

# АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА

Тема: Дослідження логістичної системи  
керування вібромайданчика

Магістр:

Мосійчук Олег Вадимович

Керівник:

Дєдов О.П., д.т.н., професор

*Мета магістерської роботи:* дослідження та визначення параметрів із розробкою схеми керування вібраційного майданчика.

*Задачі дослідження:*

- привести основні схеми логістичних систем для формування виробів із застосуванням вібраційних майданчиків;
- здійснити огляд існуючих конструкцій вібраційних майданчиків;
- дослідити та визначити параметри керування робочим процесом вібраційного майданчика;
- розробити схему керування робочим процесом вібраційного майданчика;
- передбачити заходи техногенної безпеки при експлуатації вібраційних майданчиків

# Зміст магістерської роботи

Вступ.

Розділ 1. Оцінка існуючих логістичних систем виробництва бетонних виробів із застосуванням вібраційних майданчиків.

Розділ 2. Огляд та дослідження існуючих конструкцій та режимів роботи вібраційних майданчиків.

Розділ 3. Дослідження та визначення параметрів управління робочим процесом вібраційного майданчика.

Розділ 4. Конструкторська частина. Розрахунки параметрів.

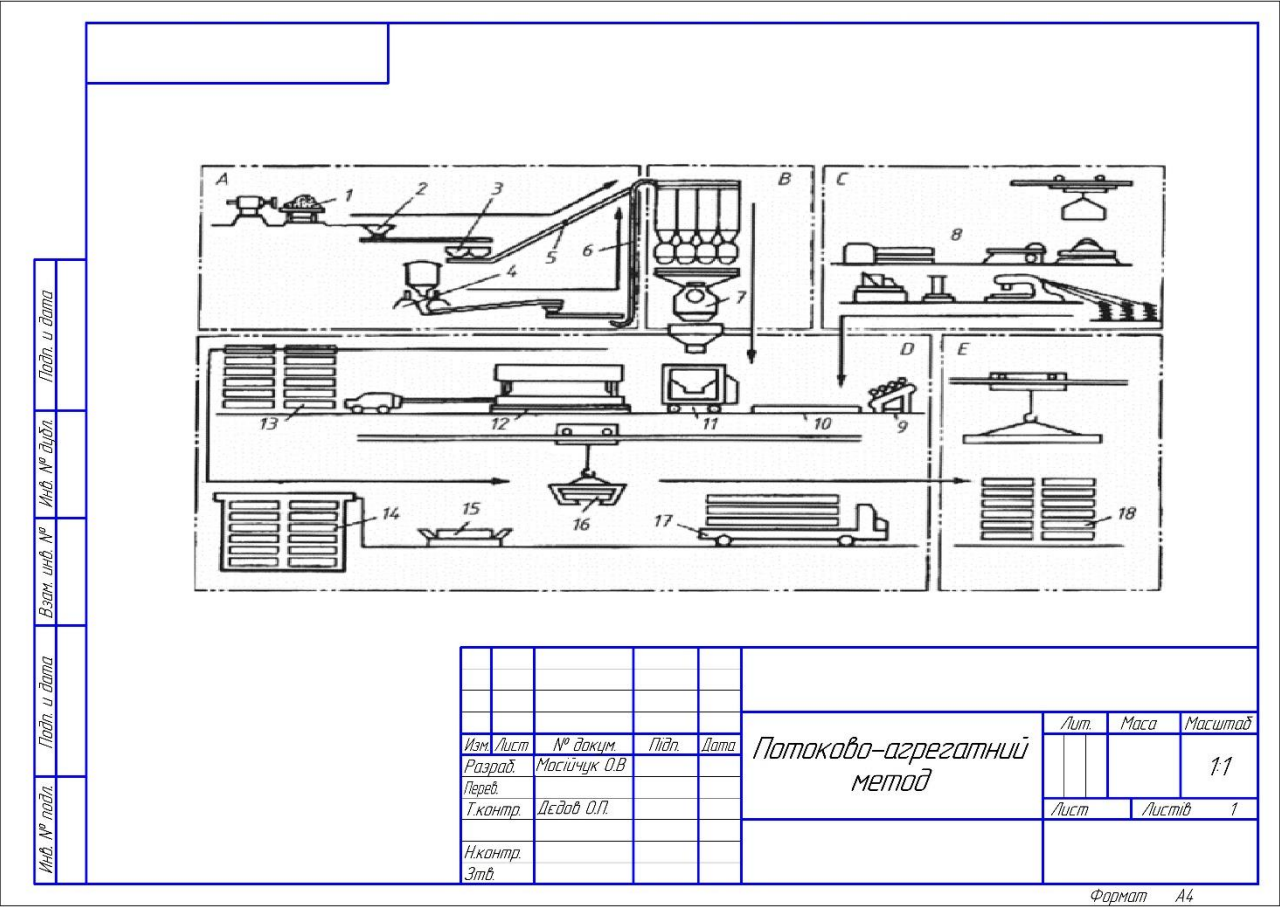
Розділ 5. Техногенна безпека.

