинами.

Небезпеки, пов'язані з несправностями або неправильним розташуванням захисних пристроїв, пускових пристроїв або гальм.

Недостатня професійна підготовка спеціаліста, що може бути пов'язано з відсутністю знань за фахом, відсутністю знань технологічної та експлуатаційної документації, що може призвести до нещасних випадків.

Небезпеки, пов'язані з невиконанням належного монтажу, безпечного регулювання та технічного обслуговування, що порушує безпеку пневматичного приводу, пневматичної системи або частини її пневматичного обладнання.

Наявність деталей технологічного обладнання, що рухаються і обертаються, стан сировини, специфіка технологічних способів зміни форми.

Ризик ураження електричним струмом через руйнування ізоляції струмопровідних ланцюгів.

Небезпека від неправильної установки аварійних символів та сигналів, інформаційних, попереджувальних та аварійних пристроїв, які порушують безпеку праці у разі виникнення особливо небезпечних факторів.

Можливість механічних травм через гострі кромки, задирки на отриманих деталях або розсипання стружки.

Небезпека через некоординованість заходів персоналу, який обслуговує пневмоприводи (пневматична система), або через неадекватну обробку та розміщення пневматичних пристроїв, що призводять до небезпечного стану машини (агрегату) та навколишнього середовища через викиди робочого середовища.

Небезпеки, спричинені несправністю або несправністю системи управління пневматичною системою, які відображаються при

несподіваному запуску або продовженні роботи машини і які призводять до небезпечних ситуацій при роботі машини (агрегату).

Можливість загоряння внаслідок порушень правил пожежної безпеки, які зазначені в НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні», а саме хибне визначення видів та кількості первинних засобів пожежогасіння відносно категорій приміщень с пожежної безпеки, що може привести до пожежі.

Екологічні небезпеки, викликані викидом робочих газів (в навколишнє середовище).

Загальні вимоги безпеки пневмоприводів, пневмосистем і входять до їх складу пневмопристроїв і заходи щодо їх забезпечення

Пневмоприводи, пневмосистеми що входять до складу пневмопристрою повинні відповідати вимогам безпеки, згідно встановленим стандартом ГОСТ 12.2.003.

При проектуванні та експлуатації пневмоприводів, пневматичних систем та пневматичних пристроїв, що входять до їх складу, необхідно враховувати всі режими роботи та ситуації їх можливого використання та робити оцінку небезпечних випадків. Якщо можливо, з проекту слід виключити небезпечні ситуації, виявлені під час аналізу. Якщо це не зменшує ризик, проти цих небезпечних ситуацій слід використовувати захисні пристрої.

Пневмоприводи, пневматичні системи та пневматичні пристрої, що входять до його складу, для запобігання впливу небезпечних та шкідливих факторів виробництва, що можуть виникнути в процесі його роботи, повинні бути забезпечені:

- пристрої, що запобігають перевищенню значень тиску робочого середовища, зазначених у технічній документації, або забезпечують встановлення засобів управління, які не збільшують ризик надлишкового тиску;

На витяжних пристроях для очищення робочого середовища від

домішок та утримання масляних аерозолів, якщо їх концентрація в повітрі робочої зони перевищує гранично допустимі значення згідно з ГОСТ 12.1.005;

- Сигнальні пристрої, що надають інформацію про процес або у разі відхилень, вказують місце їх прояву. Такі пристрої, як правило, є частиною електричної схеми схем управління приладом.

- запірні пристрої, які можуть бути механічними, електромеханічними або фотоелектричними;

- профілактичні заходи можуть бути постійним контролем з боку керівників та представників профспілок та сприяти досконалому виконанню правил охорони праці.

