

Всеукраїнський науково-технічний журнал

Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2306-8744

DOI: 10.37128/2306-8744-2022-4

Вібрації в техніці та технологіях

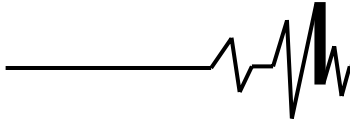


Всеукраїнський науково-технічний журнал
Ukrainian Scientific & Technical Journal

Вібрації в техніці та технологіях

№ 4 (107)

Вінниця 2022

**ВІБРАЦІЇ В
ТЕХНІЦІ ТА
ТЕХНОЛОГІЯХ**

Журнал науково-виробничого та навчального
спрямування Видавець: Вінницький національний
аграрний університет

Заснований у 1994 році під назвою “Вібрації в техніці та
технологіях”

*Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової
інформації*

КВ № 16643-5115 ПР від 30.04.2010 р.

*Всеукраїнський науково-технічний журнал “Вібрації в техніці та
технологіях” / Редколегія: Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця,
2022. – 4 (107) – 103 с.*

*Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного
університету (протокол № 6 від 23.12.2022 р.)*

*Періодичне видання включено до Переліку наукових фахових видань
України з технічних наук (Категорія «Б» Наказ Міністерства освіти і науки
України від 02.07.2020 р. № 886)*

Головний редактор

Калетнік Г.М. – д.е.н., професор,
академік НААН України, Вінницький
національний аграрний університет

**Заступник головного
редактора**

Адамчук В.В. – д.т.н., професор, академік
НААН України, Національний науковий
центр “Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства”

Відповідальний секретар

Солона О.В. – к.т.н., доцент, Вінницький
національний аграрний університет

Члени редакційної колегії

Булгаков В.М. – д.т.н., професор, академік
НААН України, Національний університет
біоресурсів і природокористування України

Граняк В.Ф. – к.т.н., доцент, Вінницький
національний аграрний університет

Деревенько І. А. – к.т.н., доцент,
Національний університет «Львівська
політехніка»

Зіньковський А.П. – д.т.н., професор,
Інститут проблем міцності імені Г. С.
Писаренка НАН України

Купчук І.М. – к.т.н., доцент, Вінницький
національний аграрний університет

Матвєєв В.В. – д.ф.-м.н., професор,
академік НАН, Інститут проблем міцності
імені Г.С. Писаренка НАН України

Полєвода Ю.А. – к.т.н., доцент, Вінницький
національний аграрний університет

Севостьянов І.В. – д.т.н., професор,
Вінницький національний аграрний
університет

Твердохліб І.В. – к.т.н., доцент, Вінницький
національний аграрний університет

Токарчук О.А. – к.т.н., доцент, Вінницький
національний аграрний університет

Цуркан О.В. – д.т.н. доцент, Вінницький
національний аграрний університет

Зарубіжні члени редакційної колегії

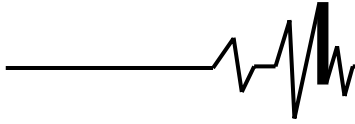
Максімов Джордан Тодоров – д.т.н., проф., Технічний Університет Габрово (Болгарія)

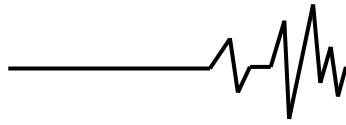
Технічний редактор **Мельничук С.В.**

Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний
університет, тел. 46 – 00– 03

Сайт журналу: <http://vibrojournal.vsau.org/>

Електронна адреса: vibration.vin@ukr.net

**З М І С Т****1. ТЕОРІЯ ПРОЦЕСІВ ТА МАШИН***Sevostianov I., Ivanchuk Y., Kush Y., Volovyk B.***SELECTION OF A RATIONNAL TYPE OF A DRIVE FOR REALIZATION OF CLASSIFICATION PROCESSES OF GRAIN RAW5***Кондратюк Д.Г., Дмитренко В.П.***ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕКСТРУДЕНТА З ПРУЖИНИМ ГВИНТОВИМ ЕЛЕМЕНТОМ.....12***Полевода Ю.А., Волинець Є.О., Бистрицький О.П.***МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЧАСТИНОК В ЦИЛІНДРИЧНОМУ КОНТЕЙНЕРІ ВІБРОЗМІШУВАЧА20***Паладійчук Ю.Б., Телятник І.А.***ТИПИ І КОНСТРУКЦІЇ ВІБРОЗБУДУВАЧІ СУЧАСНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ26****2. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА***Веселовська Н.Р., Романов В.В.***ВИПРОБУВАЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛИЦЬ36***Strutynskyi S.***THE USE OF ADJUSTABLE DAMPING DEVICES FOR INCREASING TECHNICAL LEVEL OF GROUND ROBOTIC COMPLEXES EQUIPPED WITH A MANIPULATOR.....49***Матвійчук В.А., Савків В.В.***ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯ ЗАГОТОВОК З ВИКОРИСТАННЯМ УДОСКОНАЛЕНОГО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВАННЯ59***Rubanenko O., Tokarchuk O., Solona O.***SIMULATION OF THE WORK OF PHOTOELECTRIC PLANTS68***Дубчак В.М.***МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПОВНЕННЯ ОБ'ЄМНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ СТРУКТУР РОБОЧИХ ОРГАНІВ БУНКЕРНОГО ТИПУ МАТЕРІАЛАМИ СФЕРИЧНОЇ ФОРМИ75***Віштак І.В.***ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОВИХ ОПОР НА СТІЙКІСТЬ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ83***Kucherenko J.***ANALISYS OF STUDIES OF MULTIFUNCTIONAL COATINGS FORMATION BY GAS DYNAMIC SPRAYING88***Sevostianov I., Melnyk O., Pidlypna M.***ELABORATION AND RESEARCH OF VIBROSHAKERS WITH ELECTROMAGNETIC DRIVE FOR CLASSIFICATION OF DRY MATERIALS.....94**