## Вступ. Постановка задач магістерської роботи.

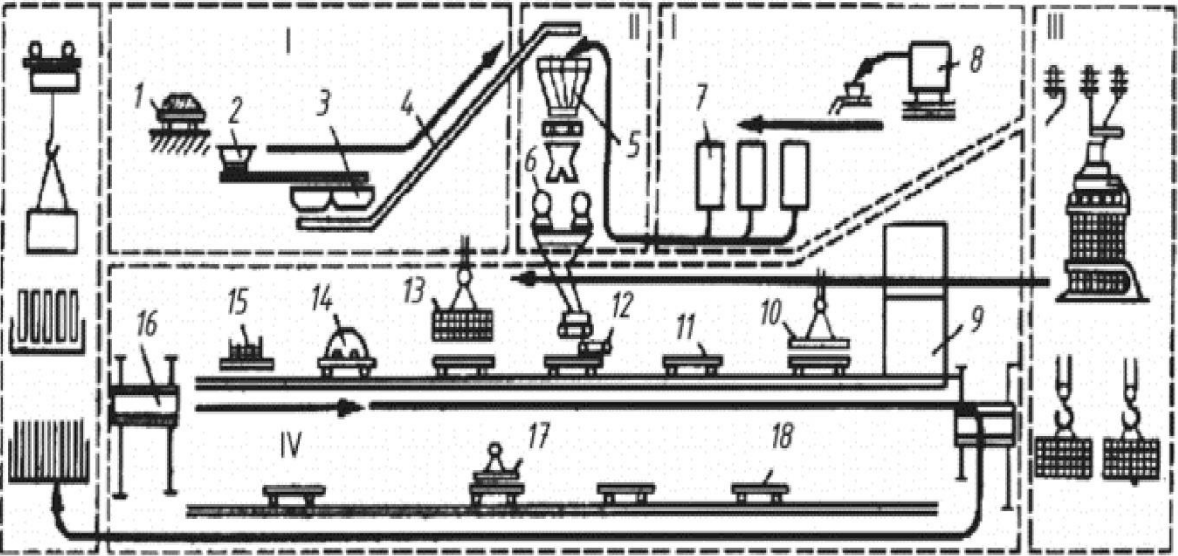
Створення технічних систем нового покоління із забезпеченням сучасних вимог високої надійності, ефективності та зменшення енергії на виконання технологічних процесів є актуальною проблемою сьогодення. Однією із задач вирішення цієї проблеми є розробка систем для керування робочими параметрами машин у часі, або налаштування на швидку зміну параметрів. Важливим елементом вирішення даної проблеми є знання зміни напружено-деформованого стану в умовах динамічного навантаження на вібраційні майданчики, які є найважливішим обладнанням заводів будівельної індустрії, оскільки вони здійснюють процес ущільнення бетонних сумішей при формуванні різних бетонних і залізобетонних виробів. Знання зміни напружено-деформованого стану обумовлюється тим, що в процесі ущільнення бетонних сумішей їх фізико- механічні властивості значно змінюються. Отже для реалізації ефективності та зменшення енергії на процес ущільнення має бути також зміна параметрів вібраційного майданчика. Проте в заводській практиці в основному застосовуються вібраційні майданчики зі сталим режимом, що утруднює зміну їхніх параметрів. Тому передумовою отримання дійсної інформації про проходження технологічного процесу є встановлення взаємодії вібраційних майданчиків і ущільнюючих бетонних сумішей та розробка конструктивних схем вібраційних майданчиків із керованими режимами і параметрами. Існуючі теорії визначення напружено-деформованого стану базуються на уявленні про фізичну природу зміни напруження і деформації, функціональній залежності між напруженням і деформаціями, законах зміни пружних та дисипативних властивостей при динамічному навантаженні. В магістерській роботі передбачається використати існуючі дослідження зміни параметрів напружено-деформованого стану середовища при дії динамічних навантажень, а також дослідити та застосувати методи керування робочим процесом вібраційного майданчика із урахуванням характеристик взаємодії технічних систем “оператор – машина – середовище”.

# Оцінка існуючих логістичних систем виробництва бетонних виробів із застосуванням вібраційних майданчиків

Потоково- агрегатний метод



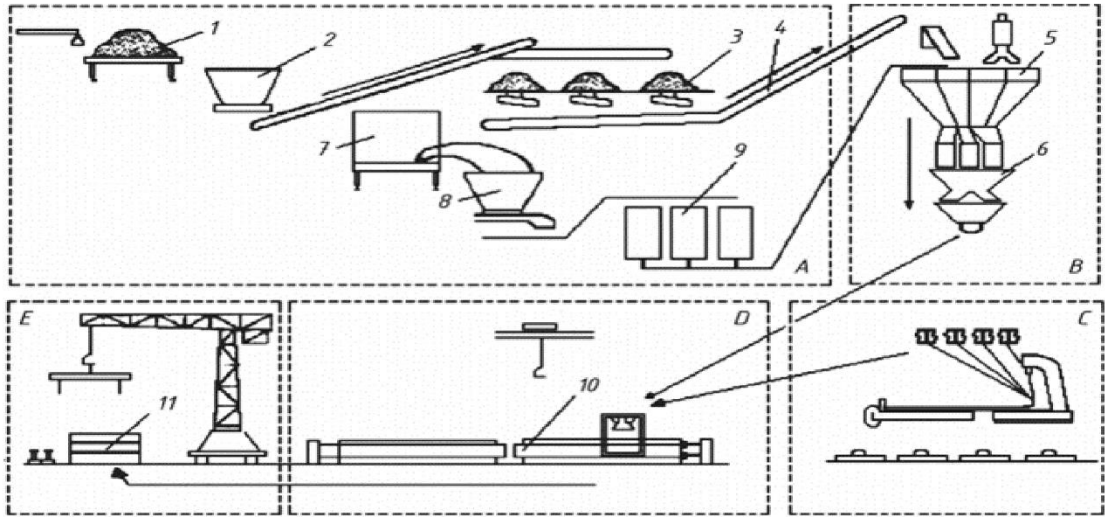
## Конвеєрний метод

[illegible]