- пристрої, що запобігають розвитку небезпечних ситуацій (або встановлені варіанти резервування пневматичних пристроїв, якщо розвиток таких ситуацій небезпечний для життя людини або навколишнього середовища);

Основні вимоги до конструкції при проектуванні

Усі пневмоприводи, пневмосистеми, що входять до складу пневмопристрою повинні проектуватися або вибиратися з урахуванням вимог даного стандарту і ГОСТ ІСО / ТО 12100-1, ГОСТ ІСО / ТО 12100-2 і ГОСТ 18460 так, щоб вони забезпечували безпеку і надійну роботу в межах обмежень і в передбачуваних випадках їх використання, встановлених при проектуванні. Особлива увага повинна приділятися надійності тих пристроїв, які можуть викликати аварійну ситуацію при виході з ладу або ненормальному функціонуванні.

Пневматичне обладнання повинно підбиратися, використовуватися та встановлюватися відповідно до вимог та рекомендацій проектувальника обладнання.

Пневмоприводи, які входять до цього, повинні бути сконструйовані таким

чином, щоб не було небезпеки при збільшенні тиску.

Безпека руйнування пневматичних пристроїв повинна бути гарантована при тиску не менше $2,0 P_{max}$ та пневматичних акумуляторів при тиску не менше $4,0 P_{nom}$, якщо не існують спеціальні вимоги щодо безпеки руйнування.

Для пневматичних пристроїв, які підпадають під вимоги, слід застосовувати рідини (наприклад, мінеральне масло), що не мають агресивних властивостей, клас чистоти яких за ГОСТ 17216 не нижче 14.

Всі пневматичні пристрої для перевірки довговічності збірки та монтажу слід перевіряти випробувальним тиском (пресуванням) - поступовим підвищенням тиску до розміру $1,5 P_{nom}$, але не більше максимального значення тиску, та зазначеними глушниками у випадку відпрацьовані газу в атмосфері - при тиску не менше номінального значення значення тиску в пневмоприводі. Час поступового підвищення тиску не повинен бути менше 3 хвилин, тривалість під випробувальним тиском - не менше 4 хвилин. Потім необхідно поступово знижувати тиск до номінального значення і перевіряти пневматичні пристрої без стуку. У той же час на деталях пневматичних пристроїв не може відбуватися розривів, видимих деформацій або інших пошкоджень. В кінці огляду тиск поступово знижується.

Пневмоприводи, пневматичні системи та їх компоненти пневматичних пристроїв повинні бути спроектовані таким чином, щоб можливі зовнішні та внутрішні витіки не представляли небезпеки.

Значення зовнішніх витоків (ступінь витіку) вказані в документації про затвердження продукції, яка знаходиться в діапазоні значень тиску від R_{min} до P_{nom} .

Нерухомі з'єднання, зовнішні стінки, зварні та різьбові з'єднання пневматичних пристроїв повинні бути герметичними в діапазоні тиску не менше $1,5 P_{nom}$, але не повинні перевищувати максимального значення, зазначеного в офіційній документації на продукцію.

Герметичність перевіряють за способом, зазначеним у технічній документації виробника та відповідному ГОСТ 24054.

Потрібно мати спеціальне обладнання для зберігання інструменту поблизу технологічного обладнання.

Потрібно встановити бак для холодної води, щоб під час роботи інструмент охолоджувався. Робоча зона огорожена масивними металевими щитами, щоб запобігти поширенню частинок металу та накипу.

Основні вимоги безпеки при дослідженнях

Робоча зона – це простір, обмежений по висоті 2 м над рівнем підлоги або майданчика, на якому знаходяться місця постійного або непостійного (тимчасового) перебування працюючих.

Робоче місце – це зона, оснащена необхідними технічними засобами, у якій відбувається трудова діяльність виконавця або групи виконавців, які спільно виконують одну роботу або операцію.

З метою зниження або виключення можливого впливу на людину в робочій зоні апарата (машини, виробу, обладнання) небезпечних або шкідливих виробничих факторів, необхідно передбачити:

- *Засоби захисту працівників* – тобто засоби, призначені для запобігання або зменшення впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

- *Засоби індивідуального захисту* – це засоби захисту, що надіваються на тіло або частини тіла людини.