Паладійчук Ю.Б.
к.н.т., доцент,

Телятник І.А.
аспірантка

**Вінницький
національний
аграрний
університет**

Paladiychuk Yu.
Ph.D., associate professor

Telyatnik I.
postgraduate student

**Vinnitsia National
Agrarian University**

УДК 62-82: 004.41

DOI: 10.37128/2306-8744-2022-4-4

ТИПИ І КОНСТРУКЦІЇ ВІБРОЗБУДЖУВАЧІВ СУЧАСНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

В даній статті проаналізовано типи та конструкції відомого вібраційного обладнання та віброзбуджувачів, що застосовуються у машинобудуванні. Розглянута структурна схема виробництва вібраційного обладнання.

Визначенні основні перевагами та недоліки вібраційного обладнання та віброзбуджувачів.

Одним із способів підвищення втомної міцності і зносостійкості деталей є наклеп поверхневого шару робочих поверхонь деталей в цілому та в зонах концентрації напружень. Пластичне деформування проходить при збільшенні навантаження, що вище сили пружності матеріалу, так як метал зміцнюється в процесі деформування. Основна маса промислових сплавів мають полікристалічну структуру. При деформуванні полікристалів відсутня стадія ковзання, деформація зерен починається відразу по декількох системах ковзання і супроводжується згинами і поворотами площин ковзання. Загальна деформація мала та становить 1%, зерна деформуються неоднорідно в силу їх різної орієнтації по відношенню до прикладених навантажень. Із зміною деформації відмінність між зернами матеріалу зменшуються і змінюється мікроструктура: зерна металу поступово витягаються в напрямку пластичної течії, що призводить до зміни зерен кристалічної решітки металу при підвищенні щільності дефектів.

Надійність деталей машин в першу чергу залежить від їх міцності, зносостійкості, вібростійкості, теплостійкості тощо. Ці критерії надійності деталей машин забезпечуються різними способами і заходами під час їх виготовлення, такими як: підбір матеріалу та різними способами підвищення міцності і зносостійкості – термічна обробка, обробка різними фізичними методами поверхні деталі та зон концентрації напружень тощо.

Впровадження сучасних методів і засобів у розвиток машинобудування забезпечують підвищення надійності деталей та виробів в цілому, а також зменшення собівартості продукції.

В даній статті проаналізовано типи та конструкції відомого вібраційного обладнання та віброзбуджувачів, що застосовуються у машинобудуванні. Розглянута структурна схема виробництва вібраційного обладнання.

Визначенні основні перевагами та недоліки вібраційного обладнання та віброзбуджувачів.

Ключові слова. Поверхнева пластична деформація, вібраційне обладнання, гідроімпульс, віброзбуджувач.

Аналіз останніх досліджень.

Технологія вібраційних процесів відбувається за рахунок використання вібраційного та віброударного обладнання.

Виготовлення даного обладнання відбувається за єдиною структурною схемою, а саме: від джерела енергії, привода енергоносія та системи елементів управління і розподілення



енергії передається на привод генератора вібрацій, який з'єднаний з виконавчою робочою ланкою, і на привід допоміжних робочих ланок, які зображені, як приклад, у вигляді пуансона – інерційної маси (рис.1).

Зважаючи на це конструкції та

номенклатура вібраційного обладнання містить основні елементи звичайних пресів. Вібраційне та віброударне обладнання знайшло широке застосування у різних галузях промисловості зокрема у порошковій металургії [1-11].



Рис. 1.– Структурна схема типової ВМ та ВУМ.

У випробовуваних вібраційних машинах нерідко реалізуються вузькополосну чи широкополосну стаціонарну випадкову вібрацію. Зазвичай це роблять у тих випадках, коли умови вібраційних досліджень об'єкта повинні бути в достатній мірі близькими до випадкових впливів, яким піддається об'єкт в реальних умовах.

В залежності з потребами технологій чи випробовувань можливо використати безударний вплив чи ударно-вібраційний вплив, коли вібраційний рух інерційного елемента переміщується наступними один за другим.

Удари можуть створюватись в самому вібробудувачі чи у вібраційному приводі, в сумі пристроїв для збудження вібрації, її перетворення та передачі виконавчому органу машини, або при зіткненні виконавчого органу машини з оброблювальним середовищем.

За методами збудження вібрацій розрізняють:

- відцентровий;
- електромагнітний;
- електродинамічний;
- кінематичний;
- примусові гідравлічні;
- пневматичні.

В залежності від методів збудження приводи вібраційних технологічних машин поділяють на:

- механічні;
- гідравлічні;
- пневматичні;
- електричні;
- комбіновані.

З усіх типів вібробудувача, який використовується в технологічних цілях найбільш розповсюджені відцентрові [1-10].

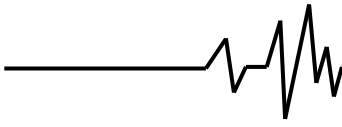
Кінематичні вібробудувачі у відповідності до принципового пристосування поділяються на відцентрові приводи з пружним шатуном і з приводним демпфером. Розрізняють приводи з регулюючою та не регулюючою амплітудою коливання. Регулюючі приводи, в свою чергу підрозділяють на привод, який регулюється без зупинки машини та привод, який регулюється у неробочому стані машини. За характером регулювання розрізняють приводи з плавним та з ступінчастим регулюванням.

Кінематичні вібробудувачі можуть бути використані для створення прямолінійних гармонічних та бігармонічних коливань, а також для збудження еліптичних коливань.