Формат A4

Стендовый метод

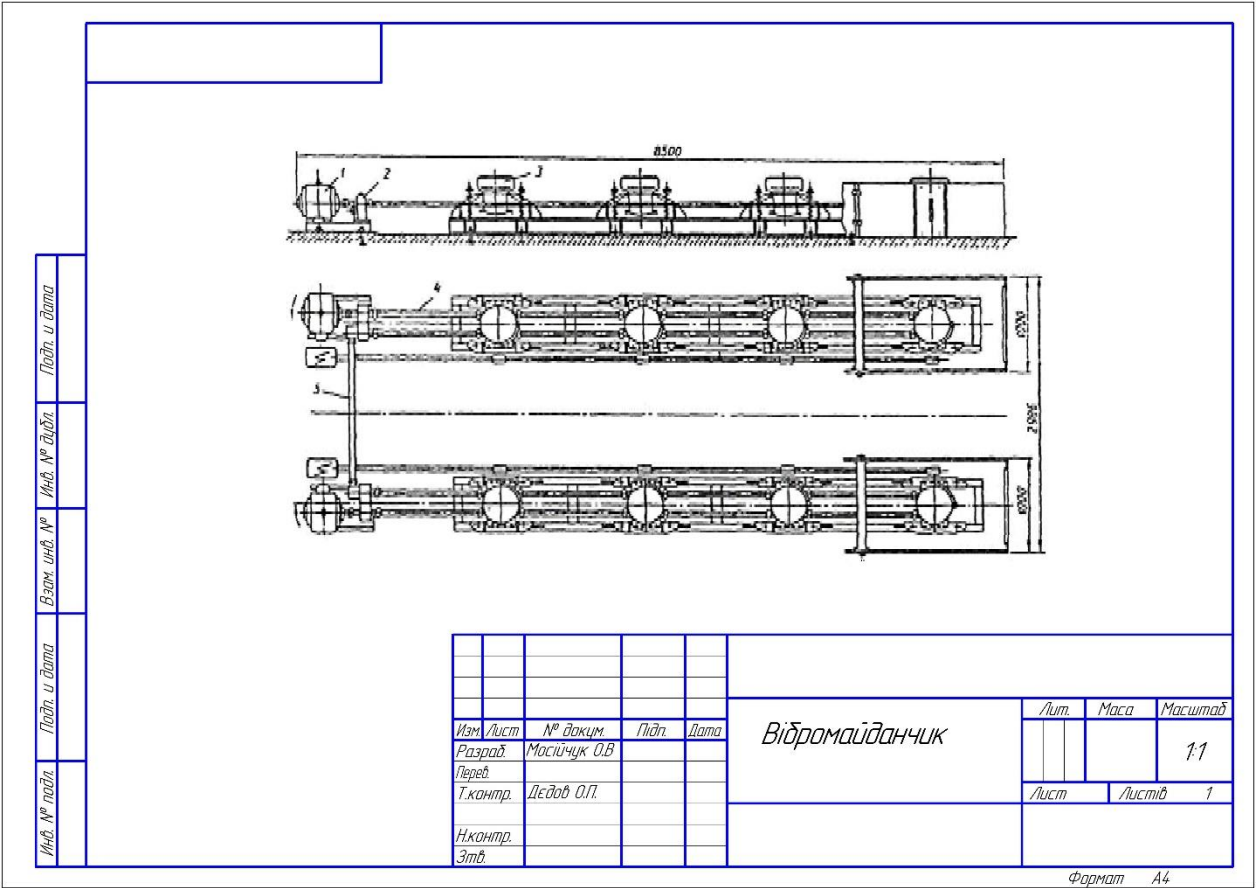
|              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Підп. і дата | Інв. № докл. | Взам. інв. № | Підп. і дата | Інв. № подл. |
|              |              |              |              |              |



|           |               |       |      |                 |  |  |      |        |         |
|-----------|---------------|-------|------|-----------------|--|--|------|--------|---------|
|           |               |       |      |                 |  |  |      |        |         |
|           |               |       |      |                 |  |  |      |        |         |
|           |               |       |      |                 |  |  |      |        |         |
| Ізм./Лист | № док-м.      | Підп. | Дата | Стендовий метод |  |  | Лист | Маса   | Масштаб |
| Разраб.   | Масішчук О.В. |       |      |                 |  |  |      |        | 1:1     |
| Перев.    |               |       |      |                 |  |  |      |        |         |
| Т.контр.  | Дедоб О.П.    |       |      |                 |  |  | Лист | Листів | 1       |
| Н.контр.  |               |       |      |                 |  |  |      |        |         |
| Змб.      |               |       |      |                 |  |  |      |        |         |

# Огляд та дослідження існуючих конструкцій та режимів роботи вібраційних майданчиків.

## Вібромайданчик із вертикально направленими коливаннями



Технічні характеристики вібромайданчиків із вертикально направленими  
коливаннями.

| Показник                                           |                       | Тип вібромайданчика |            |            |            |
|----------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|------------|------------|------------|
|                                                    |                       | СМЖ-187Б            | СМЖ-210Б   | СМЖ-199А   | СМЖ-164    |
| Вантажопідйомність, т                              |                       | 10                  | 15         | 24         | 40         |
| Кількість віброблоків, шт.                         |                       | 8                   | 8          | 16         | 14         |
| Вантажопідйомність одного блока, т                 |                       | 2,0                 | 2,0        | 2,0        | 3,5        |
| Статичний момент з урахуванням дебалансів, кг · см | Основних              | 296                 | 296        | 592        | —          |
|                                                    | із малими змінними    | 360                 | 360        |            |            |
|                                                    | із середніми змінними | 480                 | 480        | 960        | 2240       |
| Частота коливань, с <sup>-1</sup>                  |                       | 290...300           | 290...300  | 290...300  | 290... 300 |
| Амплітуда коливань, мм                             |                       | 0,25...0,6          | 0,25...0,6 | 0,25...0,6 | 0,25...0,6 |
| Зусилля притягування одного електромагніта, кН     |                       | 60                  | 60         | 100        | 120        |
| Потужність, кВт                                    |                       | 64                  | 92         | 128        | 234,5      |
| Кількість електродвигунів, шт.                     |                       | 2                   | 4          | 4          | 6          |
| Маса, т                                            | Вібруючих частин      | 3                   | 3          | 5,4        | 10,65      |
|                                                    | Загальна              | 6,5                 | 6,95       | 13,5       | 16,15      |