- Шляхи руху в робочій зоні, включаючи сходи, стаціонарні переходи та аварійні виходи, повинні бути позначені відповідними знаками, мати покажчики, бути влаштовані та мати розміри так, щоб проїзд або прохід був легким та безпечним. Наприклад: Підлоги приміщень не повинні мати нерівностей, отворів або небезпечних схилів. Двері аварійних виходів повинні відкриватися і закриватися, щоб їх легко і швидко відкрив кожен, якщо це

необхідно, без необхідності додаткових коштів. Зони, вулиці, аварійні виходи категорично заборонені.

Перед початком випробувань на пневмоприводах, пневматичних системах та пневматичних пристроях, що входять до їх складу, необхідно:

- Необхідно перевірити правильність виконання монтажу електричної схеми та схеми підключення пневмоприводів в пневматичній системі.
- Перевірте надійність та герметичність монтажу пневмоліній та електричних кабелів до приладів.
- Перевірити наявність захисних огорож і надійність їх кріплення.
- Поставте елементи керування у вихідне положення та переконайтесь, що ви працюєте в режимі очікування.
- по можливості зменшити тиск запобіжних клапанів або зняти робочі органи;
- Перевірити наявність замків та зручність їх використання;
- Перевірте заземлення електричних приладів.
- Перевірте стан манометрів та ущільнень на блоках управління.
- Перевірте наявність робочого середовища та відсутність зовнішніх витоків.
- По можливості встановіть упори, що обмежують допустимий рух робочих органів.
- Слідкуйте за повільним рухом при першому запуску пневмоприводу.

Перевірка пневматичних приводів (пневматичних систем) на герметичність - відсутність витоків - перед початком випробувань необхідно виконати кожен пневматику протягом 3 хвилин при низькому тиску (в режимі холостого ходу) і принаймні протягом 3 хвилин при максимальному робочому

тиску. Тиск може створюватися як за допомогою джерела енергії робочого середовища пневматичних приводів (пневматичних систем), так і за допомогою спеціальної системи.

Схема випробувального стенду перед випробуваннями повинна бути перевірена на міцність щонайменше 3 хвилини з випробувальним тиском, що в 1,5 рази перевищує максимальний тиск, що використовується при випробуванні пневматичних приводів, пневматичних систем або пневматичних пристроїв, що входять до їх складу.

При випробуванні наявність поломок стенд для випробувань та випробувальні пневмоприводи, пневматичні системи або пневматичні пристрої, що входять до його складу, повинні бути розміщені з усіх боків у закритій шафі або в спеціальній коробці, щоб виключити можливість травмування тестують пневмоприводи, пневматичні системи руйнуються. Випробувальний персонал повинен знаходитися на безпечній відстані від випробувального стенду та випробуваних пневматичних приводів, пневматичних систем або пневматичних пристроїв.

Подальше включення перевіреного пневматичного приводу (пневматичної системи) або пристрою та системи статора може відбуватися лише після встановлення причин несправності та їх усунення.

До механічних вібрацій належать: акустичний шум, вібрації, ультразвук та інфразвук.

Загальною характеристикою цих фізичних процесів є те, що вони включають передачу енергії. При певному значенні, яке перевищує гранично допустимий рівень (DDR) та гранично допустиму частоту, ця енергія може негативно впливати на людей.

Санітарні норми вібрації 3 категорії

Середньгеометричні частини смуг, Гц	Допустимі значення по осях X, Y, Z							
	Віброприскорення (a)				Віброшвидкість (V)			
	м/с ²		дБ		м/с·10 ⁻²		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
1,6	0,0125		32		0,13		88	
2,0	0,0112	0,02	31	36	0,089	0,18	85	91
2,5	0,01		30		0,083		82	
3,15	0,009		29		0,0445		79	
4,0	0,008	0,014	28	33	0,032	0,063	76	82
5,0	0,008		28		0,025		74	
6,3	0,008		28		0,02		72	
8,0	0,008	0,014	28	33	0,016	0,032	70	76
10,0	0,01		30		0,016		70	
12,5	0,0125		32		0,016		70	
16,0	0,016	0,028	34	39	0,016	0,028	70	75
20,0	0,0196		36		0,016		70	
25,0	0,025		38		0,016		70	
31,5	0,0315	0,056	40	45	0,016	0,028	70	75
40,0	0,04		42		0,016		70	
50,0	0,05		44		0,016		70	
63,0	0,063	0,112	46	51	0,016	0,028	70	75
80,0	0,08		48		0,016		70	
Кориговані в еквівалентні кориговані значення та їх рівні	0,014		33		0,028		75	

