

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВІБРАЦІЙНИХ БУНКЕРНИХ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ (ВБЗП)

**Мета роботи** – вивчити конструкцію ВБЗП та дослідити його продуктивність.

**Прилади та пристрої** – ВБЗП, заготовки (деталі), ємність для накопичення заготовок, блок живлення обмотки електромагніту.

### 1.1. Стислі еоретичні відомості про ВБЗП

В автоматизованому виробництві широке використання отримали вібраційними машини, які здійснюють міжопераційне транспортування і автоматичне завантаження робочого обладнання виробами. До таких машин відносяться вібраційні бункерні завантажувальні пристрої (ВБЗП), які здійснюють розподіл і орієнтування штучних виробів, що надходять до ВБЗП навалом. Застосовуються ВБЗП з:

- несиметричним циклом коливань лотка;
- симетричним (гармонійним) циклом.

Рух заготовок по лотку може здійснюватися:

- без відриву від поверхні (безвідривний режим);
- у відривному режимі, при якому заготовка за кожною циклом живлення електромагніту рухається, не торкаючись поверхні транспортного лотка.

Основними *перевагами* ВБЗП є:

- відсутність тертя (довговічність);
- мале споживання енергії (економічність);
- придатність для автоматичного завантаження широкого асортименту деталей, в тому числі деталей з маломіцних і крихких матеріалів;
- придатність до швидкого і простого перенастроювання на різні типорозміри деталей (універсальність);
- можливість швидкого, зручного регулювання продуктивності (легка керуваність);
- безвідмовність в роботі (надійність роботи ВБЗП може досягати 95 %).

Для створення вимушених коливань застосовують вібратори різних типів: механічні, пневматичні, гідравлічні, електромагнітні.

Робота *механічних вібраторів* заснована на принципі періодичного штовхання направляючого лотка, підвішеного на торсіонних пружинах. Збурююча сила може створюватися ексцентрик, насадженим на вал електродвигуна.

*Пневматичні* поршневі вібратори складаються з циліндра та поршня, що здійснює зворотньо-поступальний рух під дією стисненого повітря.

*Гідравлічні* вібратори аналогічні пневматичним. Одні й другі під час роботи створюють сильний шум.

*Електромагнітні* вібратори приводяться в дію змінним або пульсуючим струмом. Як джерело вимушених коливань в ньому діє сила електромагнітного притягування якоря електромагніту (ЕМ).

## **1.2. ВБЗП, їх види, призначення та основи розрахунків**

В основному в промисловості застосовують ВБЗП, в яких об'єкти (**О**) переміщуються по лотку і, проходячи повз різного роду конструктивні доповнення (вирізи, виступи і т. д.), отримують певну орієнтацію. Установки такого типу застосовують для подачі **О** на робочі позиції металорізальних верстатів, пресів, складальних агрегатів, для подачі **О** до робочого місця при складанні, наповнення касет, сортування та пакування готових виробів.

ВБЗП з електромагнітним приводом умовно можна розділити на дві групи:

- бункерні ВБЗП зі спіральним лотком;
- бункерні ВБЗП з прямолінійним лотком.

Обидві групи мають різне конструктивне виконання приводу і бункера. Бункерні ВБЗП зі спіральним лотком за конструктивним виконанням електромагнітного приводу можна розділити на синхронні і роздільні.

За конструктивним виконанням бункера ВБЗП зі спіральним лотком розрізняють з:

- циліндричним;
- конічним (прямий чи зворотний конус);
- комбінованим бункером (циліндричним і конічним).

У приладобудуванні найбільш поширені ВБЗП – вібробункери (рис. 1.1, а). У чашу 2 (бункер) з дном невеликої конусності навалом подають заготовки. По гвинтовому лотку 4, закріпленому на чаші 2, заготовки рухаються знизу вгору. Вібрації передаються лотку вібратором 1, розташованим у корпусі. Вібрації лотка роз'єднують заготовки, що зчепилися.

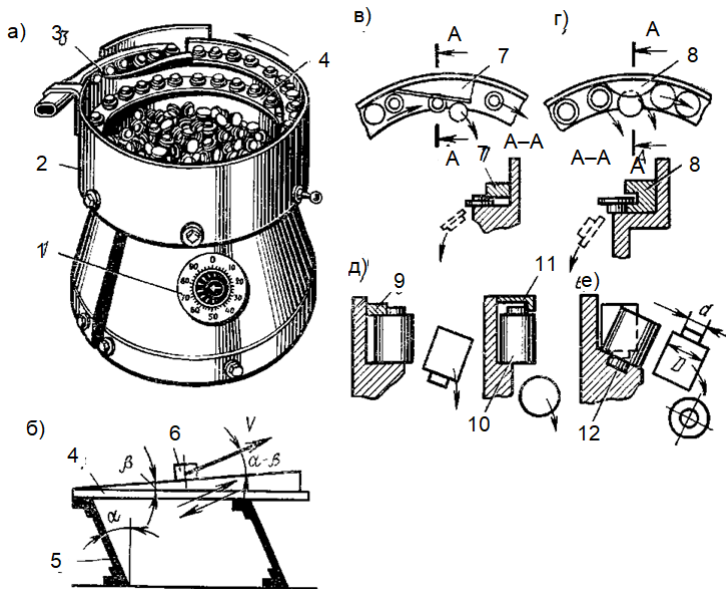


Рис. 1.1. Приклади пристроїв, робота яких базується на вібрації:  
 а – ВБЗП; б – вібролоток; в, г – приклади пасивної орієнтації  $O$   
 в ВБЗП