Технічні характеристики вібромайданчиків із горизонтальним  
збудженням коливань

| Показник                          |                          | Тип вібромайданчика |            |            |            |            |            |
|-----------------------------------|--------------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                                   |                          | ВПК-25              | ВПГ-2х14   | ВО-25м     | ВПГ-25М    | ВПС-24     | ВПГ-50     |
| Вантажопідйомність, т             |                          | 25                  | 10...25    | 10...25    | 10...25    | 10...25    | 20...60    |
| Частота коливань, с <sup>-1</sup> |                          | 150,72              | 150,72     | 150,72     | 150,72     | 150,72     | 150,72     |
| Амплітуда                         | у горизонтальній площині | 0,8...1,0           | 0,8...1,0  | 0,8...1,0  | 1,0...1,2  | 0,8...1,0  | 1,0...1,2  |
| коливань                          | у вертикальній площині   | 0,3-0,4             | 0,35...0,4 | 0,4...0,45 | 0,35...0,4 | 0,35...0,4 | 0,35...0,4 |
| Кількість опор, шт.               |                          | 10                  | 6          | 8          | 8          | 8          | 16         |
| Габаритні                         | довжина                  | 6,6                 | 15,0       | 4,0        | 8,0        | 11,6       | 16,88      |
| розміри, м                        | ширина                   | 2,48                | 2,0        | 3,0        | 2,9        | 3,2        | 2,8        |
| Установлена потужність, кВт       |                          | 22                  | 30         | 22         | 30         | 30         | 30         |
| Маса вібромайданчика, кг          |                          | 4600                | 8300       | 7300       | 7140       | 9100       | 14400      |

Технічні характеристики вібромайданчиків із ударно-вібраційними коливаннями

| Показник                          |                               | Тип вібромайданчика |          |                |         |           |           |
|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------|----------|----------------|---------|-----------|-----------|
|                                   |                               | СМЖ-460             | СМЖ-583А | СМЖ-773        | СМЖ-774 | ВБ-10А    | ВБ-20А    |
| Вантажопідйомність, т             |                               | 15                  | 18       | 10-20          | 30      | 10        | 20        |
| Конструкція робочого органу       |                               | Рамна               | Блокова  | Блокова        | Блокова | Блокова   | Секційна  |
| Частота коливаль, с <sup>-1</sup> |                               | 57,57...68,03       | 157,0    | 157,0          | 157,0   | 175,8     | 157...170 |
| Кріплення форми                   |                               | Електро-магніт      | —        | Електро-магніт | —       | —         | —         |
| Характер коливань                 | Вертикально напрямлені ударні | +                   | +        | +              | +       | —         | —         |
|                                   | Вертикальні колові ударні     | —                   | —        | —              | —       | +         | +         |
| Напіврозмах коливань, мм          |                               | 6,0...10,0          | 0,75     | 0,6...1,25     | 0,5     | 0,5...0,7 | 0,7...1,0 |
| Установлена потужність, кВт       |                               | 30,0                | 44,0     | 50,0           | 89,0    | 11,0      | 36,0      |
| Габаритні розміри                 | Довжина                       | 5500                | 7850     | 7985           | 14600   | 5630      | 5600      |
|                                   | Ширина                        | 2630                | 2710     | 2710           | 2710    | 1814      | 2000      |
|                                   | Висота                        | 1910                | 680      | 695            | 680     | 585       | 645       |
| Маса, кг                          |                               | 7400                | 7400     | 8500           | 13000   | 2700      | 2200      |

## Результати досліджень та аналіз

**Вібромайданчики із вертикально направленими коливаннями** реалізують амплітуду коливань: 0,25...0,6 мм, а частота коливань є сталою маючи величину: 290...300 с<sup>-1</sup>. Потужність таких машин сягає 64 кВт (СМЖ-187Б), 92 кВт (СМЖ-210Б), 128 кВт (СМЖ-199А) та 234,5 кВт (СМЖ-164). Збільшення потужності обумовлена збільшенням вантажопідйомності від 10 до 40 тон.

**Вібромайданчики із збудженням коливань в горизонтальній площині, реалізують багатокомпонентний характер коливань** - в горизонтальній та вертикальній напрямках руху. Вони реалізують амплітуду коливань в горизонтальній площині: 0,8...1,0 мм для типів ВПК-25, ВПГ-2х14 та ВО-25м і 1,0...1,2 мм для типів ВПГ-25М, ВПС-24 та ВПГ-50, а у вертикальній площині: 0,30...0,4 мм типів ВПК-25, ВПГ-2х14, 0,4...0,45 мм для ВО-25м і 0,35...0,45 мм для типів ВПГ-25М, ВПС-24 та ВПГ-50. Частота коливань цих машин є однаковою для всіх типів машин: 150,72 с<sup>-1</sup>. Потужність таких машин складає 22 кВт для типів ВПК-25 та ВО-25м і 30 кВт для ВПС-24, ВПГ-25М, ВПС-24 та ВПГ-50. Вантажопідйомність ВПК-25: 25 тон, а для конструкцій ВПГ-2х14, ВО-25М, ВПГ-25М, ВПС-24: 10- 25 тон, ВПГ-50: 20- 60 тон.