Основні вимоги безпеки при експлуатації

Усі пневматичні пристрої повинні працювати при тиску, який не перевищує P_{max} (максимальний тиск), зазначений у робочому паспорті для пневматичного пристрою.

Діапазон робочих температур пневматичних приводів, пневматичних систем, що входять до складу їх пневматичних пристроїв, не повинен перевищувати встановлених допустимих граничних значень. Під час роботи пневматичних приводів, пневматичних систем та пневматичних пристроїв, що входять до цих вимог, повинні бути дотримані такі вимоги:

- Стан повітряного середовища робочої зони у виробничих приміщеннях повинен відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005-88 та переліку допустимих

концентрацій забруднюючих речовин у повітрі робочої зони, затвердженому наказом МОЗ України.

- Пневматичні приводи перед використанням слід перевірити на функціонування та герметичність.

- Функціональні випробування проводяться на машинах та механізмах з пневматичними приводами на холостому ходу та під навантаженням.

Примітка. Не слід проводити випробування на холостому ходу, якщо їх неможливо провести ізольовано від випробувань на супутньому обладнанні або через умови технології виробництва. Якщо під час тестового періоду виявляються помилки, повітряний привід повинен бути вимкнений.

Не дозволяється затягувати гвинти, гайки та інші з'єднання на пневмоприводі під тиском. Не дозволяється зупиняти подачу стисненого повітря, згинаючи гнучкі трубопроводи.

Підключення пневматичного приводу до джерел енергії після ремонту слід проводити після встановлення в місцях усіх захисних пристроїв та зняття попереджувальних плакатів. Перед початком роботи на пневмоприводі необхідно розпочати випробування та перевірити роботу на передбачених режимах.

Клапани та крани в трубопроводі стисненого повітря повинні бути справними та забезпечувати можливість швидкого та надійного припинення подачі повітря до пневматичного приводу.

Елементи регульованих пневмопристроїв, розрегулювання яких може призвести до аварійного стану, повинні бути після регулювання зафіксовані із застосуванням засобів, передбачених ГОСТ 12.2.101-84.

Не допускається експлуатувати пневмоприводи і пневмопривод при виникненні таких несправностей:

- виходу значення будь-якого параметра пневмопривода або

пневмопристроїв за межі допустимого, якщо це становить небезпеку для обслуговуючого персоналу;

- виникнення підвищеного шуму, стуку або вібрації;
- виникнення витоків стисненого повітря у випадках, що перевищують допустимі норми;
- пошкодження вимірювальних приладів та сигналізаторів;
- Відсутні або пошкоджені пломби, якщо це передбачено стандартами або технічними умовами для пневматичних приводів та пневматичних пристроїв певних типів.

Контроль виконання вимог

Підтвердження відповідності пневматичного приводу, пневматичної системи та супутніх пневматичних пристроїв вимогам та заходам безпеки проводиться шляхом стендових випробувань та випробувань як частини транспортного засобу (агрегату), для якого цей пневматичний привід, пневматична система, використовується або призначені пневматичні пристрої.

Для визначення відповідності вимогам безпеки проводяться такі тести:

- для герметичності при номінальному тиску робочого середовища;
- функціональний - для пневматичних систем та пневматичного обладнання, що входять у повний спектр факторів, що впливають на огляд усього діапазону робочих параметрів;
- При максимальному тиску робочого середовища;

Дотримання вимог безпеки пневматичних пневматичних систем та їх пневматичних пристроїв контролюється:

- У фазі узгодження технічного завдання;
- На стадії розробки проектної документації;

- при перегляді та перевірці проектної документації, включаючи розрахунки довговічності при статичних та динамічних навантаженнях;
- на прототипах - на попередніх та приймально-здавальних випробуваннях;
- для продукції серійного та масового виробництва - для приймання, регулярних та стандартних випробувань;
- Під час роботи та під час діагностичних тестів;
- Для сертифікаційних випробувань.