Схему дії вібробункера пояснює рис. 1.1, б. На лотку 4 з кутом підйому  $\beta$  розміщується заготовка 6. Під дією ЕМ і пружних ресор 5, розташованих до вертикалі під кутом  $\alpha$ , лоток із заготовкою одержує складні коливання (вертикальні та колові).

При втягуванні якоря ЕМ ресори згинаються, займаючи вертикальне положення ( $\alpha=0$ ). При цьому лоток 2 з деталлю 6 одержить імпульс руху зі швидкістю  $V$ , направлений під кутом  $(\alpha-\beta)$ . При поверненні у вихідне положення якоря ЕМ рух лотка припиняється і під дією ресор. Лоток починає швидкий зворотний рух. Заготовки при цьому продовжують по інерції рух вперед і за рахунок вертикального імпульсу відриваються від лотка. Заготовка опускається на лоток далі свого початкового положення.

Для подачі заготовок, орієнтованих визначеним чином, лоток і чаша мають різні орієнтуючі пристрої 3 (рис. 1.1, а), розташовані ближче до виходу заготовок. Орієнтуючі пристрої конструюють з таким розрахунком, щоб заготовки, що розміщуються на лотку в

необхідному положенні, переміщувались далі, а ті, що перебувають в інших положеннях, скидалися на дно до загальної маси заготовок. В цьому полягає так звана пасивна орієнтація деталей. Наприклад, для подачі деталей типу гвинтів головкою вниз можна застосувати орієнтуючі пристрої (див. рис. 1.1, е). Косий відсікач 7 перебуває від лотка на віддалі, трохи більший від товщини головки, щоб заготовки, які рухаються головкою вниз, проходили під відсікачем і утримувалися на лотку. Заготовки, що рухаються головкою вгору, косим відсікачем 7 скидаються на дно чаші.

Якщо потрібно одержувати з бункера **O** з головкою, розташованою вгору, то використовують відсікач 8, зображений на рис. 1.1, з. Відсікач 8 при цьому розміщується проти вузької сторони лотка і деталі, які рухаються головкою вниз, скидаються з лотка, тому що їхній ЦВ (центр ваги) розташовується поза лотком. У паз відсікача входить головка, повернена вгору, і тому такі заготовки подаються в робочу зону верстата чи в магазин.

Розглянемо орієнтуючі пристрої для коротких валиків з цапфою на кінці. Якщо потрібно подавати валики вертикально цапфою догори (рис. 1.1, д), то орієнтуючий пристрій буде складатися з двох відсікачів. Деталі, які лежать на лотку, пройшовши під відсікачем 9, потраплять під другий відсікач, що складається з неширокого лотка 10 і утримувача 11. Деталі, які розташовані цапфою вгору, утримуються на лотку козирком 11 і подадуться в робочу зону верстата. Якщо цапфа повинна бути внизу (рис. 1.1, е), то у відсікача 12 лоток виконують похилим з пазом, трохи більшим за висотою і шириною, ніж висота і діаметр цапфи.

Проектування ВБЗП з електромагнітним (ЕМ) приводом зводиться, в основному, до визначення геометричних параметрів чаші, вибору частоти коливань бункера і розрахунку максимальної швидкості руху заготовок у магазині.

Діаметр **D** циліндричної чаші та її висоту **H** визначають, виходячи з умов забезпечення безперебійної роботи наступного за ВБЗП технологічного агрегату (технологічного обладнання) і розташування орієнтуючого пристрою вище рівня максимального завантаження бункера. Зазвичай приймається діаметр чаші  $D=(10\dots12)\cdot I_d$ , але не менше діаметра прийнятого нормалізованого вібратора ( $I_d$  – довжина **O**, що рухаються вздовж лотка).

Оскільки у більшості випадків чашу виготовляють із алюмінію, кут прийому гвинтової доріжки магазину  $\beta=(3\dots5)^\circ$ . Кут прийому доріжки і її середній діаметр визначають крок гвинтової напрямної  $t=\pi D_{cp} \operatorname{tg}\beta$ . Щоб уникнути заклинювання заготовок між

витками, крок гвинтової доріжки повинен бути в 1,5-2 рази більше ширини **b**, приблизно дорівнює ширині транспортованих заготовок.