**Ударно-вібраційні майданчики здійснюють асиметричні коливання** і тому величина амплітуди втрачає своє поняття і користуємося умовною величиною, що є середнім значенням між переміщеннями ввєрх і вниз, що має назву напіврозмах коливань. Отже, ударно-вібраційні майданчики в своєму руху мають такі параметри, а напіврозмах коливань: 6,0...10,0 мм (СМЖ-400), 0,75 (СМЖ-538), 0,6...1,25 (СМЖ-773), 0,5 (СМЖ-774), 0,5...0,7 (ВБ -10А) і 0,7...1,0 (ВБ -20). Частота коливань цих машин є однаковою для типів машин: (СМЖ-538), (СМЖ-773), (СМЖ-774), (ВБ -10А) і (ВБ -20) - 157 с<sup>-1</sup>, а в СМЖ-400 частота дорівнює 57,68 с<sup>-1</sup>. Потужність таких машин складає: 30 кВт (СМЖ-400), 18 кВт (СМЖ-538), 10-20 кВт (СМЖ-773), 30 кВт (СМЖ-774), 10 кВт (ВБ -10А) і 20 кВт (ВБ -20). Вантажопідйомність: 15тон (СМЖ-400), 18 тон (СМЖ-538), 10-20 тон (СМЖ-773), 30 тон (СМЖ-774), 10 тон (ВБ -10А) і 20 тон (ВБ -20).

Оцінка приведених параметрів здійснювалася за критеріями:

енергетичний:

$$k_e = P / Q ,$$

де  $P$  – потужність ,  $Q$  – вантажопідйомність;

металоемності:

$$k_i = m / Q ,$$

де  $m$  – маса вібромайданчика;

динамічності:

$$k_a = a / g ,$$

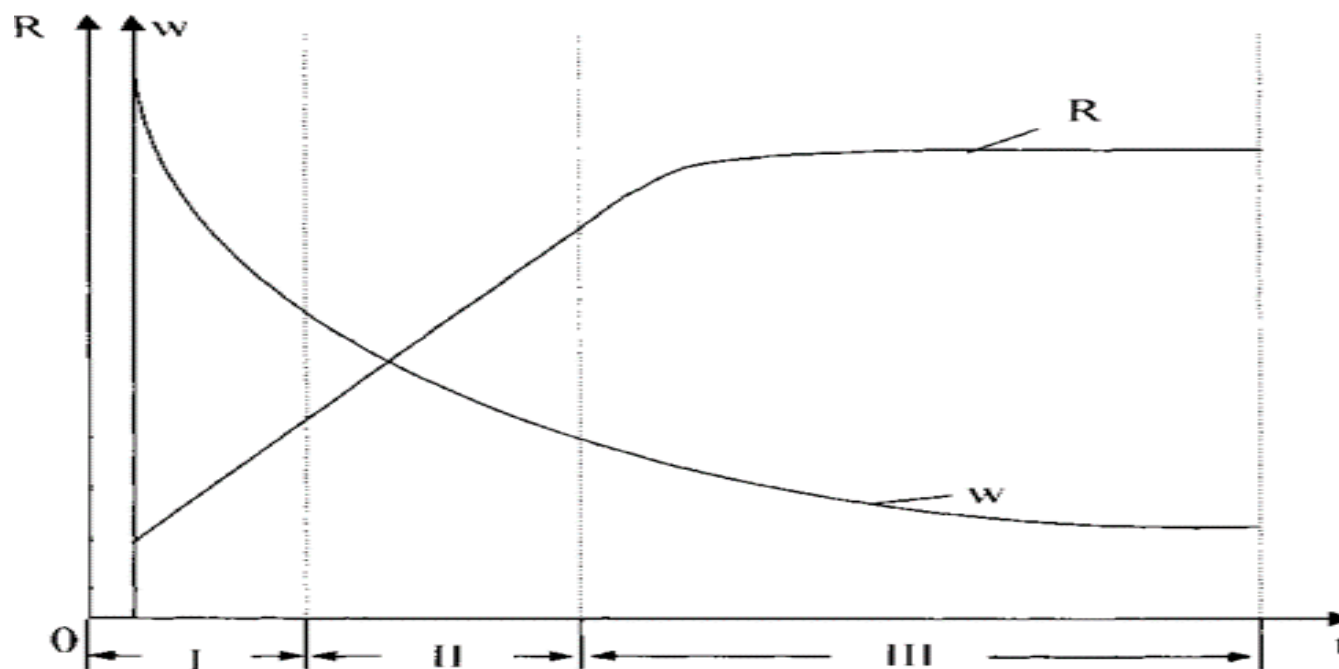
де  $A$  – прискорення робочого органу,  $g$  – прискорення вільного падіння.

Здійснені розрахунки за цими формулами засвідчили, що за критерієм прискорення  $a$  в долях від  $g$ ,  $k_a = a/g$  складає для: СМЖ-210Б:2-5; СМЖ-538:2.25; СМЖ-773:2.5-3,5; ВПГ-25М:0,5-1,0; ВБ -20:2,25. А по енергоемності:  $k_e$  = СМЖ-210Б: 5,87; СМЖ-538:2.4; СМЖ-773:2,2; ВБ -20:0,96; ВПГ-25М: 0,73. Якщо прискорення вважати за критерій, що домінує в частині ефективності ущільнення то СМЖ-210Б дає найкращі результати, але енергоемність цього вібраційного майданчика, тобто витрати є найбільшими:  $k_e$  =5,87. Найефективнішими є вібраційні майданчики із змішаним режимом роботи: вібраційним та ударно-вібраційним режимом.