Обсяг випробувань зазначений у стандартах або специфікаціях на пневмоприводи, пневматичні системи та пневматичні пристрої певних типів, що входять до їх складу.

Контроль за станом повітря робочої зони - по ДСТУ 6089:2009

Контроль за дотриманням вимог пожежної безпеки - згідно з ДСТУ 2272:2006

Контроль шуму на робочих місцях - по ДСН 3.3.6.037-99

Контроль вібрації на робочих місцях – по ДСТУ ENV 28041-2001.

Вимірювання робочих параметрів пневмоприводів, пневмосистем і пневмопристроїв - по ГОСТ 19862, ГОСТ 28988, ГОСТ 29014, ГОСТ 30105, ГОСТ 30155, ГОСТ 30156, ГОСТ 22976.

Висновки:

На промислових підприємствах, пов'язаних з процесами зберігання та переробки сипучих матеріалів, нерідко виникають умови, що утрудняють проходження компонентів і сумішей з технологічних і транспортних маршрутів. Причиною цього є і характеристики транспортуються матеріалів (вологість, розмір часток, погана сипкість і ін.), і конструктивні особливості устаткування, ємностей зберігання, переходів між транспортними механізмами (Форма, якість поверхні, неоптимальні кути сходу, наявність вертикальних кутових погіршення сходу, накопичення, налипання, утворення склепінь і заторів призводять до зменшення продуктивності технологічних ліній, а в разі виробництва сумішей із заданим процентним вмістом компонентів до погіршення якості готового продукту. Установка в проблемних місцях пневматичних вібраторів є, безсумнівно, найкращим рішенням, що забезпечує безперешкодний рух сипучих матеріалів у виробничих лініях. Пневматичні вібратори і пневмомолотки струшують налиплий продукт, перешкоджають утворенню заторів і склепінь, зменшують тертя між матеріалами, забезпечуючи тим самим задану продуктивність лінії.

Для вирішення даної задачі було запропоновано нову конструкцію мехатронного ударного пристрою для систем дозування сипких харчових продуктів. Проводилися дослідження процесу коливання бункер під час роботи пневмомолота. На основі виконаної роботи можна зробити відповідні висновки:

- Був проведений аналіз існуючих пристроїв для вібструшування. Проведено літературний огляд конструкцій пневмомолотів та їх робочих органів.
- Розроблена математична модель процесу коливання пневмомолота для запропонованої конструкції бункера.
- Розроблена і виготовлена експериментальна установка для дослідження процесу коливання пневмоударного мехатронного пристрою;

- Проведені дослідження та опрацьовані результати. Отримані математичні залежності механічних властивостей пневматичного молоту від товщини стінки бункера-живильника .

- Було розроблене креслення запропонованої конструкції з урахуванням результатів аналітичних досліджень по розробленню математичних моделей.

- Дану конструкцію віддано на ООО "Аэрок" для випробовування.