Тоді середній діаметр гвинтової напрямної дорівнює

$$D_{cp} = (1,5 \div 2)b / (\pi tg\beta)$$

При виборі частоти коливань сч необхідно пам'ятати, що максимальна швидкість транспортування при частоті 50 Гц є більшою, ніж при 100 Гц.

При діаметрі чаші діаметром більше 200 мм використовують частоту 50 Гц.

Необхідна найвища швидкість руху **O** по лотку визначається за наступним виразом:

$$V = L / (T_c C_n),$$

де **L** – крок між деталями (при русі впритул призначають зазвичай рівним довжині заготовки), мм;

**T<sub>ц</sub>** – час технологічного циклу обробки чи вимірювання деталі, с;

**C<sub>n</sub>** – коефіцієнт щільності потоку.

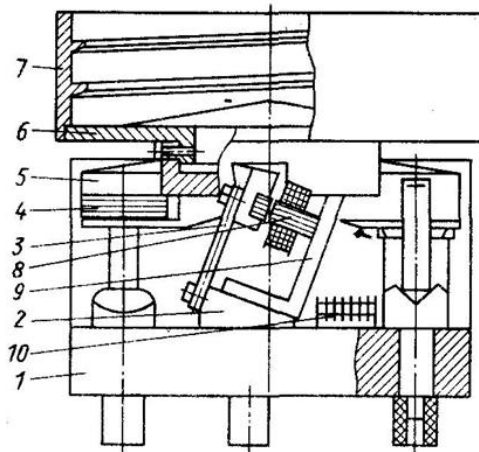
В даний час розроблені конструкції вібробункерів з електродвигунами і балансирами. Такі вібробункери простіші в налаштуванні переміщення заготовок по лотку.

У різних галузях промисловості найбільшого поширення набули ВБЗП зі спіральним лотком, коливання захватно-орієнтуючим доріжок (лотків) в яких передаються від ресор 3, нахилених під деяким кутом до горизонту і приводяться в рух за допомогою ЕМ 8 (рис. 1.2).

ВБЗП включають в себе наступні основні конструктивні елементи:

- основа 1;
- електромагнітні приводи 2, 4, 5, 8-10;
- бункера 6, 7;
- пружні елементи 3.

Принцип роботи ВБЗП полягає в тому, що складний коливальний рух доріжки (лотка) передається розташованому на ній **O** у вертикальному та горизонтальному напрямках, в результаті чого **O** переміщається по доріжці з деякою швидкістю. Крім того, в процесі руху по доріжці **O** орієнтуються в задане положення (так звана первинна орієнтація).



*Рис. 1.2. ВЗБП з трьома вібраторами і плоскими пружинами:  
1 - основа; 2, 4, 5, 8-10 - електромагнітні приводи; 6, 7 -  
бункери; 3 - пружні елементи*

На рис. 1.4. представлена конструкція ВЗБП з роздільним приводом коливач бункера 1 і основи 6 з торсіонною пружною підвіскою 5, горизонтального електромагнітного приводу 4 і з пружними елементами у вигляді пластин прямокутного перерізу 2, вертикального електромагнітного приводу коливач 3.

Відмітною особливістю конструкції ВЗБП з роздільним електромагнітним приводом (рис. 1.4) є застосування в якості пружних елементів вертикального приводу чотирьох стрижнів 1 круглого або прямокутного перерізу. Довжину пружних елементів можна змінювати перестановкою опор 2; в горизонтальному приводі застосовані кручені пружні елементи 3 з перемінним числом витків. Бункер ВЗБП має нерухоме дно 4, замкнене на підставу 5. Для генерування коливач у вертикальному напрямку використана одноктактна схема електромагнітного приводу EM1 та EM2.

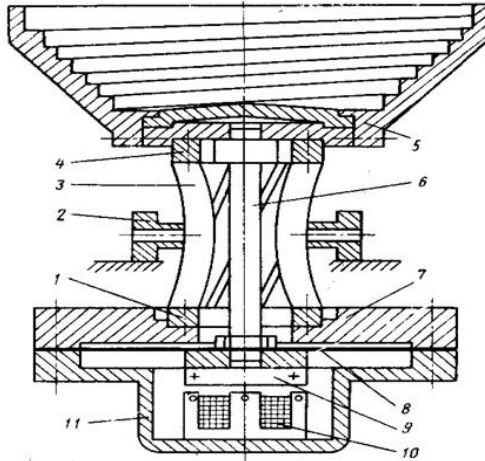


Рис. 1.3. ВБЗП з мембранно-гіперболоїдною пружною системою:  
 1,4 – фланці; 2 – цапфи; 3 – пластини; 5 – бункер; 6 – торсіон;  
 7 – основа; 8 – мембрана; 9,10 – електромагнітний привод;  
 11 – кожух

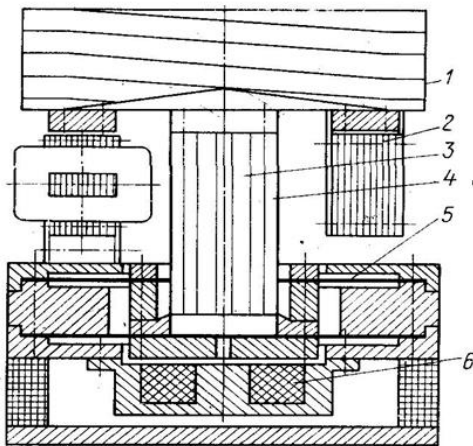


Рис. 1.4. ВБЗП з мембранно-торсіонною пружною системою:  
 1 – стрижні; 2 – опори; 3 – пружні елементи; 4 – дно; 5 –  
 підставка; 6 – основа

Конструктивно чаша складається з обичайки, однієї або декількох, спіральної вібраторіжки та конічного дна чаші. Обичайка і дно утворюють бункер. На дні чаші встановлюються пристрої підготовки до захоплення. Вібраторіжка служить основним носієм пристроїв і механізмів захоплення, орієнтування та видачі **О**.

*Конструктивно чаші* поділяють за кількома ознаками:

**1.** За вихідній формі обичайки бункера - конічні, циліндричні, плоскі кругові і комбіновані (рис. 1.5).

Конічні (рис. 1.5, *а*) мають виконання з ламаною, прямолінійною, криволінійною і ступінчастою твірними.

Циліндричні (рис. 1.5, *б*) використовують як найбільш технологічні у виготовленні для автозавантаження будь-яких **О**.

Плоскі кругові (мал. 1.5, *в*) застосовують для накопичення **О**, для орієнтування найпростіших деталей, наприклад дисків, переорієнтування, поділу або об'єднання (додавання) потоків деталей.

Комбіновані (рис. 1.5, *г*) виконують, як правило, багатоцільової дії. У них можна виконувати багатоменклатурні завантаження; використовувати одну порожнину чаші як бункер, іншу - як місце установки пристрою, що орієнтує, третю - як накопичувач або суматор і т. д.

**2.** За взаємозв'язком обичайки, вібраторіжки, дна чаші з:

- жорстким зв'язком елементів;
- нерухомою обичайкою;
- нерухомим дном;
- нерухомим дном та обичайкою;
- нерухомою доріжкою;
- нерухомою доріжкою і та обичайкою.

**3.** За кількістю рухомих потоків **О**:

- однопотокові;
- багатопотокові.

**4.** За розташуванням спіралі вібраторіжки щодо обичайки: усередині, зовнішній, в дні та їх всілякі поєднання, причому з правим та лівим напрямком гвинтової вібраторіжки .



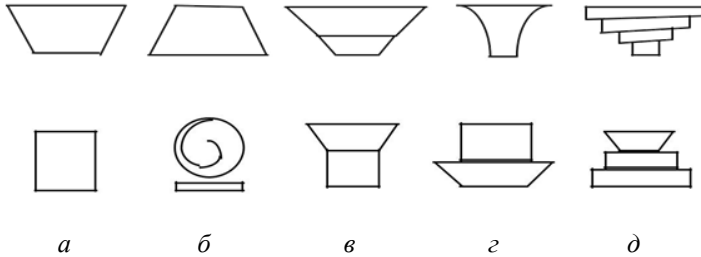


Рис. 1.5. Види чаш ВВЗП

5. За характером поля вібрації з:-
- симетрією поля уздовж вібраторів;
  - рівномірно змінюваною асиметрією поля в горизонтальній площині;
  - рівномірно змінюваною асиметрією поля у вертикальній площині;
  - рівномірно змінюваною асиметрією поля в горизонтальній і вертикальній площині;
  - нерівномірною асиметрією в горизонтальній площині;
  - нерівномірною асиметрією у вертикальній площині.
6. За взаємним розташуванням на віброприводі односторонніх, багатоярусні, коаксіальні, аксіальні, комбіновані. Чаші між собою можуть бути з'єднані: загальним потоком, такими, що не є з'єднаними; з'єднані частково.

Розрахунок конструктивних розмірів чаші включає визначення діаметра  $D$ , висоти  $H$ , кроку лотка  $t$ , об'єму  $V_d$  завантажувальної партії.

Для циліндричних чаш:

$$D = D_v + 2\sigma_c = 3 \sqrt{\frac{V_d Q_z T}{\pi H_p}} + 2\sigma_c$$

- де  $D_v$  (5...8)  $l_i$  – внутрішній діаметр чаші, мм;  
 $\sigma_c$  – товщина стінки бункера, мм;  
 $V_d$  – об'єм завантаження чаші виробами, мм<sup>3</sup>;  
 $T$  – період часу між заповненнями чаші, с;  
 $H_p$  – висота заповнення чаші виробами, мм;  
 $H_p = 2,5 \cdot h$ ;  
 $t$  – крок підйому під кутом  $\beta$  спірального лотка, мм;

$t = D_{cp} \operatorname{tg} \beta$  (кут  $\beta = (0,5 \dots 30)$ ), якщо лоток без негативного кута нахилу, то його перевіряють на умову одношарового руху виробів:

$$\text{при лі } t \leq kd + \delta_{\Delta}, k = \frac{\sqrt{\frac{l_N^2}{d^2} + 1}}{\sqrt{f^2 + 1}} = 1 \dots 1,5$$

де  $D_{cp}$  - середній діаметр руху виробів по лотку, мм;

$d$  - діаметр (висота) виробу, лежачого на лотку, мм;

$l$  - товщина лотка, мм.

Для конічних чаш:

$$D = D_B \left( \frac{H}{H_p} \left( \sqrt{\frac{24V_{\Delta} Q_z T}{\pi H_p D_B}} - 0.75 - 1.5 \right) + 1 \right) + 2\sigma_c,$$

де  $D_B = (5 \dots 8) l_i$ ;

$H = H_p + (1 \dots 1,5) t$  - повна висота чаші, мм.

Отримане значення діаметра чаші  $D$  округлюють до найближчого більшого стандартного значення 60, 100, 120, 160, 200, 250, 320, ... 1000 мм;

$$H_p = 2,5 * h = 2,5 * (1,5d + t_{л}); H = H_p + h.$$

### 1.3. Обраний для досліджень ВБЗП

Для досліджень обрано ВБЗП, що показаний на рис. 1.6, до складу якого входять наступні складові:

1. чаша - матеріал повинен забезпечувати мінімальний коефіцієнт тертя з об'єктом орієнтації. Повинен бути парамагнетик. Чаша має конічне дно з вершиною конуса в центрі;

2. зазор між якорем та осердям електромагніту;

3. якір ЕМ, кріпиться до дна чаші;

4. осердя ЕМ виготовляється з електротехнічної сталі;

5. обмотка ЕМ;

6. масивна основа;

7. віброопори демфуючі елементи, призначені для гасіння коливань і запобігають передачі вібрації на нерухому основу;

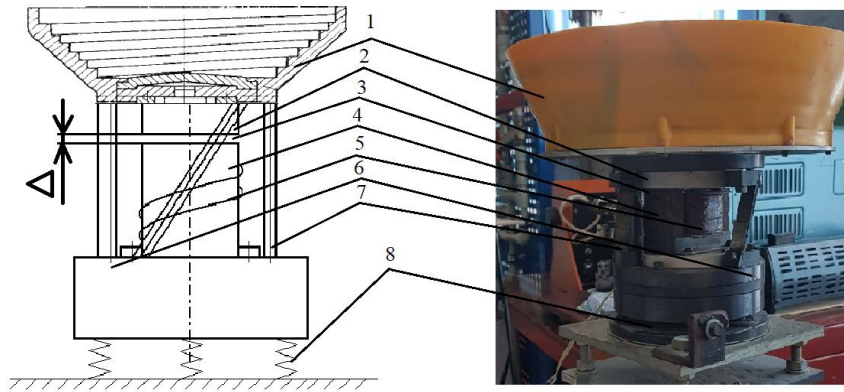


Рис. 1.6. Складові ВБЗП:

1 – чаша; 2 – якір; 3 – зазор; 4 – осердя; 5 – обмотка ЕМ; 6 – масивна основа; 7 – пружини вібраційної системи; 8 – пружні опори

8. пружні (пружинні) елементи, що визначають жорсткість пружинної системи. Пружинні елементи конструктивно виконуються: з плоских пластин, з їх набором; з циліндричним стрижнем. Матеріал сталь пружинна.

За рис.1.6 можна зробити висновок що:

- склад компонентів  $(1 + 2 + 0)$  – *активна маса* (маса, що вібує в процесі роботи ВБЗП);
- склад компонентів  $(4+5+6+7)$ +жорсткість пружин – *реактивна маса* (відносно нерухома частина).

При подачі живлення на обмотку ЕМ 5, зміна коливань маси визначається приведеними вище формулами. При цьому активна маса виконує складні коливання при збільшенні сигналу живлення, що призводить до зменшення зазору  $\Delta$  2, чаша виконує складні вертикально-крутильні переміщення в сторону зменшення жорсткості пружини. При зменшенні подачі сигналу чаша виконує зворотні коливання збільшуючи зазор  $\Delta$  2 та за рахунок збільшення жорсткості пружин. При цьому відбувається перерозподіл об'єктів у чаші по переферії чаші, де  $0$  попадають у відповідні гвинтові канавки і переміщуються по них.

#### 1.4. Лабораторна установка і схема управління установкою

Лабораторна установка з ВБЗП складається з чаші 1, на внутрішній циліндричній поверхні, на котрій виконано гвинтовий лоток. Дно чаші живлення закріплено на 3х похилих плоских пружинах (6), закріплених зажимами в верхнім та нижнім башмаках (5). Пружини розташовані таким чином, що проекція їх на горизонтальну площину перпендикулярна до радіусу в точках кріплення їх до дна чаші. Привод БЗУ здійснюється від вертикального вібратора (7), встановленого в центрі плити (4). Якір (8) вібратора складається з 2х пакетів електротехнічної сталі, які за допомогою планок кріпляться до основи якоря. Для ізоляції дна бункера від проникнення магнітних силових ліній, які можуть намагнічувати заготовки між основою якоря і дном існує алюмінієва прокладка. Через катушку магніта пропускається змінний струм. Вертикальні коливання якоря вібратора виникають за рахунок вигину похилих пружин і перетворюються в коливання чаші живильника по спіралі. Такі коливальні рухи чаші живильника змушує заготовки, які лежать на поверхності конуса (9), сповзають о гвинтовий лоток і піднімаються верх по ньому.

Для віброізоляції БЗУ встановлен на 3-ох гвинтових циліндричних порівняно невеликої жорсткості пружинах. Усунення рухливості живильника на пружинах досягається установкою на основи (2) і осі (1) в розрізній втулкою, яка входить в отвір плити (4) с невеликим зазором. Ця ось, забезпечуючи амортизованою системою дві степені свободи-переміщення по вертикалі і обертання навколо вертикальної осі, яка обмежує можливість переміщення в других напрямках.

Від БЗУ заготовки по лотку (11) потрапляє до тари. Усі елементи управління лабораторної установки поміщені до блока управління. На рис. 1.7. представлена конструкція ВБЗП.

На рис 1.2 представлена схема живлення ВБЗП, на якому діаметр чаші 250мм ( $D_{\text{чаш}} \geq 250\text{мм}$ ).

При частоті струму  $f_{\text{ж}} = 50\text{Гц}$ , частота коливань чаші з  $\mathbf{O}$  ВБЗП  $f_{\text{ВБЗП}} = 100\text{Гц}$ . Це пояснюється реакцією активної маси (чаша ВБЗП, якір електромагніта ЕМ та деталей в чаші) на позитивну і негативну напівсинусоїди напівхвиль частоти живлення ЕМ за рис. 1.7.

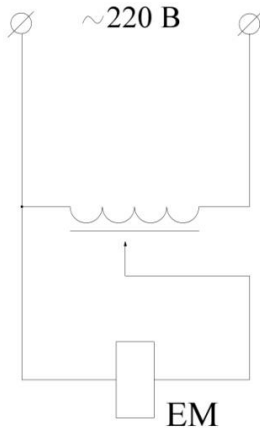


Рис. 1.7. Схема живлення без діодав обмотці ЕМ ВБЗП

Графік амплітуди коливань ВБЗП представлено на рис.1.8.

З графіку рис. 1.8 видно, що електромагніт вмикається два рази за період при додатньому та від'ємному значеннях напівсинусоїди, що і спричиняє зростання частоти у 2 рази. За такою схемою збудження, як правило, працюють ВБЗП з  $D_{\text{чаш}} \leq 250\text{мм}$ .

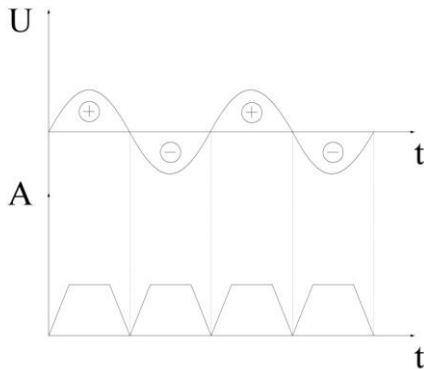


Рис. 1.8. Графік амплітуди коливання чаші ВБЗП з діодом в ланцюгу живлення обмотки ЕМ

На рис. 1.9 представлена схема ВБЗП із діодом **VD1**, з яким встановлюють чаші діаметром понад 250 мм ( $D_{\text{чаш}} > 250\text{мм}$ ).

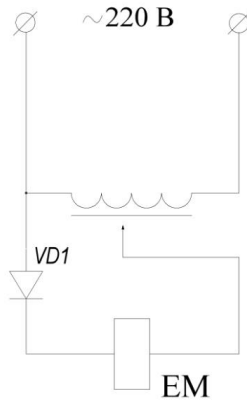


Рис. 1.9. Схема досліджуваного ВБЗП із діодом VD1 в ланцюгу живлення ЕМ

Оскільки у колі наявний діод, то частота живлення  $f_{ж} = 50 \text{ Гц}$  відповідає частоті ВБЗП  $f_{\text{ВБЗП}} = 50 \text{ Гц}$ , тобто  $f_{ж} = f_{\text{ВБЗП}} = 50 \text{ Гц}$ .  
Графік роботи схеми рис. 1.9. представлений на рис. 1.10.

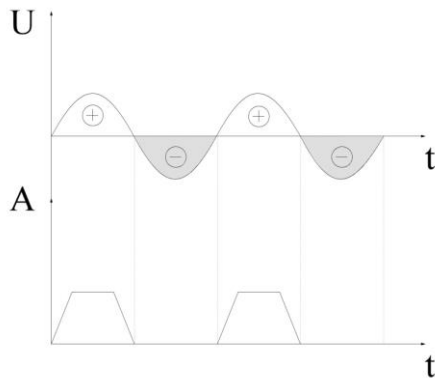


Рис. 1.10. Графік напруги і амплітуди роботи схеми із діодом у колі

Оскільки основною особливістю діода є здатність не пропускати зворотній струм, а саме струм з однією із напівхвиль синусоїди живлення лише при дії іншої на півхвилі, що видно на графіку на рис. 1.10.

## 1.5. Опис схеми електричної принципової системи управління ВБЗП

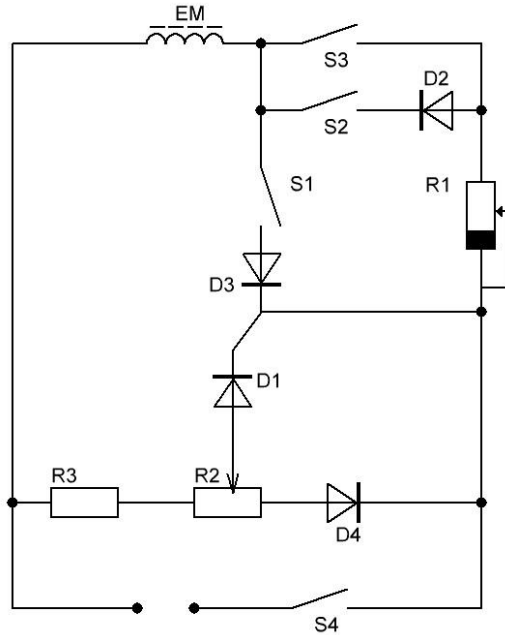
Електрична схема управління вібробункером (рис. 1.12.) призначена для живлення котушки ЕМ пульсуючим струмом з частотою 50 Гц.

Схема забезпечує плавне регулювання амплітуди коливань чаші від нуля до максимуму. Керування включає у собі окремо взяті схеми:

- I. Схема підключається до ЕМ пакетним перемикачем, увімкнутим в перше положення «I» і вмикає в схему змінний опір  $R1$ . За допомогою цього підключення відбувається регулювання коливань чаші вібробункера шляхом зниження або підвищення напруги живлення.
- II. Схема вмикається таким же перемикачем, увімкнуте у друге «2» положення і складається з змінного опору  $R1$ , та випрямного діода  $VD1$ . За допомогою цього діода на ЕМ подаються позитивні (або негативні) на півхвилі мережевої напруги.
- III. Схема вмикається аналогічно першим двом, третє положення «3» пакетного перемикача і складається з тиристорного перемикача регулятора. Позитивні на півхвилі мережевої напруги проходять по випрямного ланцюжка  $R3, R2, VD4$ . Через захисний діод  $VD3$  вони надходять на керуючий електрод тиристора  $VD2$ , який відкривається і ЕМ починає працювати. При переміщенні движка змінного резистора  $R2$  ввєрх по схемі  $VD2$  починає відкриватися в кожен напівперіод, якщо раніше – коливання будуть збільшено амплітудою.

Таким чином при подачі живлення на обмотку ЕМ зміна коливань маси характеризується наведеними вище ілюстраціями. При цьому активна маса виконує складні коливання при збільшенні сигналу живлення, що призводить до зменшення зазору  $\Delta$ , чаша виконує складні вертикально-крутильні переміщення з відповідним амплітудами  $A_b$  та  $A_r$  сторону зменшення жорсткості пружини.

При зменшенні подачі сигналу чаша виконує зворотні коливання, збільшуючи зазор  $\Delta$  та за рахунок збільшення жорсткості пружин. При цьому відбувається перерозподіл об'єктів у чаші по периферії чаші, де об'єкти попадають у відповідні гвинтові канавки і переміщуються по них.



*Рис. 1.11. Схема електрична управління вібробункером*

Таким чином при подачі живлення на обмотку EM зміна коливальної маси визначається наведеними вище формулами. При цьому активна маса виконує складні коливання при збільшенні сигналу живлення, що призводить до зменшення зазору  $\Delta$ , чаша виконує складні вертикально-крутильні переміщення відповідними амплітудами  $A_v$  та  $A_r$  сторону зменшення жорсткості пружини.

При зменшенні подачі сигналу чаша виконує зворотні коливання, збільшуючи зазор  $\Delta$  та за рахунок збільшення жорсткості пружин. При цьому відбувається перерозподіл об'єктів у чаші по периферії чаші, де об'єкти попадають у відповідні гвинтові канавки і переміщуються по них.

Видами регулювання продуктивності ВБЗП наступні:

1. зміна первинної величини зазору 2;
2. зміна жорсткості пружин 8;



3. зміна величини намагнічуючої сили  $F = I \cdot W$ , де  $I$  величина струму, що подається на обмотки ЕМ, А;  $W$  – кількість витків в обмотці ЕМ;
4. зміна форми сигналу живлення впродовж одного циклу за рахунок внесення додаткових елементів: діодів, тиристорів тощо;
5. зміна частоти сигналу живлення.

На рис. 1.12 представлена спрощена узагальнена структурна схема мехатронної системи (МТС) на базі ВБЗП. Вона в ідеалі відтворює вхідні та досліджувані, тобто вихідні параметри МТС, а також певну множину досліджуваних параметрів при дослідженні продуктивності ВБЗП.

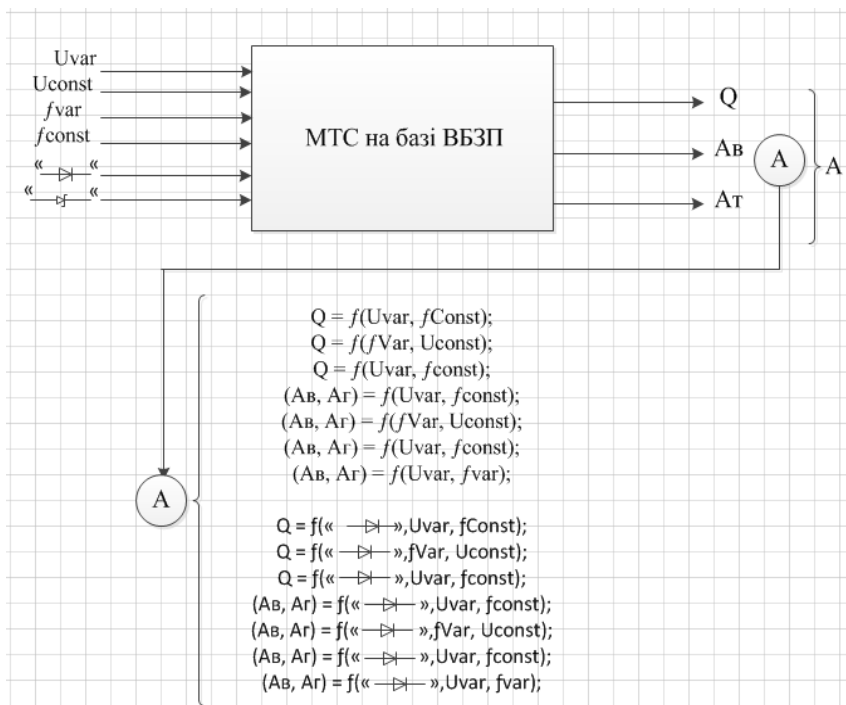


Рис.1.12. узагальнена структурна схема мехатронної системи (МТС) на базі ВБЗП

## 1.6. Опис досліджуваного об'єкту

Досліджуваний об'єкт є тілом конусоподібної форми, що має більший діаметр  $\varnothing 12$  мм, менший  $\varnothing 5$  мм з висотою твірної 15 мм. Має деякі порожнини всередині. Конструктивною особливістю об'єкта є його ребристість по його зовнішній твірній.

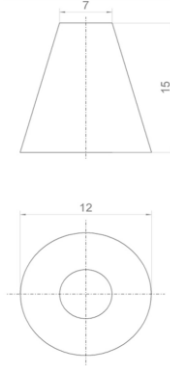


Рис. 1.13. Досліджуваний об'єкт

## 1.7. Порядок виконання роботи

1. Увімкнути в мережу живлення обмотки ЕМ.
2. Змінюючи величину напруги живлення обмотки ЕМ  $U$  в межах (100..250 В) з кроком 10 В визначити продуктивність роботи ВБЗП для кожного із значень напруги за вказаний викладачем період часу. Дані занести до табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Результати практично виконаних замірів продуктивності

№ з/п	Напруга, В	Продуктивність, шт./хв. (шт./15 с)
1		
...		
n		

3. Побудувати графік залежності продуктивності  $Q$  від величини напруги  $U$ , що подається на обмотку ЕМ, за даними табл. 1.1.
4. Виконати індивідуальне завдання.
5. Скласти звіт по роботі.

### 1.7. Зміст звіту

1. Назва та мета роботи.
2. Короткі теоретичні відомості щодо призначення та конструкції ВБЗП.
3. Опис проведення дослідів із заповненням табл. 1.1.
4. Графік  $Q = f(U)$ .
5. Варіант індивідуального завдання та його параметри.
6. Висновки по роботі.