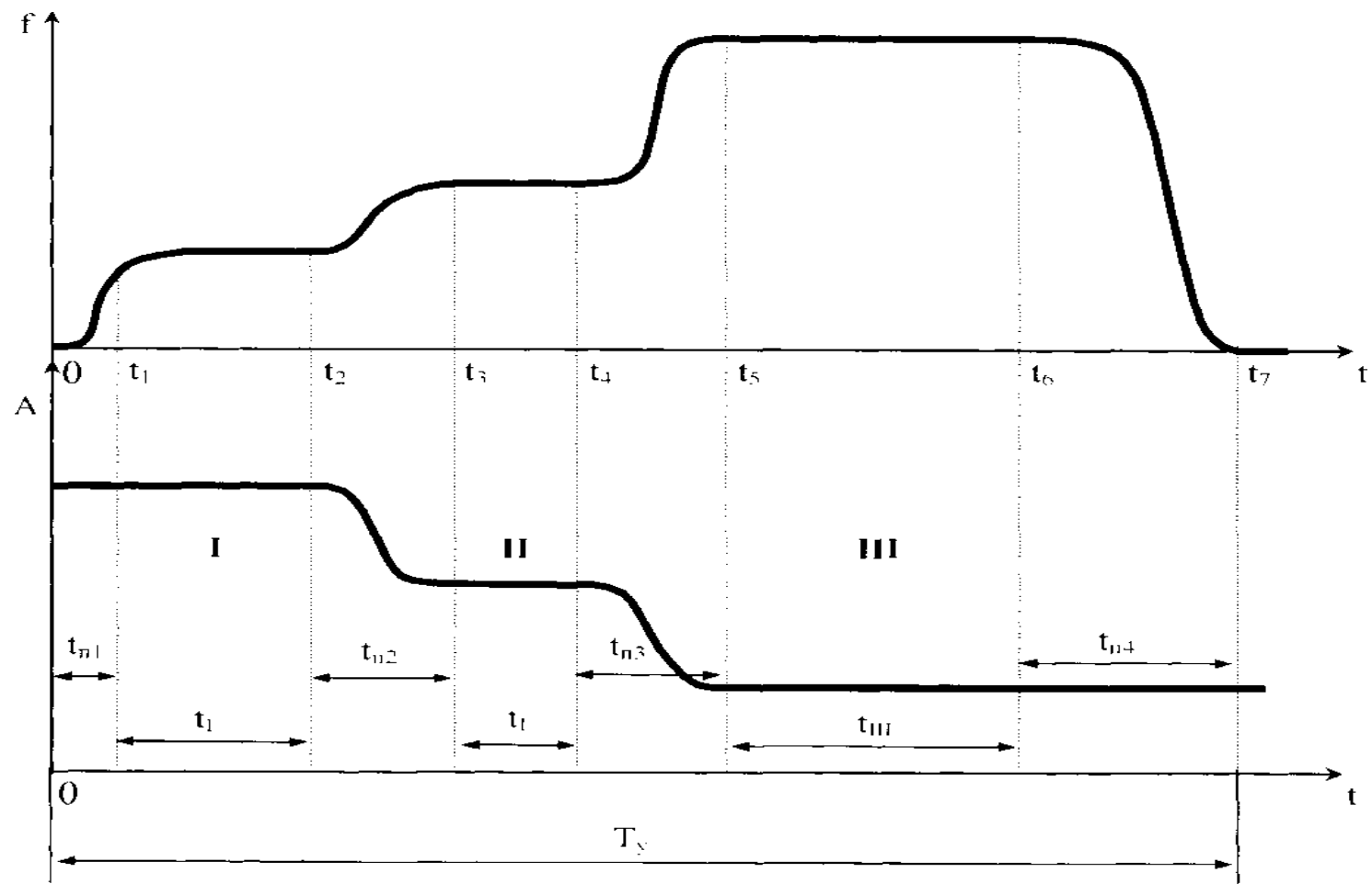
Отже, аналіз проведеного огляду та отриманих досліджень за критеріями, засвідчує значні відмінності в числових значеннях критеріїв між собою, що потребує уточнення параметрів та режимів і на цій основі розробити систему керування режимами і параметрами ущільнення бетонних сумішей.

# Дослідження фізичних аспектів необхідності керування робочим процесом ущільнення бетонних сумішей.

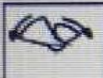
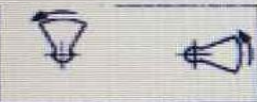
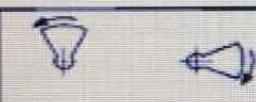
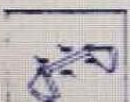
три стадії ущільнення: I - переукладання складових,  
II - зближення складових, III - компресійне ущільнення



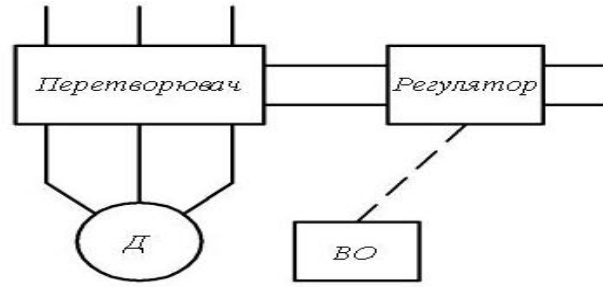
# Технологічна карта зміни частоти і амплітуди коливань вібромайданчика