У електромагнітних вібробудувачах сили, які збуджують коливання, створюються в результаті дії змінного в часі магнітного поля на феромагнітні тіла.

Електродинамічний вібробудувач широко використовується для вібраційних випробовувань різних видів. З їх допомогою випробовують зразки матеріалів, деталей, вузлів машини та приладів, проводять природні випробовування агрегатів, машин, транспортних засобів, а також досліджують властивості сипучих засобів, поведінку біологічних об'єктів. Відносно рідко електродинамічні вібробудувачі використовують для виконання технологічних операцій [1, 2].

В залежності від призначення вібробудувача, його потужності, частотного діапазону вібрацій та інших факторів в його



конструкцію можуть бути включені системи охолодження, прилади для направлення вібрацій, посилюючі та послаблюючі системи.

Діапазон параметрів відтворюваних вібрацій розрізняють великою шириною. Основними показниками віброзбуджувача являються діапазон та амплітуда вимушеної сили при гармонічній вібрації.

Найбільш характерний частотний діапазон для електродинамічних віброзбуджувачів середньої потужності 5 – 3000 Гц. В окремих конструкціях передбачено проведення випробовувань на частотах до 15-30 кГц. Спеціальні підсилюючі пристрої дозволяють використовувати віброзбуджувачі на частотах нижче 1 Гц. При цьому амплітуда сили рівна від 1 Н до 500 кН.

Електродинамічні віброзбуджувачі дозволяють отримувати випадкові вібрації та проводити вібраційні дослідження по заданій програмі.

Пневматичні віброзбуджувачі, які використовують енергію стисненого повітря, являються одною із широких груп, як правило, працюють від стандартних промислових пневмосистем з тиском 2-7 атм [3, 4].

За принципом дії розрізняють віброзбуджувачі:

— з пульсатором, їх використовують при відносно низьких частотах (до 15 Гц), значних амплітудах (до 20-30 мм) та значній силі, що розвивається;

— автоколивальні, приблизний діапазон частот 15-60 Гц, можливо достатньо великі амплітуди та сили;

— відцентрові, використовують при частотах 20- 400 Гц;

— які використовують автоколивальні процеси у потоці стисненого повітря, досягають великі частоти до 2000 Гц, але амплітуди невеликі до 0,2 мм.

Гідравлічні віброзбуджувачі передають коливання виконавчій ланці вібромашини у випадку використання пульсуючого джерела робочої рідини, або переривання потоку робочої рідини постійної подачі за допомогою золотникових та інших регулюючих пристроїв [5].

Гідравлічні віброзбуджувачі по принципу дії ділять на пульсуючі, автоколивальні, слідкуючі та самокеруючі.

Віброзбуджувачі першого типу побудовані по принципу збудження виконавчого органу (гідроциліндра) пульсуючим тиском, який створюється пульсуючим потоком робочої рідини.

В автоколивальних та самокеруючих віброзбуджувачах періодична змушуюча сила створюється під час живлення від магістралі постійного тиску у результаті наявності у віброзбуджувачі спеціальної системи, яка автоматично здійснює періодичний підвід та відвід робочої рідини. Поршень гідроциліндра самостійно керує рухом золотника, забезпечуючи неперервність зворотно – поступального руху [5]. При цьому автоколивальних системах коливання збуджуються із-за наявності у гідравлічній слідкуючій системі нелінійного елементу – зазору у жорсткому зворотньому зв'язку. У самокеруючих віброзбуджувачах коливання генеруються завдяки наявності спеціальних пристроїв, які забезпечують перемикання регулюючого золотника у момент знаходження поршня гідроциліндра у крайньому положенні. Частота коливань регулюється тиском, що підводиться, амплітуда – величиною зазору у зворотньому зв'язку автоколивального віброзбуджувача.

Пульсуючі віброзбуджувачі по принципу збудження поділяють на дві групи – з насосами-пульсаторами та з золотником, який створює пульсації.

В якості гідророзподілювачів використовують обертаючий чи поступальний рух золотника, який має привід зовнішнього двигуна. Частота коливань віброзбуджувача регулюється швидкістю обертання чи зворотно – поступального руху гідророзподілювача. Амплітудою керують змінюючи тиск робочої рідини [6, 7].

Одним із видів гідравлічних віброзбуджувачів є гідроімпульсний привід ГІП. Основним елементом ГІП являється генератор імпульсів тиску (ГІТ), який у технічній літературі також відомий під назвами «клапан пульсатор» та «гідроімпульсний віброзбуджувач».

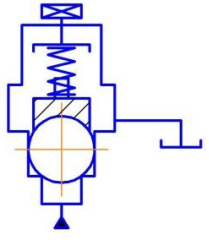
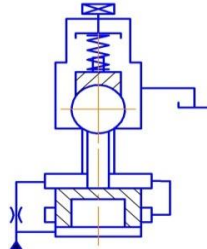
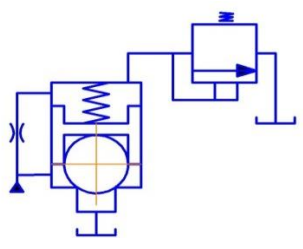

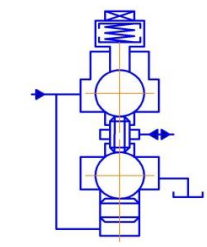
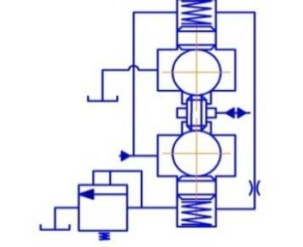
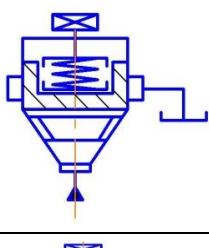
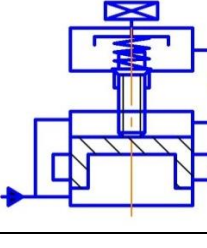
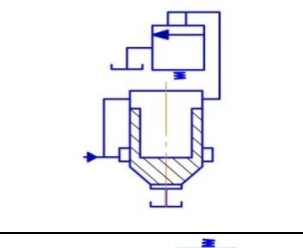
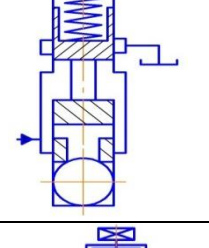

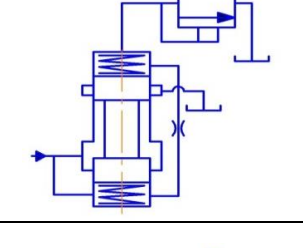
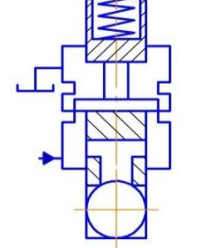
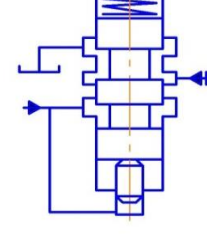
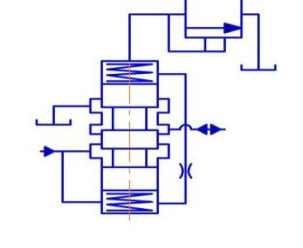
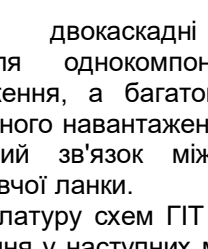
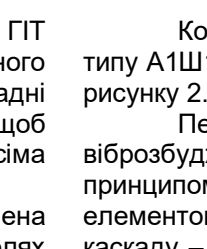
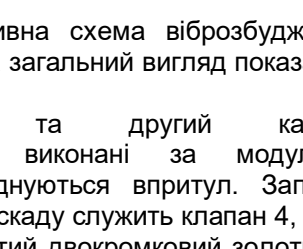
Основними елементами ГІП являються гідравлічний насос, гідроакумулятор та генератор імпульсів тиску. В залежності від підключення ГІТ до виконавчої ланки вібраційної машини вони умовно поділяються «на вході», «на виході» та «комбіновані».

Номенклатура ГІТ по принципу роботи розподіляється на одно-, дво – та багатокаскадні, а по типу запірних елементів – клапанні, кулькові та золотникові, схеми яких наведена у таблиці 1.



Таблиця 1

Схеми вібробуджувачів ГІТ

Вібробуджувач		Однокаскадні		Двокаскадні	
		зі штовхачем	зі змінною площею		
Типи запірних елементів	Кулькові	2/2			
		3/2			
	Клапанні	2/2			
		3/2			
	Золотникові	2/2			
		3/2			

Одно- та двокаскадні ГІТ використовуються для однокомпонентного вібраційного навантаження, а багатокаскадні для – багатоконпонентного навантаження, щоб забезпечити необхідний зв'язок між усіма переміщеннями виконавчої ланки.

Широку номенклатуру схем ГІТ втілена у конструктивних рішеннях у наступних моделях – А1Ш1-Б32, А2К1-БК2, Р202, А232-Б32 [6, 7].

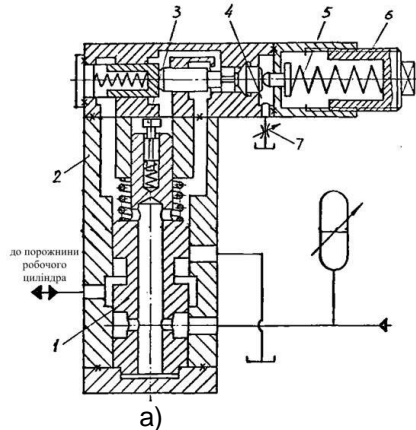
Конструктивна схема вібробуджувача типу А1Ш1-Б32 та загальний вигляд показані на рисунку 2.

Перший та другий каскади вібробуджувача виконані за модульним принципом і з'єднуються впритул. Запірним елементом І-го каскаду служить клапан 4, а ІІ-го каскаду – східчастий двокромковий золотник 1. Настроювання спрацьовування І-го каскаду за тиском здійснюється пружиною 5 та



регулювальним гвинтом 6, а керування його роботою забезпечується дроселем 8.

З метою збільшення терміну служби золотника 1 в II-му каскаді вібробуджувача передбачений гідравлічний гальмівний пристрій: на верхньому торці золотника



встановлений плунжер 3 з виточкою і хвостовиком, на якому виконані лиски, а нижній торець має виступ, зв'язаним з розточкою в кришці корпусу 2 [7,8].

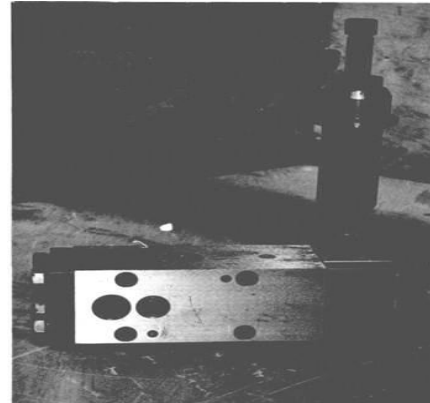


Рис. 2. – Вібробуджувач типу А1Ш1-БЗ2: а) конструктивна схема; б) загальний вигляд.

В тих випадках, коли наявний золотниковий запірний елемент не може забезпечити потрібну швидкодію II-го каскаду, використовують вібробуджувач типу А2К1-БК2.

Конструктивна схема II-го каскаду такого вібробуджувача показана на рисунку 3а. Клапан I-го каскаду 6 забезпечує періодичне з'єднання напірної магістралі з порожниною В якщо її від'єднано від зливу. При тиску p_1 порожнина А з'єднується з порожниною В і випускний клапан 4 закривається. Штовхач 5 відтискає сервоклапан 3 від сідла і забезпечує з'єднання порожнин 3 і Д.

Перепад тиску, що виникає в отворі d, відкриває впускний клапан 2 внаслідок чого напірна магістраль та акумулятор 1 з'єднуються з порожниною робочого циліндра. Після розрядки акумулятора 1 тиск в системі падає до

величини p_2 , клапан 6 з'єднує порожнину В зі зливом і випускний клапан 4 відкривається. Пружина 7 повертає в початкове положення сервоклапан 3 і впускний клапан 2, який закривається і, таким чином, від'єднує напірну магістраль і порожнину А від порожнини Д. Цикл повторюється коли в системі досягається тиск p_1 [7,8].

Основне регулювання усіх ГТ являється налагодження першого каскаду, який в подальшому визначає спрацювання усіх інших каскадів. Тобто перший каскад відповідає за налагодження на заданий тиск, а другий каскад являється силовою ланкою, яка забезпечує перетікання необхідного об'єму стисненої рідини з нагнітаючої порожнини у порожнину виконавчого циліндра [7].

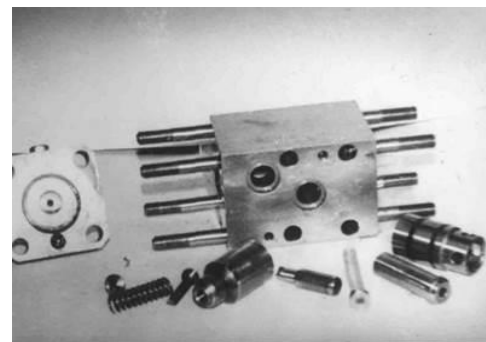
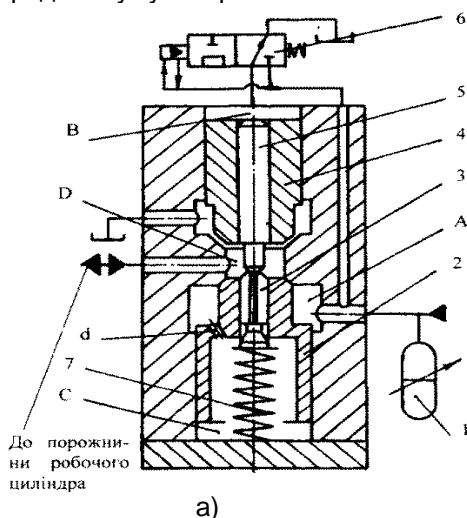


Рис. 3. – Вібробуджувач типу А2К1-БК2: а) конструктивна схема; б) загальний вигляд.



Дана схема вібробудувача відноситься до комбінованих приводів, що при сучасному розвитку промисловості набуває все ширшого застосування, оскільки окремі системи не можуть забезпечити поставлених перед ними задач сучасних виробничих систем – автоматизацію, комп'ютеризацію, що забезпечує інтенсифікацію технологічних процесів та зменшує похибку людського фактору, що в кінцевому результаті підвищує якість отриманого виробу [7,8].

Одним із варіантів, в якості комбінованого приводу, можливо використати стандартні електрогідролічні клапани, технічні характеристики яких відповідають параметрам комбінованих електрогідролічних вібробудувачів:

- частота спрацювання в межах 50 Гц;
- витрата рідини через клапан – 100 л/хв. і більше;
- тиск живлення в системі – 10 МПа.

Використання комбінованого приводу дозволить отримати переваги обох приводів, які будуть доповнювати один одного. А саме

відомо, що гідролічні вібробудувачі створюють великі робочі зусилля, маючи значно менші габарити у порівнянні з іншими вібробудувачами. А електромагнітні вібробудувачі дозволяють отримувати вібрації з більшою частотою та досить простим її відтворення за заданим законом, що зумовлене використанням програмного забезпечення. В кінцевому результаті використання комбінованого приводу дозволить отримати легкість регулювання вібробудувача не втрачаючи необхідної потужності. Такий привод можливо монтувати на відомому вібраційному обладнанні без конструктивних змін, за рахунок використання перехідних плит [8].

Після аналізу відповідного електрогідролічного обладнання у відповідних технічних довідниках, ми зупинились на доцільності використання вітчизняного виробника моделі УЭГ.С, та закордонного Parker, технічні характеристик яких наведені у таблиці 2. Зовнішній та конструктивний вигляд яких наведено на рисунках 4, 5 [8].

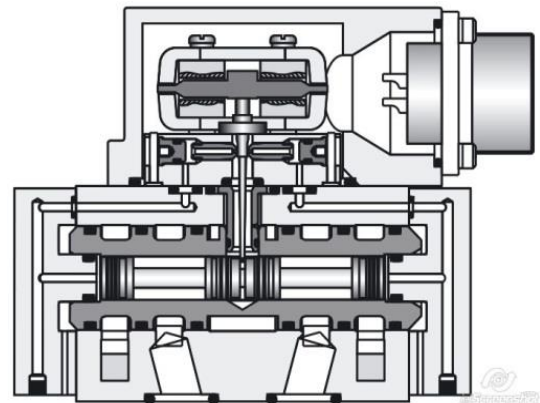


Рис. 4 – Загальний та конструктивний вид Parker SE60

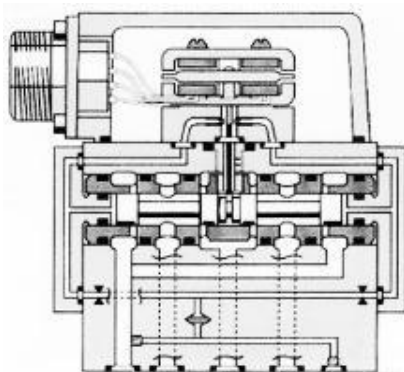
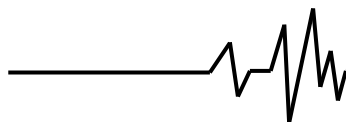


Рис. 5 – Загальний та конструктивний вид УЭГ.С -200



Таблиця 2

Технічні характеристики електромагнітних клапанів

Позначення	Виробник	Тиск живлення, МПа	Робочий діапазон температур мастил, °С	Витрата мастила, л/хв	Частота відповідна фазовому зміщенню 90°, Гц	D _y , мм
УЭГ.С -500	Теплоавтомат	1,6-32	+20...+70	500	27	23
УЭГ.С -200	Теплоавтомат	1,6-32	+20...+70	200	70	18
УЭГ.С -100	Теплоавтомат	1,6-32	+20...+70	100	120	13
SE2N	Parker	1,0-21	-1...+82	95-125	>50	12,7
SE60	Parker	1,0-21	-30...+130	95-230	>100	17,5
BD30	Parker	7-9	-1...+82	76-152	40	12,7
72D	Moog	32	+20...+80	95, 152, 228	70, 55, 35	13-20
SM4-40	Vickers	21	-10...+80	76-151	43	12-18
4WSE3E32-2X	Rexton	32	+10...+90	500, 700, 1000	60	21-32

Керування даних клапанів здійснюється звичайним апаратним обладнанням, що дозволяють відтворювати різні типи переміщень виконавчих органів клапанів в залежності від технологічних вимог.

Блок з якого проводиться керування електромагнітними клапанами входить до системи керування, яка містить аналогово-цифровий перетворювач АЦП, до якого приєднанні датчі тиску та переміщення, та комп'ютерне обладнання, для візуалізації та корекції зміни технологічних параметрів виконавчого обладнання, блок схема якого зображена на рисунку 6. Така система дозволяє керувати одночасно декількома електромагнітами, що залежить від кількості каналів, що може сприйняти система керування та апаратна частина. Блок керування, враховуючи широку номенклатуру та можливості сучасних контролерів, дозволяє забезпечувати вихідні сигнали з необхідною потужністю, частотою та формою [9].

Програмне забезпечення (ПЗ) для керування даної системи містить програми, які розраховані на широкий загал користувачів і призначені для організації обчислювального процесу та розв'язування задач з обробки даних, які зустрічаються найчастіше. Такі програми дають змогу розширювати функціональні можливості ЕОМ, автоматизувати планування черги обчислювальних робіт, контроль і управління процесом обробки даних, а також автоматизувати працю програмістів [9].

Спеціальне ПЗ — це сукупність програм, які розроблюються для конкретної системи керування. Воно містить пакети прикладних програм (ППП), які виконують організацію даних і їх обробку при розв'язуванні функціональних задач.

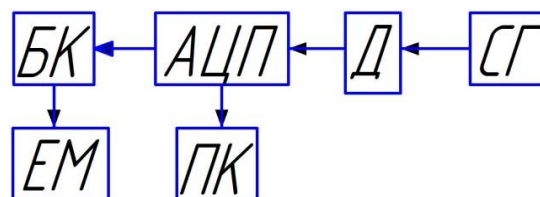


Рис. 6 – Система керування де: СГ – система гідравлічна; Д – датчі; АЦП – аналогово-цифровий перетворювач; ПК – персональний комп'ютер; ЕМ – електромагніт.

Результати дослідження. Провівши аналіз останніх досліджень нами були виявлені переваги та недоліки вібраційного обладнання та вібробудувачів.

Вібробудувач відцентрового типу має наступні переваги: простота конструкції, низька вартість, легкість плавного або ступінчастого регулювання частоти вібрацій. До числа недоліків відцентрових вібробудувачів можливо віднести відносно не великий ресурс, який сильно залежний від якості матеріалів та виробів, що використовуються, точності виготовлення та складання деталей, правильності експлуатації та догляду, важкість незалежного регулювання частоти та амплітуди



вимушених сил, відносно довгу тривалість перехідного процесу під час вибігу [9, 10].

Пневматичні віброзбуджувачі, які використовують енергію стисненого повітря, являються одною із широких груп, що пояснюється їх наступними перевагами:

- можливістю роботи при вибухонебезпечних умовах; відносно не складне регулювання амплітуди та частоти вібрацій за допомогою простої дросельної установки;

- широкий діапазон можливих частот від 0 до 500-800 Гц;

- широким діапазоном зміни амплітуди та сили, в тому числі досить великих [9, 10].

До основних переваг електромагнітних віброзбуджувачів належать [9, 10]:

- простота регулювання амплітуди вібрації та можливості її регулювання під час роботи пристрою, це дозволяє включати електровібраційні пристрої в системи з автоматично керованою продуктивністю;

- надійність та довговічність, що обумовлено відсутністю у віброзбуджувачі пар тертя;

- можливості використання в одній вібромашині декількох одночасно діючих віброзбуджувачів без спеціальних мір по забезпеченню синхронізації, це обумовлено синхронізацією роботи віброзбуджувачів під час живлення від загальної мережі та дозволяє розподілити сили, які збуджують коливання, у протяжності в одному чи двох напрямках пружного органу.

За допомогою двох віброзбуджувачів та більше можливо також отримати різні траєкторії вібрації.

До недоліків у порівнянні з іншими віброзбуджувачами можна віднести:

- відносно велика вага, яка приходиться на одиницю амплітуди сили, що створюється; великі витрати електротехнічних матеріалів та пружинної сталі;

- значні зміни амплітуди вібрації при зміні навантаження, це також обумовлено резонансним режимом роботи пристроїв з електромагнітним збуджувачем;

- мала амплітуда переміщення, її величина обмежена допустимими значеннями повітряного зазору між якорем та серцевиною електромагніта.

До недоліків електродинамічних віброзбуджувачів потрібно віднести відносно складність конструкції (для потужних віброзбуджувачів), чутливість до важких умов експлуатації (шкідливий вплив зовнішніх факторів) наявність в деяких конструкціях значних магнітних полів розсіювання [10].

В якості недоліків пневматичних віброзбуджувачів потрібно відмітити, що:

розрахунок основних динамічних показників руху (частоти, амплітуди) досить складний; прості інженерні формули практично відсутні; великий рівень шуму під час роботи; втрати тиску у системі через малу густину повітря.

Одним із найбільш істотних недоліків гідравлічних машин – втрати робочої рідини у процесі роботи через технологічні зазори між поршнем та циліндром, ущільненнями та штоком, та нагрів робочої рідини, що спричинено замкненим об'ємом. Також до недоліків можна віднести те, що при зростанні величини амплітуди коливань зменшується їх частота; складність керування та налагодження віброзбуджувачів.

Основними перевагами пульсуючих віброзбуджувачів з насосами – пульсаторами – чітка реалізація заданої амплітуди та частоти поршня виконавчого циліндра. Даний привід об'ємної дії. Амплітуда коливань штока робочого циліндра визначається об'ємом, витисненим поршнями насоса – пульсатора, і співвідношень конструктивних параметрів машини незалежно від робочого навантаження. До переваг відноситься також велике створюване зусилля, що у порівнянні з іншими віброзбуджувачами, враховуючи їхні габарити, значно більше: простота схем підключення; можливість використання за будь яких умов та середовищах; великий ряд частот створюваних вібрацій [10].

Основними перевагами гідроімпульсного приводу являється високі створювані зусилля до 100 кН, в залежності від експлуатаційних та технологічних вимог, при незначних габаритах, малий робочий тиск у гідравлічній системі до 10 МПа та використанні малопотужних електродвигунів до 5 кВт, а також параметричне налагодження [10, 11].

Віброзбуджувач типу А2К1-БК2 має складну конструкцію, також недоліком даних віброзбуджувачів являється їх регулювання, яке залежить від налагодження пружних елементів, що в процесі переналагодження на необхідні технологічні параметри можливо здійснити лише експериментальним шляхом [11].

Висновки. Одним із головних елементів вібраційного обладнання є віброзбуджувачі, які поділяться на електричний, пневматичний, механічний, гідравлічний та комбінований. Найбільшого розповсюдження здобув гідравлічний привод, який дозволяє реалізувати великі зусилля, при незначних габаритах, у порівнянні з іншими приводами. Головним віброзбуджувачем у гідроімпульсному приводі є генератор імпульсного тиску, перевагами, якого являються високі створювані зусилля до 100 кН, в залежності від експлуатаційних та технологічних вимог, при незначних габаритах,



малий робочий тиск у гідравлічній системі до 10МПа та використанні малопотужних електродвигунів до 5 кВт, а також параметричне налагодження

Список використаних джерел

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

2. Гольдштейн М. Н., Царьков А. А., Черкасов І. І., Механіка ґрунтів, основи і фундаменти. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2022. № 1 С. 110.

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

4. Міськов В. П. Інерційний вібропрес-молот з електрогідравлічною системою керування гідроімпульсного приводу для формоутворення заготовок з порошкових матеріалів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.03.05 / Міськов Вадим Петрович – Вінниця, 2015. – 22 с.

5. Iskovych-Lototsky R., Veselovska N. Automatic system for modeling vibro-impact unloading bulk cargo on vehicles. Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018. 1080860 (1 October 2018): веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.1117/12.2501526>. (дата звернення 30.09.2022)

6. Rostislav Iskovych-Lototsky, Yaroslav Ivanchuk, Yaroslav Veselovsky, Konrad Gromaszek, and Ayaulym Oralbekova. Automatic system for modeling of working processes in pressure generators of hydraulic vibrating and vibro-impact machine. Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018. 1080850 (1 October 2018): веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.1117/12.2501532>. (дата звернення 30.09.2022).

7. Іскович-Лотоцький Р. Д., Іванчук Я. В., Веселовський Я. П. Основи резонансно-структурної теорії віброударного розвантаження транспортних засобів. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна. 2014. № 5 (53). С. 109-118.

8. S. Matysiak, and P. Pusz. Axisymmetric bousinesg problem for a granular hal. Bulletin of Polish Academie of Scienes, Technical Sciences. 1985. 33 (7/8), pp. 351-358.

9. D. I. Zolotarevskaya. Mathematical simulation and calculation of the soil compaction under dynamic loads. Eurasian Soil Science. 2011. № 44 (4), pp. 407-416.

10. A. Li, F. Dai, N. Xu, G. Gu, and Z. Hu. Analysis of a Complex Flexural Toppling Failure of Large Underground Caverns in Layered Rock Masses. Rock Mechanics and Rock Engineering: веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.1007/s00603-019-01760-5>. (дата звернення 01.10.2022)

11. C. Debeleac, S. Nastac. Stochastic Approaches of Nonlinear Model-Based Simulations for Vibratory Compaction Process. PAMM. 2014. vol. 14 (1), pp. 749-750.

References

1. Iskovich-Lotockij R. D., Ivanchuk Ya. V. Pidvishennya efektyvnosti rozvantazhennya materialiv pid diyeyu periodichnih udarnih impulsiv. Vibraciyi v tehnic i tehnologiyah. 2008. № 2 (51). S. 8-11.

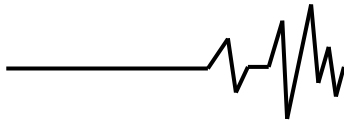
2. Goldshtejn M. N., Carkov A. A., Cherkasov I. I. Mehanika gruntov, osnovaniya i fundamenti. Visnik Vinnickogo politehnicnogo institutu. 2022. № 1 S. 110.

3. Iskovich-Lotockij R. D., Ivanchuk Ya. V. Doslidzhennya dinamiki procesu roboti universalnogo gidravlichnogo vibroudranogo privodu dlya rozvantazhennya transportnih zasobiv. Naukovi notatki. Mizhvuzivskij zbirnik (za napryamom «Inzhenerna mehanika»). 2007. № 20. S. 184-187.

4. Miskov V. P. Inercijnij vibropres-molot z elektrogidravlichnoyu sistemoyu keruvannya gidroimpulsnogo privoda dlya formoutvorennya zagotovok z poroshkovih materialiv : avto-ref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tehn. nauk : spec. 05.03.05 / Miskov Vadim Petrovich – Vinnicya, 2015. – 22 s.

5. Iskovych-Lototsky R., Veselovska N. Automatic system for modeling vibro-impact unloading bulk cargo on vehicles. Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018. 1080860 (1 October 2018): veb-sajt. URL: <https://doi.org/10.1117/12.2501526>. (data zvernennya 30.09.2022)

6. Rostislav Iskovych-Lototsky, Yaroslav Ivanchuk, Yaroslav Veselovsky, Konrad Gromaszek, and Ayaulym Oralbekova. Automatic system for modeling of working processes in pressure generators of hydraulic vibrating and vibro-impact machine. Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy



Physics Experiments 2018. 1080850 (1 October 2018): veb-sajt. URL: <https://doi.org/10.1117/12.2501532>. (data zvernennya 30.09.2022).

7. Iskovich-Lotockij R. D., Ivanchuk Ya. V., Veselovskij Ya. P. Osnovi rezonansno-strukturnoyi teoriiy vibrudarnogo rozvantazhennya transportnih zasobiv. Nauka ta progres transportu. Visnik Dnipropetrovskogo nacionalnogo universitetu zaliznichnogo transportu im. akademika V. Lazaryana. 2014. № 5 (53). S. 109-118.

8. S. Matysiak, and P. Pusz. Axisymmetric bousinesg problem for a granular hal. Bulletin of Polish Academie of Scienes, Technical Scienes. 1985. 33 (7/8), pp. 351-358.

9. D. I. Zolotarevskaya. Mathematical simulation and calculation of the soil compaction under dynamic loads. Eurasian Soil Science. 2011. № 44 (4), pp. 407-416.

10. A. Li, F. Dai, N. Xu, G. Gu, and Z. Hu. Analysis of a Complex Flexural Toppling Failure of Large Underground Caverns in Layered Rock Masses. Rock Mechanics and Rock Engineering: veb-sajt. URL: <https://doi.org/10.1007/s00603-019-01760-5>. (data zvernennya 01.10.2022)

11. C. Debeleac, S. Nastac. Stochastic Approaches of Nonlinear Model-Based Simulations for Vibratory Compaction Process. PAMM. 2014. vol. 14 (1), pp. 749-750.

TYPES AND CONSTRUCTIONS OF VIBRATION EXCITERS OF MODERN ENGINEERING

One of the ways to increase the fatigue strength and wear resistance of parts is defamation of the surface layer of the working surfaces of the parts as a whole and in stress concentration zones. Plastic deformation takes place when the load increases, which is higher than the elastic strength of the material, as the metal strengthens during the deformation process. The bulk of industrial alloys have a polycrystalline

structure. During the deformation of polycrystals, there is no sliding stage, the deformation of the grains begins immediately along several sliding systems and is accompanied by bending and twisting of the sliding planes. The total deformation is small and amounts to 1%, the grains are deformed heterogeneously due to their different orientation in relation to the applied loads. As the deformation changes, the difference between the grains of the material decreases and the microstructure changes: the metal grains are gradually pulled out in the direction of the plastic flow, which leads to a change in the grains of the crystal lattice of the metal with an increase in the density of defects.

The reliability of machine parts primarily depends on their strength, wear resistance, vibration resistance, heat resistance, etc. These criteria for the reliability of machine parts are provided by various methods and measures during their manufacture, such as: material selection and various methods of increasing strength and wear resistance - heat treatment, treatment by various physical methods of the surface of the part and areas of stress concentration, etc.

The introduction of modern methods and tools in the development of mechanical engineering ensures an increase in the reliability of parts and products in general, as well as a reduction in the cost of production.

This article analyzes the types and designs of known vibration equipment and vibration exciters used in mechanical engineering. The structural diagram of vibration equipment production is considered.

Determination of the main advantages and disadvantages of vibration equipment and vibration exciters.

Key words. Surface plastic deformation, vibration equipment, hydraulic pulse, vibration exciter.

Відомості про автора

Паладійчук Юрій Богданович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Агроінженерії та технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: rewet@vsau.vin.ua).

Телятник Інна Анатоліївна – аспірантка, Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: inna201098@gmail.com).

Paladiychuk Yuriy – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Department of Agroengineering and Technical Service of Vinnitsa National Agrarian University (3 Soniachna St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: rewet@vsau.vin.ua).

Telyatnuk Inna – postgraduate of Vinnitsya National Agrarian University (3, Solnychna st., Vinnitsya)