Список використаної літератури

1. Технология пищевого машиностроения / Г.А. Прейс, А. И.Безыкорнов. – К.: Вища шк. Головное издательство, 1987. – 287с.
2. Сергеев В.П. Строительные машины и оборудование: Учеб.для специальности «Строительные машины и оборудование», – М., 1987. – 376с.
3. Горобовец М.Н. Строительные машины машины. – М., 1991. – 493с
4. Образцов И.Ф. Метод конечных элементов в задачах строительной механики летательных аппаратов : учеб. Пособие для студентов авиац. спец. вузов / И.Ф. Образцов, Л.М. Савельев, Х.С. Хазанов – М.: Высш. Шк., 1985.
5. Фиделев А.С., Чубук А.Ф. Строительные машины, - К., 1979. – 336с.
6. Герц Е. В., Крейнин Г. В. Расчет пневмоприводов. Справочное пособие, М.: «Машиностроение», 1975. 272 с. с ил. (Библиотека конструктора)
7. Гидроприводы и гидропневмоавтоматика станков / Под ред. д-ра техн. наук В. А. Федорца.— К. : Вища шк. Головное изд-во, 1987.— 375 с.
8. Коваль П. В. Гидравлика и гидропривод горных машин: Учебник для вузов по специальности «Горные машины и комплексы».— М.: Машиностроение, 1979. — 319 с, ил.
9. С. В. Крейтер, А. Р. Нестеров, В. В. Данилевский. Основы конструирования и агрегатирования: Учеб. пособие. — М.: Издательство стандартов, 1983. — 224 с, ил.
- 10 Волосатов В. А. Конструкции универсальных пневматических приспособлений. Л.: Лениздат. 1959, 191 с.
11. Samozzi. Дидактика 2006

12. Camozzi. Пневматика для всех. От теоретических основ к практическим навыкам
13. Deppert W., Stoll K. Пневматика в примерах (франц.)
14. Бабин А.И., Санников С.П. Автоматизация технологических процессов. Элементы и устройства пневмогидроавтоматики
15. "FESTO Didactic" - 2005, - 145 с.
16. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления
17. Грановський В.А. Методи обробки експериментальних даних при вимірах. Ленінград, Вища школа, 1990. - 288с.
18. Грачов Ю.П., Плаксін Ю.М. Математичні методи планування експерименту. / М. ДеЛіпрінт, 2005. - 296 с.
19. Губін А.Ю. Про одну математичної моделі руху обертової в'язкої нестисливої рідини. / Новосибірськ, 2004. - 34 с.
20. Преде Г., Шольц Д. Электропневмоавтоматика
21. Дегтярьов В.М. Технологічне обладнання харчових виробництв. / Петропавловськ-Камчатський, КамчатГТУ, 2004.- 132 с.

22. Драгилев А.І., Дроздов В.С. Технологічне обладнання підприємств переробних галузей АПК. / М., Колос, 2001.-352 с.
23. Драгилев А.І., Дроздов В.С. Технологічні машини і апарати харчових виробництв. / М., Колос, 1999. -376 с.

24. зимняк В.М. та ін. Практикум з основ розрахунку і конструювання машин і апаратів переробних виробництв. / Пенза, ГСХА, 2003.
25. Іващенко А. Т. Прилади й засоби автоматизації ./М .: Научтехлітїздат, 2004.

26. Кавецький Г.Д., Васильєв Б.В. Процеси і апарати харчової технології. / М., Колос, 1999. - 551 с.
27. Ковалевський В. І. Проектування технологічного обладнання харчових виробництв. / Краснодар, КубГТУ, 2005. - 218 с.
28. Кононюк А.В., Басанько В.А. Довідник конструктора обладнання харчових виробництв. / Київ, «Техніка», 1991.
29. Курочкін А.А., зимняк В.М. Основи розрахунку і конструювання машин і апаратів переробних виробництв. / М., Колос, 2006.-319с.
30. Машини та апарати харчових виробництв. / Панфілов В.А., ред. Книга 2. «Машини і апарати - перетворювачі харчових середовищ». М., Вища школа, 2001.. - 1380 с.
31. Машини та обладнання для цехів і підприємств малої потужності з переробки сільсько-господарського сировини. / М., Інформагротех, ч.1, 1992.- 257 с; ч.2, 1993. - 225 с.
32. Машини та обладнання для переробки сільгосппродукції, випускаються в регіонах РФ. / М., Росінформагротех, 2002 г. - 187 с.
33. Основи наукових досліджень у прикладних задачах / Л. О.Кривопляс-Володіна, О. М. Гавва, В. Л. Яровий, С. В. Токарчук. – Київ: Сталь, 2016. – 271 с.