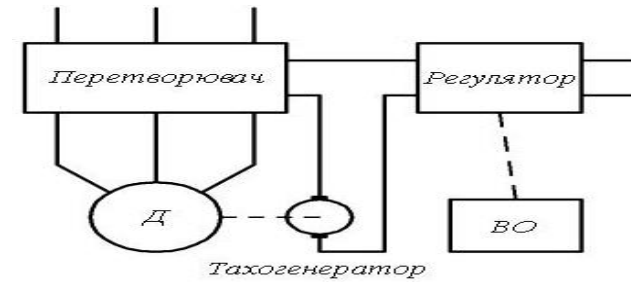
варіанти установки дебалансів вібраційного майданчика для керування його роботою у змінному режимі.

| Схеми розташування дебалансів                                                       | Напрямки силової дії та коливань                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Кутова сила та кругові коливання                                                                                 |
|    | Прямолінійно спрямована синусоїдальна сила та направлені коливання                                               |
|    | Еліптична сила (сума кругової і прямолінійної сил)                                                               |
|    | Синусоїдальний вектор-момент, спрямований перпендикулярно площині рисунку                                        |
|    | Сполучення моменту і кругової сили                                                                               |
|   | Поєднання моменту і спрямованої сили                                                                             |
|  | Круговий (рівномірно обертається) вектор-момент, перпендикулярний площині <u>дебалансу</u>                       |
|  | Синусоїдально направлений вектор-момент, перпендикулярний осях обертання <u>дебалансів</u> і лежить в їх площині |

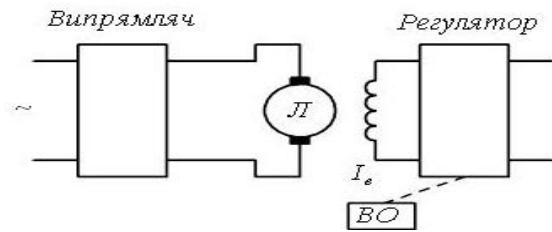
# Системи управління електроприводом вібромайданчика



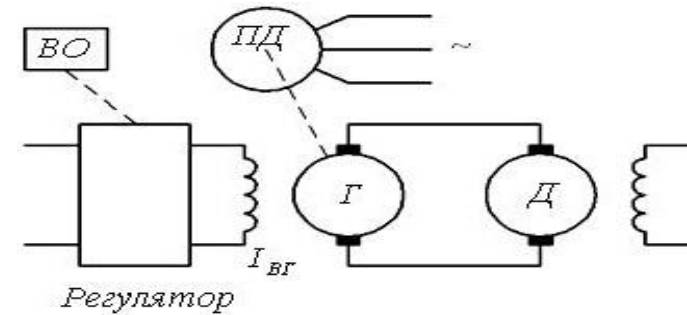
а



б



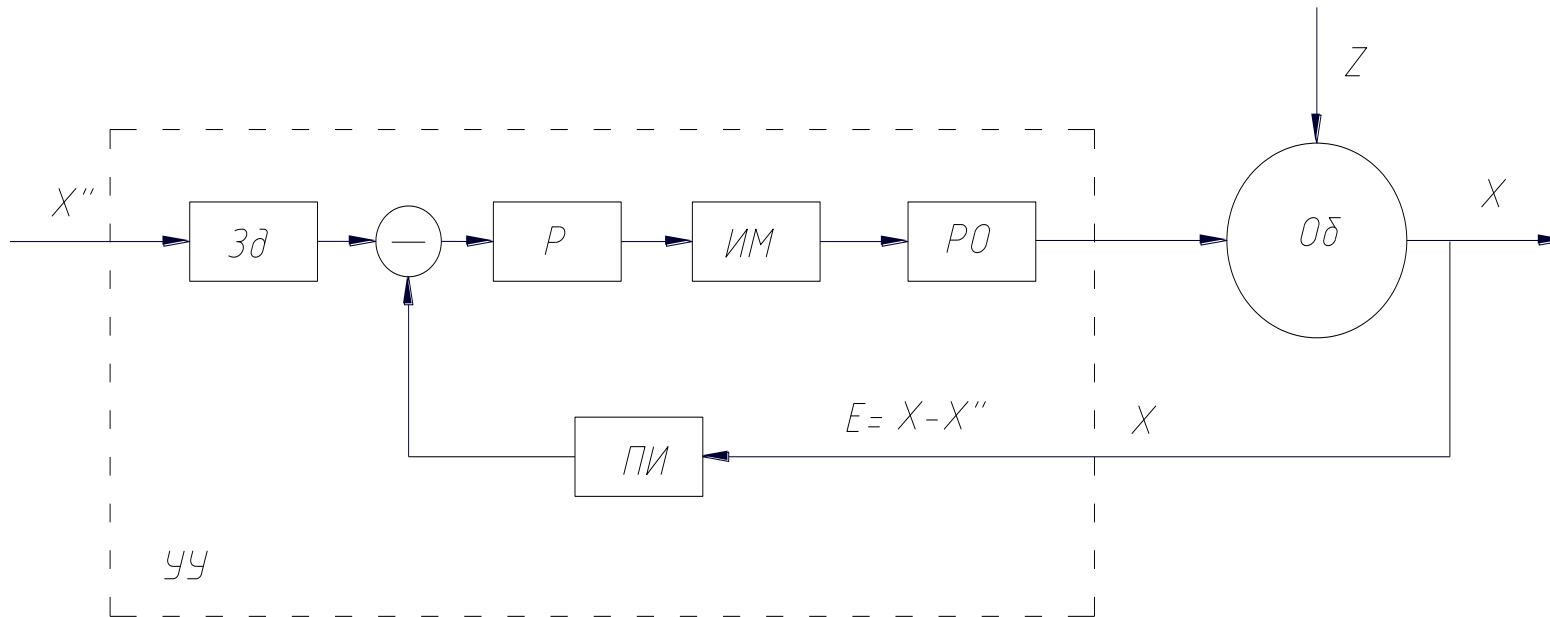
в



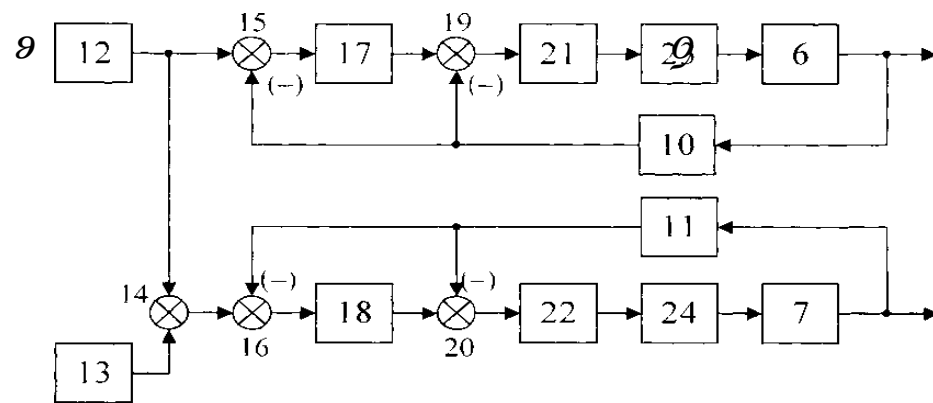
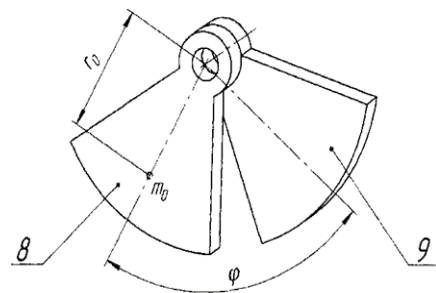
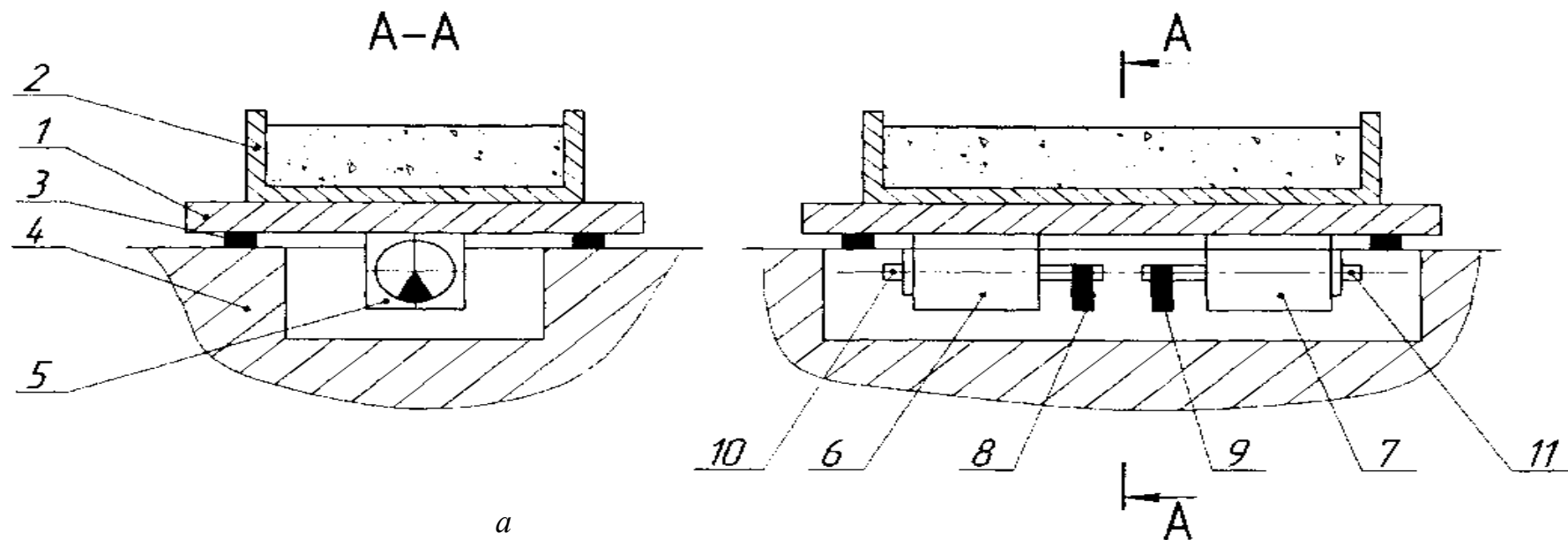
г

а- регулювання асинхронного двигуна без зворотних зв'язків зміни напруги на його статорі; б- регулювання асинхронного двигуна зі зворотним зв'язком по швидкості шляхом зміни напруги на його статорі; в- регулювання двигуна постійного струму з незалежним збудженням шляхом зміни струму збудження; г- регулювання двигуна постійного струму в системі «генератор – дросель»

# Функціональна схема автоматизації технологічного процесу зміни параметрів вібромайданчика



ПВ – первинний вимірювач; Р- регулятор; Зд – задатчик;  
 ВМ-виконавчий механізм; РО-регулювальний орган;  
 ПП - підсумовуючий пристрій



**Вібромайданчик з керуванням амплітуди і частоти коливань**

**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ**