

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва, транспорту та енергетики
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

“Допустити до захисту”

Зав. кафедри БДМБ канд. техн. наук, проф.

_____ Владислав НАСТОЯЩИЙ

"__" _____ 2025 р.

Кваліфікаційна магістерська робота

на тему:

“Дослідження обладнання для вібропресування бетонних блоків з метою оптимізації параметрів”

Виконав: здобувач

групи ДМ (ГМ) 23 М - 2 спеціальності

133 “Галузеве машинобудування”

_____ Олександр ХОЛОДОВСЬКИЙ

"__" _____ 2025 р.

Керівник кваліфікаційної магістерської роботи,

к.т.н., професор

_____ Владислав НАСТОЯЩИЙ

"__" _____ 2025 р.

Кропивницький
2025

Факультет будівництва, транспорту та енергетики
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування",
Освітня програма "Галузеве машинобудування"
Освітній рівень "магістр"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Проф. Настоящий В.А.

“ _____ ” _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Холодовському Олександрю Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту “ Дослідження обладнання дл вібропресування бетонних блоків з метою оптимізації параметрів.”

Керівник проекту к.т.н. проф. Настоящий Владислав Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ _____ ” _____ 2025 року № _____

2. Строк подання студентом проекту 25 травня 2025р.

3. Вихідні дані до проекту

1. Вантажопідйомність установки, т: мін-0250; мах- 1.

2. Розміри бетонного блоку, що формується, мм:довжина-400; ширина-200; висота-200.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1.Огляд наукової і патентної інформації, обґрунтування доцільності проектування вібраційної установки для формування бетонних блоків;

2.Розробка та дослідження математичної моделі вібраційної установки для формування бетонних блоків;

3.Обґрунтування використання привантажувача та визначення його параметрів. 5.Розрахунки основних вузлів вібраційної установки.

6.Розробка технологічного процесу виготовлення деталі.

7.Визначення економічного ефекту від впровадження розробки.

8.Розробка заходів з охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Загальний вигляд вібраційної установка для формування бетонних блоків

2.Складальні креслення рами, піддону, опори установки для формування бетонних блоків. 3.Робочі креслення деталей. 4.Креслення технологічного процесу виготовлення деталі. 5.Плакати, пов'язані з математичним моделюванням вібраційної установки для формування бетонних блоків.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Дослідницький	к.т.н. проф. Настоящий В.А.		
Охорона праці	к.т.н. доцент Лізунков О.В..		

7. Дата видачі завдання 11.02 2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

1	Призначення і галузі застосування	11.02.2025	
2	Огляд наукової і патентної інформації	15.02.2025	
3	Дослідження вібраційного обладнання як об'єктів для ущільнення бетонних виробів	18.02.2025	
4	Математичне моделювання вібраційної машини встановлення оптимальних параметрів установки.	25.02. 2025	
4	Розрахунки, що підтверджують працездатність вібраційної машини	10.03. 2025	
5	Розробка складальних і робочих креслень вібраційної машини, вузлів та деталей.	18.03.2025	
7	Охорона праці	6.05.2025	
8	Оформлення альбому документіві	20.05.2025	

Здобувач

_____ (підпис)

Холодовський О.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Настоящий В.А.
(прізвище та ініціали)

Вступ

Промисловість збірного залізобетону в даний час повинна працювати на зведення фортифікаційних споруд для захисту від російської навали та забезпечити виконання програми з відновлення України, яка передбачає відновлення пошкоджене них та зведення нових об'єктів інфраструктури. При цьому велике значення має підвищення продуктивності існуючої промислової бази.

Основним технологічним обладнанням формувальних цехів та ділянок на заводах і полігонах збірного залізобетону України є віброплощадки різної вантажопідйомності та конструкції.

Особливо актуальним являється виробництво будівельних бетонних блоків - поширеного матеріалу для захисних споруд та прискореного будівництва будинків, вкрай необхідних для тимчасово переміщених осіб.

Тому виробництво та впровадження обладнання для виробництва бетонних блоків являється актуальною проблемою.

Досвід показує, що вирішуватися ця проблема може бути на підставі подальшого вдосконалення низькочастотних віброплощадок, типу ВПГ.

Тема наукової роботи – віброустановка для виготовлення бетонних блоків.

					<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Дослідження обладнання для вібропресування бетонних блоків з метою оптимізації параметрів. Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Холодавський</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Настоящий</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Карпшин</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Настоящий</i>					<i>ЦНТУ гр. ГМ(ДМ)-23 М2</i>	

Актуальність цієї теми полягає в тому, що із зростанням розвитку будівництва існує потреба в більш досконалому обладнанні.

Об'єктом наших досліджень є віброустановка для приготування бетонних блоків.

Предметом дослідження є вдосконалення констукції віброустановки.

Тому мета наукового дослідження полягає в тому, щоб спроектувати більш досконалу установку для виготовлення бетонних блоків.

					ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 – Приклади використання бетонних блоків

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ОПББ 2313 ПЗ

Арк.

Вироблювані на установках стінні блоки можуть бути як повноотілими, так і порожнистими. Повнотілі відрізняються хорошими міцнісними властивостями і використовуються найчастіше для фундаментів і зовнішнього облицювання. Пустотні забезпечують хорошу тепло- і звукоізоляцію стін. Окрім цього порожнини в блоках дозволяють понизити витрату сировини і, як наслідок, собівартість продукції. При цьому міцнісні характеристики задовольняють всім необхідним вимогам. За допомогою змінного оснащення, верстати легко можна перенастроювати на випуск блоків необхідних розмірів. Для виробництва блоків використовуються загальнодоступні будівельні матеріали: цемент, пісок і вода. Як наповнювач застосовуються: шлаки, щебінь, гравій, лом цеглини, лом бетонних виробів, будівельні відходи, тирса, тріска, стружка, керамзит, зола і багато що інше. Використання наповнювачів (найчастіше безкоштовних), дозволяє не тільки істотно понизити собівартість виробу, але і понизити теплопровідність і збільшити міцнісні характеристики вироблюваних виробів. Таємниця досконалості цих установок у винятковій простоті, універсальності і надійності. Саме у цьому секрет високої ефективності і економічної вигоди їх використання. Для роботи на установках не вимагається спеціального навчання і якихось особливих навиків роботи.

Висновки стосовно наведеного:

Типи блоків:

Повнотілі блоки мають хороші міцнісні властивості і використовуються для фундаментів та зовнішнього облицювання.

Порожнисті блоки забезпечують кращу тепло- і звукоізоляцію, знижують витрати сировини і собівартість, але зберігають потрібні міцнісні характеристики.

Вихідні матеріали: Для виробництва блоків використовуються доступні будівельні матеріали, такі як цемент, пісок і вода. Як наповнювачі

						<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			

2. **Besser Company (США)** — ще один важливий гравець на українському ринку, спеціалізуючись на обладнанні для виробництва бетонних виробів, зокрема блоків, тротуарної плитки, архітектурних елементів та бетонних труб. Технологія вібропресування застосовується для виготовлення продукції, такої як дорожно-тротуарні матеріали та стінні блоки.
3. **HESS (Німеччина)** — німецька компанія, відома своїм бетоноформульним обладнанням для виробництва тротуарної плитки. Її комплекс **MULTIMAT RH 2000 VA** включає обладнання для виробництва, сушки та пакування будівельних блоків, відповідаючи сучасним вимогам для виготовлення стінних бетонних і керамзітобетонних блоків та елементів ландшафтного дизайну.
4. **ZENIT (Німеччина)** — ще одна компанія, що постачає вібропреси для виготовлення стінних блоків на український ринок, пропонуючи технології для ефективного виробництва бетонних елементів.

Загалом, ці компанії активно просувають свої технологічні рішення для виробництва бетонних виробів на українському ринку, забезпечуючи високі стандарти якості та інноваційність у процесах виготовлення будівельних матеріалів.

Польське устаткування на українському ринку представлене стаціонарними вібропресами НК-93, НК-93 М, НК-93 Z, а також установками НК-6 BIS і пересувними вібропресами НК-696J "HERKULES". Це обладнання призначене для виробництва різноманітних будівельних матеріалів, таких як порожнисті стінні блоки, стельові та фундаментні блоки, тротуарні бортові камені, обрамлення для газонів, а також елементи ландшафтно-архітектури. Чеська компанія «ALTA» постачає на український ринок цегляні заводи, оснащені обладнанням, яке дозволяє виготовляти не тільки стандартну цеглу, але й цегляні блоки (керамічний камінь).

					<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Конструкційні особливості: Віброплощадки не потребують додаткового закріплення форми з бетонною сумішшю на рамі. Їх конструкція включає жорсткі клинові упори, які запобігають сповзанню форми. Це робить процес роботи з ними простішим і безпечнішим.

Мінімізація затрат на технічне переоснащення: Віброплощадки типу ВПГ дозволяють здійснити технічне переоснащення заводів з мінімальними затратами. Це особливо важливо для заводів, які хочуть модернізувати виробництво без значних капіталовкладень.

Уніфікація та доступність: Віброплощадки мають уніфіковані вузли і просту конструкцію, що зменшує потребу в складних комплектуючих і робить їх доступними для одиничного і серійного виготовлення на неспеціалізованих машинобудівних заводах.

Застосування в умовах відкритих полігонів: Віброплощадки добре працюють на відкритих полігонах круглорічної дії, що дає можливість їх використання в різних погодних умовах і в будь-який час року.

Санітарно-гігієнічні вимоги: Оскільки вони відповідають санітарно-гігієнічним вимогам щодо рівня шуму та вібрації, це створює комфортні умови для працівників, зокрема для формувальників-бетонників, що важливо для безпеки та здоров'я персоналу.

Таким чином, віброплощадки типу ВПГ є надійним, економічно вигідним і технічно доступним рішенням для підприємств, що займаються виробництвом збірного залізобетону, і вони стають все більш популярними завдяки своїй ефективності і простоті використання.

Віброплощадки типу ВПГ є спеціалізованими вібромашинами, призначеними для ефективного формування різноманітних бетонних виробів.

Основною їх характеристикою є можливість високопродуктивного виготовлення виробів на заводах ЗБВ з різними технологічними вимогами.

Це дозволяє значно спростити процеси виробництва, комплектації, навчання кадрів, а також технічне обслуговування та поточний ремонт обладнання.

Основні характеристики та принципи роботи віброплощадок типу ВПГ:

Тип вібрації та частота роботи: Віброплощадки працюють на частотах 24-30 Гц, 50 Гц, що забезпечує оптимальні технологічні умови для формування бетонних виробів. Частотні коливання рухомої рами на цих значеннях ефективні для досягнення потрібних прискорень у горизонтальній площині (1,5-2,5 g), що сприяє ущільненню сумішей.

Вибір форми та розміру: Для виготовлення виробів з різною рухомістю сумішей і жорсткістю застосовуються різні типи форм. Форми з меншою рухомістю легко встановлюються на рамі віброплощадки, тоді як для форм з жорсткішими сумішами використовуються спеціальні упори або заклинювання форм.

Технічні характеристики та компоненти: Віброплощадки мають конструкцію з рухомими рамами, на яких встановлюються форми. Обертання від електродвигунів передається через клинопасову передачу або гнучкі муфти до віброзбудників. У конструкціях відсутні зубчаті передачі, що знижує рівень шуму.

Типи віброзбудників: Вибір між вертикальними та похилими віброзбудниками залежить від конкретних вимог технології. Наклонні віброзбудники забезпечують кращу технологічну ефективність на низьких частотах за рахунок збільшення вертикальних складових амплітуд вібрації, що особливо важливо для ущільнення жорстких бетонних сумішей.

Контроль шуму: Для забезпечення дотримання санітарно-гігієнічних норм рівень шуму знижують за рахунок його високочастотних компонентів, а також завдяки використанню бетонних сумішей для заповнення порожнин у місцях кріплення віброзбудників.

					<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Варіант I:

- Конструкція: Вібробудник розташований у вікні рухомої рами, що дозволяє досягти мінімальних розмірів та габаритів. Це забезпечує простоту конструкції та компактність.
- Розподіл вібрації: Амплітуди вібропереміщень рівномірно розподілені по периметру рухомої рами. Для вертикальних складових вібропереміщень у центральній частині рами, де можуть бути деякі зниження амплітуд, пропонується використовувати нахил осі обертання вібробудника на 15-26° від вертикалі. Це дозволяє вирівняти вібрацію в центральній частині рами, що було перевірено у виробничих умовах.
- Переваги: Простота конструкції та мінімальні габарити.

Варіант II:

- Конструкція: Вібробудник винесений на торець, що збільшує габарити віброплощадки порівняно з формою. Для забезпечення безпеки потрібно встановлювати захисні кожухи над віброприводами.
- Зручність технічного обслуговування: Винесений вібробудник зручний для обслуговування та ремонту.
- Розподіл вібрації: У цьому варіанті є дві зони з пониженою інтенсивністю вібрації:
 - Центральна частина рухомої рами має менші вертикальні складові амплітуд.
 - Зона на відстані 1/4 - 1/3 довжини рами, де зменшені поперечні складові.
- Технологічні особливості: Незважаючи на зниження інтенсивності вібрації в цих зонах, вплив на якість ущільнення бетонних сумішей з рухливістю 3-5 см незначний. Однак ці "зони ризику" повинні враховуватися при контролі якості виробів.

									ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Висновок:

- **Варіант I** має перевагу в простоті та компактності конструкції, але потребує точного налаштування нахилу осі обертання для вирівнювання вібрації в центральній частині.
- **Варіант II** зручніший для технічного обслуговування і ремонту, але має більші габарити та потребує додаткових захисних елементів, а також врахування "зон ризику" при контролі якості.

Вибір між цими варіантами залежить від пріоритетів у проекті, таких як компактність, зручність обслуговування або вимоги до контролю якості. Описані варіанти віброплощадок з різними конструктивними рішеннями мають свої переваги та недоліки в залежності від типу застосування.

Розглянемо їх детальніше:

Варіант III (з віброзбудником на довгій стороні рухомої рами):

- **Переваги:** Забезпечує рівномірне розподілення поперечних амплітуд вібропереміщень, що є важливим для формування об'ємних елементів великої висоти, таких як напірні елементи труб, колодязі, елементи елеваторів, блок-кімнати. Центральні вертикальні складові амплітуд вібропереміщень зберігають зменшені значення, що сприяє стабільному формуванню таких елементів.
- **Недоліки:** Можлива наявність "нульової зони" в центральній частині рами, що може потребувати додаткових коригувань, наприклад, через нахил балансного валу для ліквідації цієї зони, що ускладнює конструкцію і компоновку віброприводу.

Варіант IV (з двома незалежними віброзбудниками):

- **Переваги:** Завдяки самосинхронізації віброзбудників забезпечується рівномірне розподілення переважно поперечних амплітуд вібропереміщень. Це дозволяє ефективно ущільнювати жорсткі бетонні

					ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

суміші, особливо під пригрузом. Також можна підвищити вертикальні складові коливань на всій поверхні рухомої рами.

- **Недоліки:** Існує ризик нерівномірного розподілу вертикальних амплітуд, особливо якщо віброзбудники створюють одночасно поворотні коливання рами, що може викликати нерівномірне розподілення в поперечному напрямку. Хоча нахил обертальних осей балансних валів може зменшити цей ефект, конструкція стає більш складною та вимагає більшу кількість комплектуючих.

Загальний висновок:

- Варіант III забезпечує стабільне формування високих елементів і є ефективним для великих об'ємних конструкцій, але потребує точних налаштувань для усунення "нульової зони".
- Варіант IV, хоча і надає кращу ефективність для ущільнення бетонних сумішей, ускладнює конструкцію через необхідність налаштування віброзбудників і збільшення числа комплектуючих.

Залежно від специфічних вимог до технології виготовлення та конструктивної складності, вибір між цими варіантами може змінюватись. Згідно з описом, варіант V використовується для ефективного формування об'ємних елементів великої маси і висоти, таких як конструкції з квадратним чи прямокутним поперечним перерізом у плані. Технічне рішення, засноване на двох незалежних віброзбудниках, встановлених на суміжних сторонах рухомої рами, забезпечує підвищення інтенсивності горизонтальних коливань по діагоналі та менший вплив на інші складові амплітуд вібропереміщень. Це дозволяє забезпечити ефективне ущільнення для великих виробів з однаковим ступенем ущільнення для всіх вертикальних стінок об'ємного виробу, оскільки вертикальні опалубні поверхні форми отримують однакові динамічні імпульси.

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>

Не дивно також, що на українському ринку з'являються нові підприємства, що займаються випуском дорожно-тротуарної продукції та будівельних блоків. Виробники обладнання готові пропонувати як міні-заводи з замкнутим технологічним циклом, так і повноцінні автоматизовані лінії «під ключ», що значно спрощує процес для підприємців. Крім того, ці компанії забезпечують монтаж, пуско-налагоджувальні роботи, а також гарантійне й післягарантійне обслуговування техніки.

Виготовлення вібропресованого бетону, основними складовими якого є пісок, гравій або щебінь, цемент та вода, не потребує надзвичайно складних і дорогих технологічних ліній. Такий бетон можна виготовляти без необхідності дорогих випалювальних процесів, як це потрібно для цегли чи обробки залізобетону, що дозволяє значно знизити витрати на виробництво і зробити продукцію більш доступною. Це є ще одним фактором, який стимулює розвиток сучасного виробництва будівельних матеріалів в Україні. Важливі аспекти, що стосуються властивостей вібропресованого бетону, а також потенціалу нових технологій для створення унікальних будівельних матеріалів:

Міцність і довговічність: Міцність вібропресованого бетону залежить від вмісту цементу. Щоб підвищити її, можна використовувати наповнювачі, такі як щебінь з гірських порід. Це дозволяє створювати міцніші й стійкіші до навантажень матеріали.

Можливості нових технологій: Впровадження нових технологій дозволяє архітектори і дизайнерам реалізувати свої найсміливіші проекти, надаючи можливість виготовлення матеріалів у будь-якій унікальній конфігурації. Завдяки спеціальним прес-формах можна створювати елементи для будівництва, які важко досягти іншими методами.

					<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Колір і довговічність: Ще однією перевагою є можливість додавання фарбників в суміш, що дозволяє отримати вироби будь-якого кольору. Важливо, що фарба не змінює свого відтінку з часом, оскільки вона рівномірно розподіляється по всій структурі матеріалу, що підвищує довговічність і естетичний вигляд виробів.

Таким чином, нові технології дозволяють значно покращити характеристики бетону, надаючи йому як високу міцність, так і естетичні властивості, що робить його ще більш універсальним у будівництві.

					<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2 Визначення основних конструктивних параметрів об'єкта дослідження.

2.1. Технологія та обладнання виготовлення бетонних блоків

У процесі виготовлення бетонних і залізобетонних виробів важливою операцією є ущільнення бетонної суміші, яке визначає міцність, довговічність та якість кінцевого виробу. Існує кілька методів ущільнення, серед яких вібраційний метод є основним, однак також застосовуються безвібраційні і комбіновані методи. Ось деякі деталі цих методів:

1. **Вібраційний метод ущільнення** характеризується передачею коливань безпосередньо на бетонну суміш через різні механізми. Він підрозділяється на чотири основні способи:

Об'ємне віброущільнення: Вібрація передається на весь об'єм бетонної суміші і форму одночасно. Основною перевагою цього методу є універсальність і простота конструкції формувального устаткування, зокрема вібромайданчиків, які бувають чотирьох типів залежно від конструктивних особливостей.

Поверхнєве віброущільнення: Коливання передаються через відкриту поверхню виробу, де вібрація передається на форму через саму бетонну суміш. Для цього методу використовуються спеціальні віброштампи, вибропригрузи, віброрейки, поверхнєві вібратори та інші пристрої.

2. **Безвібраційні методи ущільнення:**

Пресування: бетонну суміш ущільнюють за допомогою високого тиску.

Вакуумування: здійснюється видалення повітря з бетонної суміші, що сприяє її ущільненню.

Роликове формування: використовується для виробництва певних типів виробів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Центрифугування та відцентровий прокат: ці методи включають використання центрифугальних сил для ущільнення суміші.

Литне формування: забезпечує ущільнення під час лиття бетонної суміші.

3. **Комбіновані методи ущільнення** включають поєднання вібраційного методу з іншими безвібраційними методами, наприклад, з пресуванням або вакуумуванням, для досягнення ще більшого ефекту ущільнення.

Ці методи застосовуються в залежності від вимог до конкретних виробів, їх розмірів, форми та умов експлуатації.

В процесі виготовлення бетонних виробів в тому числі блоків використовуються наступні методи ущільнення бетонної суміші:

1. Поверхнєве ущільнення:

Застосовується для виробів з товщиною до 25 см.

Рекомендується використовувати вібратори з частотою коливань не менше 4500 об/хв, де амплітуда коливань повинна становити 0,15–0,2 мм.

Якщо використовуються вібратори з частотою 3000 об/хв, амплітуда коливань має бути в межах 0,3–0,35 мм.

2. Глибинне ущільнення:

Вібробудник розміщується безпосередньо в бетонній суміші.

Використовуються глибинні вібратори або вібровкладиші, особливо при формуванні багатопустотних плит.

Для ефективного ущільнення необхідна рухливість бетонної суміші не менше 1 см.

Вібрація вібропустотоутворювачів ефективно передається на частинки бетонної суміші, що зменшує енергетичні втрати при роботі з важкими формами.

						Арк.
					ОПББ 2313 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність для роботи вібропустотоутворювачів зазвичай вдвічі менша, ніж для вібромайданчиків, а також їх вібрація не передається на фундаменти, що покращує умови праці.

Загалом, це дає розуміння того, що вибір методу ущільнення залежить від типу виробу та його характеристик, при цьому глибинне ущільнення є більш ефективним та економічним для деяких типів виробів, таких як багатопустотні плити та бетонні блоки.

3. Ущільнення бетонної суміші об'ємним способом

Ущільнення бетонної суміші об'ємним способом за допомогою вібромайданчиків є одним із найпоширеніших методів. Цей процес здійснюється на стаціонарних вібраційних машинах (вібромайданчиках), які використовуються для ущільнення бетону у формах.

Вібромайданчик складається з кількох ключових елементів. Основним компонентом є віброрама, яка спирається на амортизуючі елементи (пружини, гумові або пневматичні амортизатори), що розташовані на фундаментній рамі. Віброрама оснащена віброзбудником, який розташований внизу і приводиться в дію електродвигуном, що знаходиться збоку.

За конструкцією вібромайданчики можна поділити на рамні і блокові. Вони також класифікуються за вантажопідйомністю:

- малі (до 2 тонн),
- середні (2–50 тонн),
- великі (понад 50 тонн).

Ці машини також відрізняються амплітудою і частотою коливань, що впливає на ефективність ущільнення бетонної суміші.

Вантажопідйомність вібромайданчика залежить від таких факторів, як конструктивні характеристики (наприклад, жорсткість пружинних опор,

					ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міцність рами), а також технічні можливості вібробудника, потужність його приводу і технологічні вимоги щодо амплітуди коливань.

Амплітуда коливань, яка передається на форму і бетонну суміш, визначається за допомогою статичного моменту маси дебалансів вібромайданчика. Це значення ділиться на загальну масу вібруючих складових одиниць, масу форми та масу бетонної суміші, що знаходиться в ній.

Вібромайданчики використовуються для різноманітних технологічних процесів, таких як сортування, ущільнення, перевірка на міцність та інші операції, що потребують впливу вібрацій на об'єкти. В залежності від конструкції та траєкторії коливань вібромайданчики класифікуються :

1. Вібромайданчики рамної конструкції з круговими еліптичними коливаннями.

Вібромайданчик цієї конструкції генерує коливання, які мають еліптичну траєкторію. Це означає, що точка на поверхні вібромайданчика рухається по еліпсу. Цей тип коливань використовують для задач, де потрібна висока ефективність вібрації з певним напрямком поширення коливань.

2. Вібромайданчики рамної конструкції з круговими направленими коливаннями.

- Вібромайданчики, які створюють коливання з круговою траєкторією, але ці коливання направлені в певному напрямку, що дозволяє зосереджувати вплив на конкретні зони, що є важливим для сортування чи підготовки матеріалів.

3. Вібромайданчики рамної конструкції з багатокомпонентними низькочастотними коливаннями.

Вібромайданчики генерують низькочастотні коливання, які складаються з кількох компонентів. Такий підхід може бути корисним для

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОПББ 2313 ПЗ					

узгодженість роботи всіх вібраторів, що сприяє ефективному створенню необхідних коливань для формування виробів.

Блокова конструкція

Вібромайданчик блокової конструкції відрізняється від рамної тим, що складається з уніфікованих віброблоків, що знижує кількість необхідних компонентів для монтажу і обслуговування. Кожен віброблок має електромагніт, двовальний вібробудник і два кронштейни, що спираються на чотири пружинні опори, закріплені на опорній рамі. В залежності від необхідної вантажопідйомності, вібромайданчик може бути одно-, дво- або трирядним, що дозволяє оптимізувати розміри та вантажопідйомність в залежності від специфікацій виробів.

При двох- або трьохрядному розташуванні віброблоків відстань між осями рядів може бути 1426 мм або 2006 мм, що відповідає стандартним розмірам для синхронізуючих валів вібромайданчиків. Завдяки використанню уніфікованих віброблоків знижується номенклатура запасних частин, що полегшує експлуатацію та ремонт.

Переваги і недоліки:

1. Переваги блокових вібромайданчиків:

Уніфікація складальних одиниць знижує складність ремонту і потребу в різноманітних запасних частинах.

- Спрощення монтажу завдяки готовим віброблокам.
- Можливість створення вібромайданчиків різної вантажопідйомності (від 1 до 2 тонн).

2. Недоліки блокових вібромайданчиків:

- Потрібно велика кількість пружинних опор, вібробудників і карданних валів, що ускладнює монтаж і вимагає точного контролю за станом з'єднань.
- Високі вимоги до точності монтажу та постійного контролю за роботою численних компонентів.

									ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таким чином, конструкція вібромайданчиків з направленими коливаннями, як рамного, так і блокового типу, має свої особливості, переваги та обмеження, які визначають вибір між ними залежно від вимог до вантажопідйомності, точності і складності експлуатації.

В обладнанні, що розглядається реалізовано полічастотну та різночастотну вібраційну дію на бетонні суміші, що застосовуються для їх ущільнення.

Полічастотне віброущільнення реалізує одночасну дію коливань різних частот, що дозволяє досягти ефективного ущільнення бетонної суміші. Важливою особливістю є те, що для найкращого результату одна з частот має бути кратною трьом відносно іншої. Наприклад, для частот 25 с-1 (1500 об/хв) і 75 с-1 (4500 об/хв) це забезпечує оптимальний ефект.

Така комбінація дозволяє:
підвищити швидкість формування бетонних виробів; поліпшити якість поверхонь; збільшити міцність бетону (особливо для виробів, що використовують жорсткі суміші і привантажувач).

Різночастотне віброущільнення передбачає послідовну дію коливань з різними частотами. Це дозволяє забезпечити комплексне ущільнення, коли кожна частота виконує свою функцію на різних етапах ущільнення.

Перша стадія: Використовується вібрація з частотою 3000 об/хв (50 с-1) для формування бетонної суміші та досягнення компактної упаковки зерен заповнювачів.

Друга стадія: При більш високих частотах (від 4500 об/хв або 75 с-1 і більше) відбувається більш інтенсивне розрідження цементного замісу. Це сприяє зближенню часток цементу, що збільшує питому поверхню і покращує гідратацію цементу, що, в свою чергу, підвищує міцність бетону.

									ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Різномодотне віброуцільнення використовує двухстадійне уцільнення, де перша стадія відповідає за покращення форми та структури суміші, а друга — за її міцність.

Особливості та переваги

- Різномодотне віброуцільнення часто є більш доцільним, якщо досягнення конкретних частот складне через обмеження в обладнанні.
- Потужність, що витрачається на збудження високочастотних коливань (особливо для привантажувачів), є незначною порівняно з потужністю основного вібраційного обладнання, що дозволяє досягти високих результатів без великої енергетичної витрати.
- Для бетонних сумішей з дрібним заповнювачем оптимальним є збільшення частоти вібрації при одночасному зменшенні амплітуди коливань для досягнення необхідної інтенсивності уцільнення.

Практичне застосування:

Полічастотне та різномодотне віброуцільнення є надзвичайно ефективними методами в таких виробках як:

- Багатопустотні плити та бетонні блоки з вібропривантажувачем.
- Тротуарні плити і бортові камені при використанні методу вібропресування.

Ці методи дозволяють значно підвищити якість і міцність готових виробів, що робить їх ідеальними для важливих інженерних і будівельних застосувань.

У загальному, ці методи вібраційного уцільнення є важливими для досягнення високоміцних, якісних бетонних виробів, особливо в умовах масового виробництва.

Привантажувачі використовуються для поліпшення процесу уцільнення бетонних сумішей, особливо тих, що містять дрібний заповнювач, для яких потрібна точна контрольованість амплітуди вібрацій,

Арк.

ОПББ 2313 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

3. Визначення основних конструктивних параметрів віброплощадки ВПГ з двома вібробуджувачами коливань.

Метою досліджень є визначення конструктивних параметрів віброплощадки із двома дебалансними вібробудувачами.

Вихідними даними є: тип виробу, його маса і габаритні розміри.

Визначення основних параметрів віброплощадки, що розглядається, виконуємо в наступній послідовності.

- 1. Визначення вантажопідйомності віброплощадки.** Це величина, яка включає сумарну масу форми та технологічного оснащення, що вібрується. Цей параметр важливий для подальших розрахунків конструкції.
- 2. Габаритні розміри рами віброплощадки.** Враховуються розміри форми та необхідність встановлення упорів для закріплення форми. Габарити рами мають бути достатніми для безпечного розташування всієї конструкції та технологічного оснащення.
- 3. Технологічні параметри:**
 - Амплітуди вібропереміщень у вертикальних та горизонтальних площинах. Це важливий параметр для забезпечення правильного ущільнення суміші, яка використовується для виготовлення виробів.
 - Частота коливань рухливої рами. Для сумішей зручновкладальністю 11...20 с частота коливань має бути в межах 27...30 Гц. Важливо, щоб частота була в цьому діапазоні для досягнення якісного ущільнення бетонної суміші.
- 4. Амплітуда горизонтальних вібропереміщень.**

Для сумішей зручновкладальністю 11...20 с максимальна амплітуда горизонтальних вібропереміщень повинна бути в межах 0,8...0,7 мм, щоб забезпечити правильне збереження суміші на піддоні форми.

Арк.

ОПББ 2313 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Мінімальні амплітуди вібропереміщень не повинні бути меншими, оскільки це може погіршити якість лицьової поверхні виробу.

5. Умови ущільнення бетонної суміші.

При проектуванні віброплощадки важливо враховувати, що амплітуда вібропереміщень на торцях віброплощадки не повинна перевищувати 1,5-2 рази значення амплітуди в серединній частині. Це гарантує рівномірне ущільнення бетонної суміші по всій площі форми. Таким чином, проектування віброплощадки передбачає врахування таких параметрів, як маса, габарити, амплітуди та частота коливань, які забезпечують ефективне ущільнення суміші і високу якість виробів.

Установлюються вантажопідйомність віброплощадки Q_B , яка визначається, як сумарна маса форми і технологічного оснащення, що вібрується.

У залежності від габаритних розмірів у плані форми, визначаються габаритні розміри рами віброплощадки X_L і Y_L , при цьому необхідно додатково враховувати можливість установки упорів для закріплення форм.

Приймаються технологічні параметри, тобто граничні значення складових амплітуд вібропереміщень точок рухливої рами у вертикальних A_z горизонтальних площинах A_x і A_y , а також частота коливань рухливої рами ω , виконання котрих повинно забезпечити якісне формування виробів із сумішею заданої зручновкладальності.

Уточнимо умови, виконання котрих необхідно для продуктивного і якісного ущільнення бетонної суміші при формуванні плитних виробів на віброплощадках розглянутого типу. При формуванні виробів із сумішею зручновкладальністю 11...20 с частота коливань рухливої рами повинна бути в межах 27...30 Гц (175...188 с), при цьому амплітуда максимальних

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ОПББ 2313 ПЗ

$$m_p = \sum_{k=1}^n m_k , \quad (3.3)$$

де m_k - маса k -того елемента рами;
 n - число елементів рами.

Число пружних опор r визначаємо, виходячи з вантажопідйомності однієї опори Q

$$r = \frac{m_p + Q_B}{Q} . \quad (3.4)$$

Вантажопідйомність опори визначається відповідно до рекомендацій, викладених вище, а її гранично допустимі жорсткості в горизонтальному і вертикальному напрямках C_x , C_y і C_z повинні вибиратися з умови забезпечення зарезонансного режиму коливань за формулами

$$C_{x,y} \leq \frac{(m_p + Q_B)\omega^2}{3,5^2 r} , \quad (3.5)$$

$$C_z \leq \frac{m_p + Q_B}{1,5^2 r} . \quad (3.6)$$

На основі ескізної проробки попередньо визначаються координати центрів жорсткості пружних опор, а також точок прикладення змушуючих сил віброзбудників. Конструктивно віброзбудники розташовуються у вікнах рухливої рами на відстані від центру мас, рівній

$$X_B = L_p / 4 , \quad (3.7)$$

де L_p - довжина рухливої рами.

При цьому з метою зменшення коливальних рухів рухливої рами, навколо її поздовжньої осі Z_B координата заглиблення віброзбудників по можливості повинна бути мінімальною. Визначається ордината ц. м. коливальної системи відносно поверхні рухливої рами за відомою формулою

				<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_C = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i z_{ci}, \quad (3.8)$$

де m_i - маса i -того елемента системи;
 z_{ci} - координата ц. м. i -того елемента;
 M - сумарна маса коливних частин тіла.

Для розв'язання задачі, пов'язаної з визначенням приведених моментів інерції коливних частин, зокрема форм, заповнених бетонною сумішшю, використовується стандартний підхід, в якому враховуються моменти інерції суцільних однорідних плит із врахуванням маси суміші, маси привантаження та інших складових, що впливають на коливання системи. Ось основні етапи та формули, які можуть бути корисні для цього процесу:

$$\begin{aligned} I_x &= \sum_{i=1}^n \{I_{x_{0i}} + m_i [(y_{ci})^2 + (z_{ci})^2]\}, \\ I_y &= \sum_{i=1}^n \{I_{y_{0i}} + m_i [(x_{ci})^2 + (z_{ci})^2]\}, \\ I_z &= \sum_{i=1}^n \{I_{z_{0i}} + m_i [(x_{ci})^2 + (y_{ci})^2]\}, \end{aligned} \quad (3.9)$$

де x_{ci}, y_{ci}, z_{ci} - координати ц. м. i -того елемента коливальної системи в системі координат $Oxyz$. Перехід від осей $O'x'y'z'$ щодо поверхні рухливої рами до головних центральних осей $Oxyz$ здійснюється по осі ординат за формулою

$$z = z' - z_c. \quad (3.10)$$

Розглядаємо рухливу раму віброплощадки як суцільну плиту.

Момент інерції I суцільної плити зі сторонами a та b та масою m щодо головної осі (яка проходить через її центр мас) можна обчислити за стандартними формулами

					<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Після підстановки в нього значень a_z із рівнянь і $A_{z\max}$ одержуємо

$$\beta \leq \arcsin \frac{A_{z\max}^0 M \omega^2}{4F} . \quad (3.13)$$

Раціональне положення віброзбудників стосовно центра мас коливної системи уточнюється за методом послідовних наближень із формул після підстановки в них значень a_η і a_ϕ , обумовлених рівняннями і позначення $x_c = x_L = l_p / 2$

$$x_B = \frac{A_{y\max} I_z \omega^2}{4x_L F} , \quad (3.14)$$

$$z_B = \frac{A_{z\max} I_y \omega^2}{4x_L F \cos\beta - x_B \operatorname{tg}\beta}$$

Після визначення розмірів і уточнення змушуючих сил віброзбудників не потрібно проводити додаткових розрахунків, оскільки вони повинні мати запас регулювання, що дозволяє змінювати амплітуди коливань на 50% від їх максимальних значень. Це дає певний діапазон налаштування для забезпечення стабільної роботи машини в межах допустимих параметрів коливань.

Визначення потужності електродвигунів:

Для оцінки енергетичних витрат пропонується використовувати результати натурних вимірювань під час випробувань конкретних моделей віброплощадок, зокрема ВПГ-2 [3]. Це дасть змогу точно визначити необхідну потужність електродвигунів на основі реальних експериментальних даних.

Така комбінація теоретичних і практичних підходів дозволяє більш ефективно оцінити параметри вібромашин і забезпечити їх правильну експлуатацію.

Арк.

ОПББ 2313 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

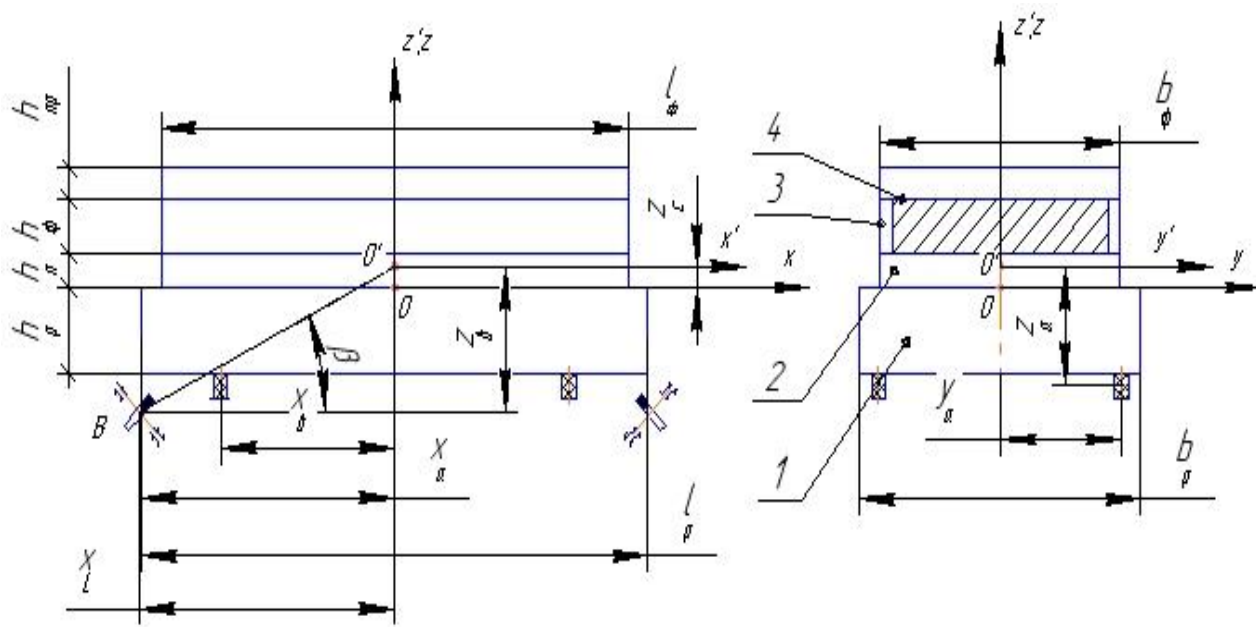
Установлена потужність електродвигунів

$$N_y = k_N Q_B, \quad (3.15)$$

де k_N - питома потужність, визначена як відношення встановленої потужності до максимальної вантажопідйомності. Для віброплощадок типу ВПГ-2 $k_N = 1,8 \dots 2,0$ кВт/т [3].

3.2 Приклад розрахунку основних параметрів віброплощадки для формування широкої номенклатури виробів

3.2.1 Скористаємося вищенаведеною методикою розрахунку віброплощадки, розрахункова схема якої наведена на рисунку 3.1.



1 - рухлива рама; 2 - піддон; 3 - борти форми (формотворна рамка) і виріб, що формується; 4 – привантаження.

Рисунок 3.1 – Розрахункова схема віброплощадки.

						ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Для встановлення технологічних параметрів режиму вібрації для формування багатопустотних панелей перекриттів з урахуванням заданих характеристик (зручновкладальність бетонної суміші 11...20 с, частота коливань 30 Гц), необхідно розглянути параметри амплітуд вібропереміщень, що забезпечують якісне формування.

Відповідно до загальних вимог для забезпечення оптимальної вібрації, амплітуди вібропереміщень залежать від таких факторів:

1. Частота коливань — для рухливої рами задано 30 Гц (188 с^{-1}).
2. Амплітуда вібропереміщень повинна бути оптимальною для досягнення необхідної зручновкладальності бетонної суміші, без перегріву або передчасного затвердіння.

Якщо ми припустимо, що амплітуди для забезпечення технологічного процесу можуть бути в межах від 0,5 до 3 мм, то граничні значення амплітуд (A) можуть виглядати так:

- Граничне значення амплітуд для вертикальних коливань (A_вертикальні): від 1 мм до 2 мм.
- Граничне значення амплітуд для горизонтальних коливань (A_горизонтальні): від 0,5 мм до 1,5 мм.

Ці значення дозволяють досягти оптимальних умов для формування виробів з рухливою бетонною сумішшю, забезпечуючи гарну зручновкладальність суміші при частоті коливань 30 Гц.

При цьому граничні значення амплітуд A, м, складових вібропереміщень повинні бути рівними:

-у серединній частині рухливої рами

$$A_{x,y}^0 = \frac{2,5g}{\omega^2} = \frac{2,5 \cdot 9,81}{188^2} = 0,69 \cdot 10^{-3},$$
$$A_z^0 = \frac{(0,92...1,06)g}{\omega^2} = \frac{(0,92...1,06)9,81}{188^2} = (0,26...0,29) \cdot 10^{-3};$$
(3.16)

					ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-на торцях рухливої рами

$$\begin{aligned} A_{x,y\max} &= (1,5...2,0)A_{x,y}^0 = (1,5...2,0)0,69 \cdot 10^{-3} = (1,04...1,38) \cdot 10^{-3}, \\ A_{z\max} &= (1,5...2,0)A_z^0 = (1,5...2,0)0,29 \cdot 10^{-3} = (0,44...0,58) \cdot 10^{-3}. \end{aligned} \quad (3.17)$$

3.2.2 Розміри рухливої рами з врахуванням розмірів піддона і можливості установки клинових упорів приймаємо рівними: по довжині - 1840 мм, по ширині - 1000 мм.

3.2.3 Визначаємо умовну вантажопідйомність віброплощадки

$$Q_B = m_n + m_f + m_{np} + m_u, \quad (3.18)$$

де m_n, m_f, m_{np} - маси відповідно піддона, формоутворюючої рамки і привантаження. Визначаємо за аналогією з оснащенням, яке входить в комплекс устаткування для виготовлення тротуарної плитки 6,28 м: $m_n = 140$ кг; $m_f = 150$ кг; $m_{np} = 100$ кг;

m_u - маса виробу, що формується. Визначаємо, виходячи з об'єму виробу і середньої щільності бетонної суміші $\rho_c = 2400$ кг.м⁻³, $m_u = 640$ кг.

Умовна вантажопідйомність Q , кг, віброплощадки складе

$$Q_B = 140 + 150 + 100 + 640 = 1030 \quad (3.19)$$

З врахуванням можливості формування й інших виробів (балок, фундаментних подушок і т.д.) приймаємо умовну максимальну вантажопідйомність віброплощадки рівною 2000 кг.

3.2.4 Підбір пружних опор

Визначаємо необхідне число пружних опор за формулою [3]

$$r = \frac{m_p + Q_{B\max}}{Q_o},$$

де m_p - маса рухливої рами віброплощадки; $m_p = 252$ кг.

Q_o - вантажопідйомність однієї опори. Вибираємо вище розглянуті пружні опори, вантажопідйомність однієї опори $Q_o = 600$ кг.

									ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$\text{Тоді} \quad r = \frac{252 + 2000}{600} = 3,75 \quad (3.20)$$

Результат округляємо до парного числа у більшу сторону, таким чином $r = 4$.

Визначаємо ординату центру мас коливної системи відносно поверхні рухливої рами за формулою 3.8. При цьому відповідно до прийнятої розрахункової схеми маємо

$$z_c = \frac{m_n \frac{h_n}{2} - m_p \frac{h_p}{2} + m_{np} (h_n + h_f + \frac{h_p}{2}) + (m_f + m_u)(h_n + \frac{h_f}{2})}{m_p + m_n + m_f + m_u + m_{np}}, \quad (3.21)$$

де h_p, h_n, h_f, h_{np} - висоти відповідно рухливої рами, піддона, бортів форми і привантаження, м. Приймаємо $h_p = 0,166$; $h_n = 0,066$; $h_f = 0,258$; $h_{np} = 0,010$.

Після підстановки числових значень одержуємо $z_c = 0,14$ м. Визначаємо головні центральні моменти інерції коливного тіла по формулах 3.9, вираховуючи власні моменти інерції I , $\text{кг} \cdot \text{м}^2$, його складових частин по відомих формулах

$$\begin{aligned} I_{xoi} &= \frac{m_i}{12} (B_i^2 + h_i^2), \\ I_{yoi} &= \frac{m_i}{12} (l_i^2 + h_i^2), \\ I_{zoi} &= \frac{m_i}{12} (B_i^2 + l_i^2), \end{aligned} \quad (3.22)$$

де h_i, B_i, l_i - габаритні розміри i -тої складової частини коливного тіла.

Підставляючи числові значення, одержуємо $I_x = 113$; $I_y = 360$; $I_z = 372$.

						<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3.2.5 Визначаємо в першому наближенні необхідну змушуючу силу вібробудника F , Н, за формулою 3.11, вважаючи з конструктивних міркувань, що $z_B = 0,4$ м

$$F = \left| \frac{0,69 \cdot 10^{-3}}{4 \left(\frac{0,14 \cdot 0,4}{113 \cdot 188^2} - \frac{1}{750 \cdot 188^2} \right)} \right| = 7302 \text{ Н.} \quad (3.23)$$

3.2.6 Уточнюємо в першому наближенні оптимальне положення вібробудників стосовно центру мас по формулах 3.13 - 3.14.

Кут нахилу валів вібробудників відповідно до формули 3.13

$$\beta \leq \arcsin \frac{0,29 \cdot 10^{-3} \cdot 750 \cdot 188^2}{4 \cdot 7302} = 15,29 \leq 18^\circ. \quad (3.24)$$

Приймаємо $\beta = 15^\circ$.

Визначимо координати прикладення змушуючих сил вібробудників, x_B та z_B , м,

$$x_B = \frac{(1,04 \dots 1,38) \cdot 10^{-3} \cdot 372 \cdot 188^2}{4 \cdot 0,92 \cdot 7302} = 0,49 \dots 0,66, \quad (3.25)$$

$$z_B = \frac{(0,44 \dots 0,58) \cdot 10^{-3} \cdot 360 \cdot 188^2}{4 \cdot 0,92 \cdot 7302 \cdot \cos 15^\circ} - 0,49 \cdot \text{tg} 15^\circ = 0,2 \dots 0,4. \quad (3.26)$$

Приймаємо $z_B = 0,40$ м, що відповідає раніше прийнятому значенню, таким чином, уточнювати значення необхідної змушуючої сили вібробудників немає необхідності.

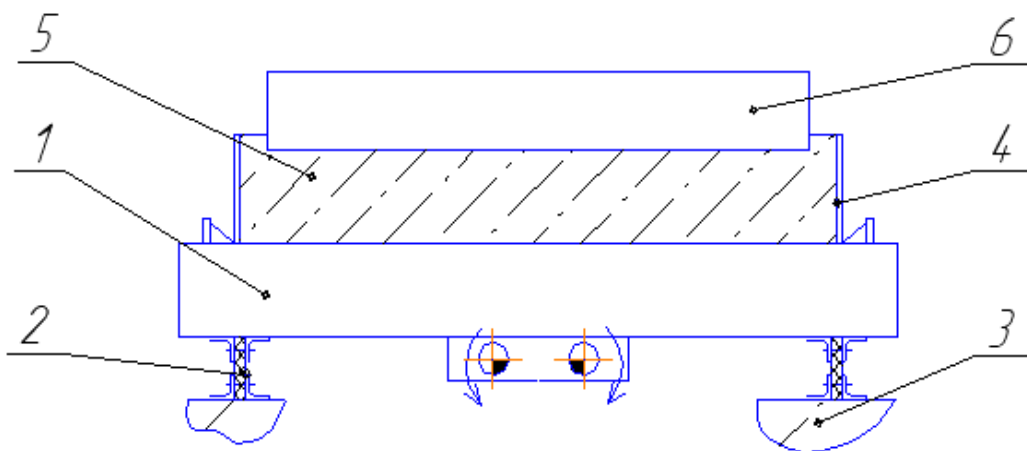
						<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			

ефективними в умовах високих вимог до якості та точності виготовлення виробів.

Загальні переваги використання привантажувачів:

- Покращення якості поверхні: Рівна та гладка поверхня виробів завдяки додатковому тиску.
- Збільшення щільності бетону: Підвищення механічних властивостей виробу, зокрема міцності на стиск.
- Ущільнення та рівномірність: Досягається рівномірне ущільнення по всій поверхні, що знижує ймовірність утворення пористих або слабких зон в виробах.

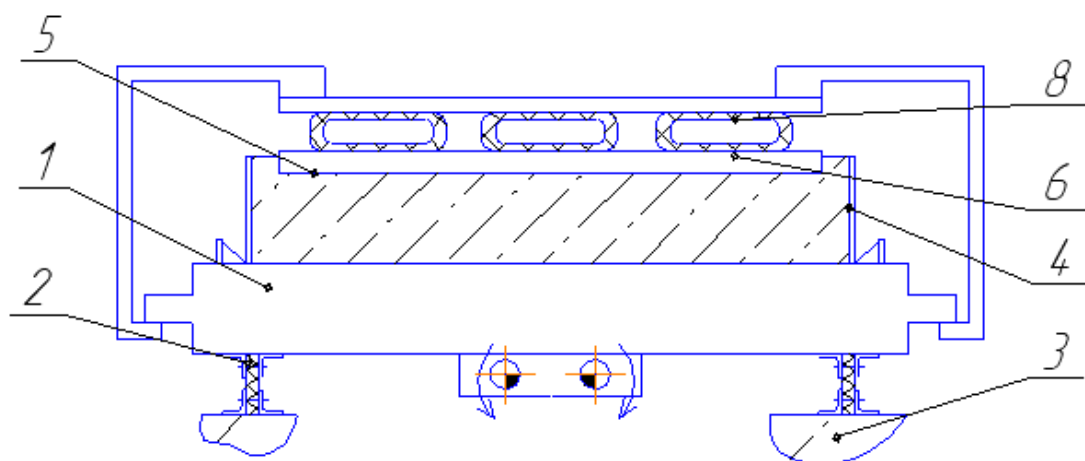
Правильно підібрані привантажувачі дозволяють значно підвищити ефективність процесу формування, особливо в складних умовах виробництва залізобетонних виробів.



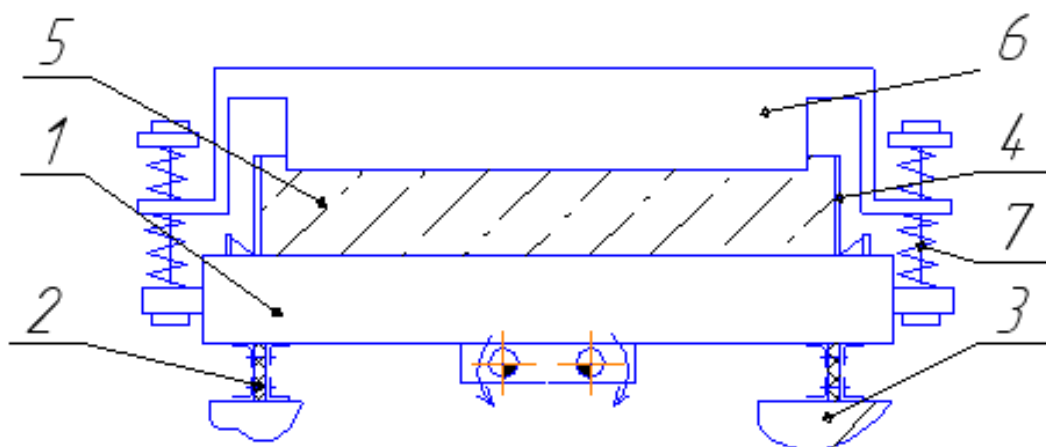
1 - віброплощадка; 2 – опора; 3 – основа; 4 – форма; 5 – бетонна суміш;
6 – привантажувач.

Рисунок 3.2 - Вібраційна площадка з інерційним привантажувачем.

					ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а)

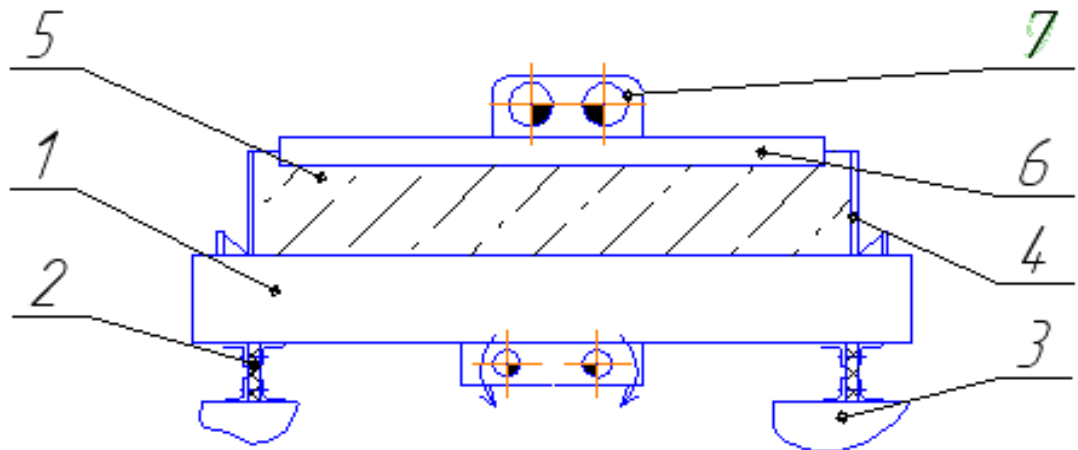


а) вібраційна площадка з безінерційним привантажувачем із застосуванням резинових пневматичних подушок,

б) вібраційна площадка з безінерційним привантажувачем із застосуванням пружин малої жорсткості.

1 - віброплощадка; 2 – опора; 3 – основа; 4 – форма; 5 – бетонна суміш;
6 – привантажувач; 7 – пружини малої жорсткості; 8 – резинові пневматичні подушки.

Рисунок 3.3 – Схеми площадок з безінерційними привантажувачами.



1 - віброплощадка; 2 – опора; 3 – основа; 4 – форма; 5 – бетонна суміш;
6 – привантажувач; 7 – вібратор.

Рисунок 3.4 – Вібраційна площадка з активним привантажувачем.

Недоліками приведених привантажувачів є – велика вага, незручність у використанні, потреба у додаткових затратах на компресор, або окремих ваїбраторів, які дорого коштують і потребують додаткових джерел живлення.

3.3.2 Опис розроблюваного привантажувача

Приймаємо розробку, яка спрямована на підвищення якості ущільнення залізобетонних виробів. Важливими аспектами вважаємо наступні моменти:

1. Постановка проблема: підвищення якості ущільнення бетонної суміші в процесі виготовлення залізобетонних виробів. Це важливе завдання для забезпечення міцності та довговічності продукції.
2. Рішення: використання привантажувача, що розміщується на віброплощадці під час формування бетонних виробів. Цей привантажувач має ударні елементи, які розміщуються всередині рами. Ударні елементи допомагають додатково ущільнити бетонну суміш, а також вирівнюють поверхню виробу, що може поліпшити естетичний вигляд і забезпечити кращу рівність.

						ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3. Переваги: підвищення ефективність процесу виготовлення залізобетонних виробів, оскільки ударні елементи дозволяють досягти більш рівномірного ущільнення та зменшення пористості в бетоні.

Таким чином, основна ідея полягає в тому, щоб використовувати додаткові удари для ущільнення та вирівнювання бетонної суміші в процесі її формування (рис.3.5).

На рис. 3.5.(а) схематично представлено привантажувач у неробочому стані з частковим поздовжнім розрізом, на рис. 3.5(б) – положення ударних елементів усередині корпуса (переріз А-А рис. 3.5(а)), на рис. 3.5(в) – схема передачі ударних імпульсів на бетонну суміш (переріз Б-Б на рис. 3.5(б)).

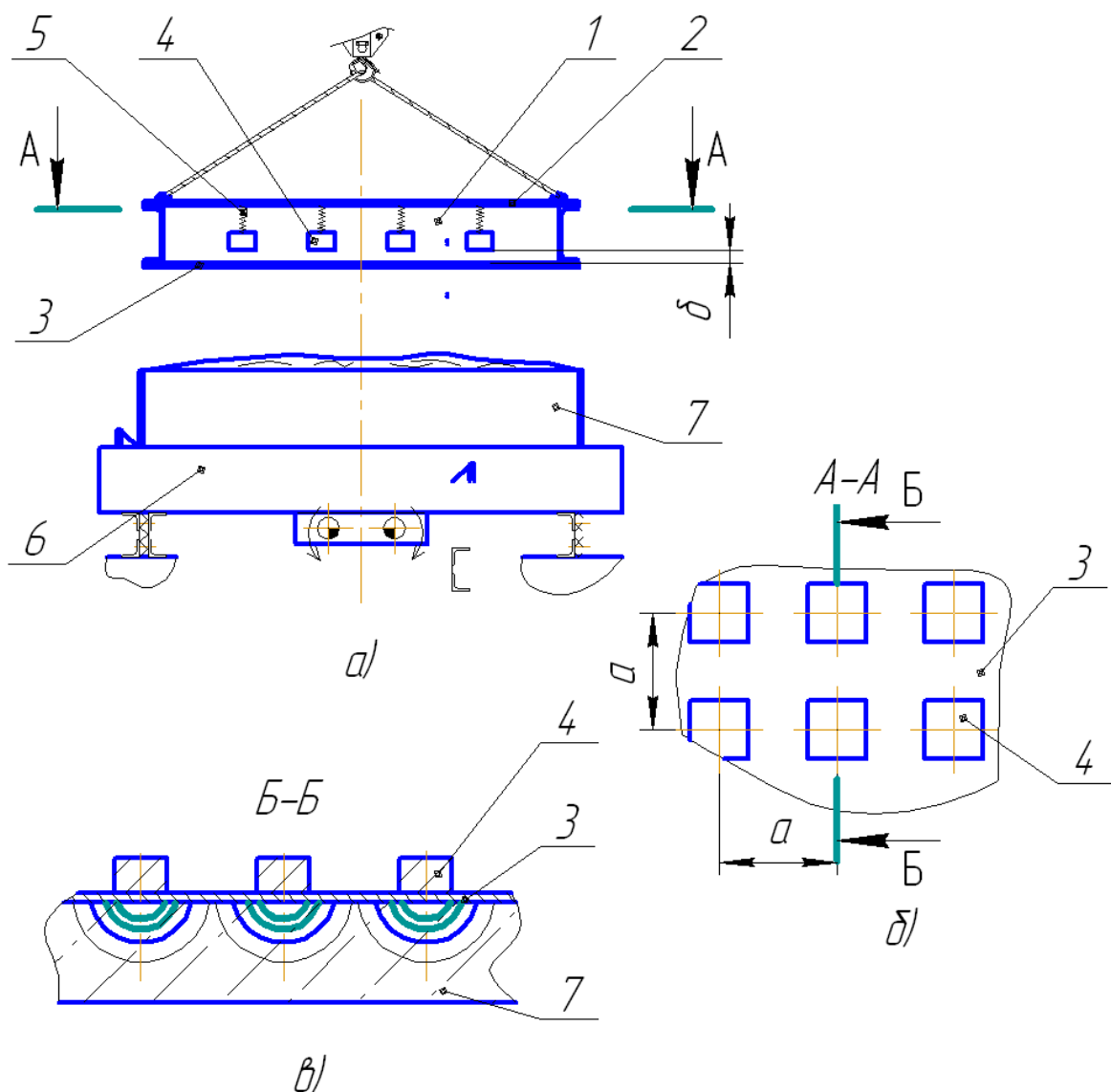
Привантажувач 1 являє собою жорстку коробчасту конструкцію і складається зі звареної рами з профільного металу, зашитої верхнім 2 і нижнім 3 листами. У порожнині рами розташовані ударні елементи 4. Ударні елементи закріплені на верхній горизонтальній частині рами привантажувача та підпружинені відносно неї пружинами 5. У вільному стані ударні елементи 4 утворюють зазор δ з внутрішньою поверхнею листа 3.

Привантажувач працює наступним чином.

Після завантаження бетонною сумішшю установленої на рухомій рамі віброплощадки 6 форми 7 на бетонну суміш опускається у робоче положення привантажувач 1. Вмикаються вібратори віброплощадки. При цьому підпружинені пружинами 5 ударні елементи 4 взаємодіють із нижньою робочою поверхнею привантажувача, наносячи удари по нижньому листі 3, і тим самим передають ударні імпульси у вертикальному напрямі на бетонну суміш, додатково ущільнюючи майбутній виріб зверху.

Запропонований привантажувач не потребує окремого джерела енергії і приводу, використовуючи енергію вертикальних вібраційних коливань від вібраторів віброплощадки на створення спектру ударних хвиль на поверхню виробу, що значно спрощує його експлуатацію та обслуговування.

									ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



а) привантажувач у неробочому стані з частковим поздовжнім розрізом;

б) положення ударних елементів усередині корпуса;

в) схема передачі ударних імпульсів на бетонну суміш.

1 – привантажувач; 2 – верхній лист; 3 – нижній лист; 4 – ударний елемент; 5 – прижина; 6 – віброплошадка; 7 – форма.

Рисунок 3.5 –Безінерційний активний привантажувач із використанням ударних елементів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ОПББ 2313 ПЗ

Арк.

3.3.3 Розрахунок пружини привантажувача

Вихідними даними для визначення розмірів пружини є сили F_1 та F_2 , робочий хід h , найбільша швидкість переміщення рухомого кінця пружини при навантаженні чи розвантаженні v_{\max} , витривалість N_f та зовнішній діаметр пружини D_1 (попередній).

Визначимо сили F_1 та F_2 . В нашому привантажувачі ми використовуємо ударний елемент маса якого $m = 2$ кг. Отже силу F_1 , Н, знайдемо за формулою

$$F_1 = m \cdot g = 2 \cdot 9,81 = 19,62. \quad (3.27)$$

Сила F_2 , Н, обчислюється за формулою

$$F_2 = m \cdot (g + a), \quad (3.28)$$

де a – прискорення ударного елемента в момент зіткнення із робочою поверхнею привантажувача, m/c^2 ,

$$a = \frac{v}{t} \quad ; \quad (3.29)$$

v – швидкість ударного елемента в момент зіткнення із робочою поверхнею привантажувача, m/c ,

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,02} = 0,63 \quad ; \quad (3.30)$$

h – робочий хід ударного елемента, м. Із конструктивних міркувань $h = 0,02$;

t – час, за який ударний елемент долає відстань від верхньої точки до нижньої, с,

					ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t = \frac{T}{2}; \quad (3.31)$$

T – період коливання ударного елемента, с,

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{30} = 0,033; \quad (3.32)$$

ν - частота коливання, c^{-1} . Із конструктивних міркувань $\nu = 30$.

$$t = \frac{0,033}{2} = 0,0165. \quad (3.33)$$

$$a = \frac{0,63}{0,0165} = 38,18. \quad (3.34)$$

$$F_2 = 2 \cdot (9,81 + 38,18) \approx 96. \quad (3.35)$$

На основі ДСТУ ГОСТ 1452:2007 по величині N_F встановлюємо, що пружина відноситься до класу 2 (табл.1 ДСТУ ГОСТ 1452:2007). Знаходимо сили F_a , Н, що відповідають граничній деформації

$$F_a = \frac{F_2}{1 - \delta}, \quad (3.36)$$

де δ – відносний інерційний зазор пружини стиснення. Для пружин розтягу служить обмеженням максимальної деформації.

$$F_a = \frac{96}{1 - 0,05} \dots \frac{96}{1 - 0,1} = 101 \dots 107. \quad (3.37)$$

В інтервалі сил 101-107 В інтервалі сил 101-107 Н в ДСТУ ГОСТ 1452:2007 для пружин класу 2, розряду 1 (номер пружини 355) є виток із наступними параметрами: $F_a=106$ Н; $D_1=12$ мм; $d=1,8$ мм; $c_1=98,93$ Н/мм; $c_3=1,071$ мм).

						ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

За даними параметрами визначаємо жорсткість пружини c , Н/мм,

$$C = 8,8 \text{ Н/мм} \quad (3.38)$$

Число робочих витків знаходимо за формулою

$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{98,93}{8,8} = 11,2 \approx 12. \quad (3.39)$$

Деформація та довжина пружини s і l , мм, знаходяться за формулами

$$s_1 = \frac{F_1}{c} = \frac{19,6}{8,8} = 2,3. \quad (3.40)$$

$$s_2 = \frac{F_2}{c} = \frac{96}{8,8} = 11,2. \quad (3.41)$$

$$s_3 = \frac{F_3}{c} = \frac{107}{8,8} = 12,4. \quad (3.42)$$

$$l_0 = (n + 1)d = (12 + 1) \cdot 1,8 = 23,4. \quad (3.43)$$

$$l_1 = l_0 + s_1 = 23,4 + 2,3 = 26,4. \quad (3.44)$$

$$l_2 = l_0 + s_2 = 23,4 + 11,2 = 34,6. \quad (3.45)$$

$$l_3 = l_0 + s_3 = 23,4 + 12,44 = 35,84. \quad (3.46)$$

Таким чином привантажувач з визначеними конструктивними параметрами дозволить значно підвищити ефективність процесу формування, особливо в складних умовах виробництва залізобетонних виробів

					<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4. Розділ «Охорона праці».

Заходи з охорони запропоновано по відомим державним стандартам та методикам такими як «ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві» та наведені в додатку 1.

					<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Висновки

Об'єктом дослідження даної кваліфікаційної магістерської роботи являється вібраційна установка для формування будівельних бетонних блоків.

В основу дослідницької роботи покладена задача підвищення якості ущільнення залізобетонних виробів.

Дана задача досягається тим, що для доущільнення бетонної суміші у формі, яка знаходиться на віброплощадці, розміщується привантажувач, який за рахунок ударних елементів, розміщених у середині рами, доущільнює виріб і вирівнює поверхню.

У залежності від габаритних розмірів у плані форми, визначались габаритні розміри рами віброплощадки X_L і Y_L та технологічні параметри, тобто граничні значення складових амплітуд вібропереміщень точок рухливої рами у вертикальних A_z горизонтальних площинах A_x і A_y , а також частота коливань рухливої рами ω , виконання котрих повинно забезпечити якісне формування виробів із сумішей заданої зручновкладальності.

Обґрунтовано використання привантажувача, встановленого на вільну поверхню виробу для використання додаткових ударів для ущільнення та вирівнювання бетонної суміші в процесі її формування.

Запропонована конструкція привантажувача, яка дозволяє підвищити якість виробів, що формуються та зменшення часу формування виробу за рахунок наявності вертикальної складової коливань.

Привантажувач не потребує окремого джерела енергії і приводу, використовуючи енергію вертикальних вібраційних коливань від вібраторів віброплощадки на створення спектру ударних хвиль на поверхню виробу. Створено математичну модель руху привантажувача, яка дозволяє

обґрунтувати та досліджувати конструктивні параметри првантажувача , зокрема пружні опори.

Таким чином мета роботи досягнута.

					ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Сівко В.Й. Механічне устаткування підприємств будівельних виробів: -К.-ІСДО, 1994.-359с.
2. Назаренко І.І. Машина для виробництва будівельних матеріалів: Підручник. – К.: КНУБА, 1999 – 488 с.
3. Русанова Н.Г., Пальчик П.П., Рижанкова Л.М. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: У 2 ч. Ч. 2. - К.: Вища шк., 1994. - 334 с.
4. Ефективне віброформовочне обладнання для заводів й полігонів збірного залізобетона: Альбом-довідник під ред. К.А. Олехновича.- Полтава, 1997.- 29 с.
5. Павлицев В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. -К.:Вища шк.,1993. -556 с.

					ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Д1. Охорона праці при експлуатації віброформи

Д1.1 Аналіз шкідливих виробничих факторів, що виникають при експлуатації віброплощадки

Поліпшення умов праці, підвищення її безпеки і нешкідливості мають велике економічне значення, що позитивно впливає на економічні результати виробництва - продуктивність праці, якість і собівартість створюваної продукції.

Віброустановка для приготування бетонних блоків має два основних негативних факторів що впливають на людину: вібрація та електричний струм. Похідними негативними факторами від вібрації є акустичні коливання, шум, ультразвук, інфразвук.

Дія електричного струму на живу тканину носить різносторонній і своєрідний характер. Проходячи через організм людини, електрострум спричиняє термічну, електролітичну, механічну і біологічну дії.

Термічна дія струму виявляється опіками окремих ділянок тіла, нагрівом до високої температури органів, розташованих на шляху струму, викликаючи в них значні функціональні розлади. Електролітична дія струму виражається в розкладанні органічної рідини, зокрема крові, в порушенні її фізико-хімічного складу. Механічна дія струму приводить до розшарування, розриву тканин організму в результаті електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари з тканинної рідини і крові. Біологічна дія струму виявляється подразненням і збудженням живих тканин організму, а також порушенням внутрішніх біологічних процесів.

Малі механічні коливання, що виникають в пружних тілах або тілах, що знаходяться під впливом змінного фізичного поля, називаються

					<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	Арж.
<i>Змн.</i>	<i>Арж.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

До чинників виробничого середовища, що посилюють шкідливу дію вібрацій на організм, відносяться надмірні м'язові навантаження, несприятливі мікрокліматичні умови, особливо знижена температура, шум високої інтенсивності, психоемоційний стрес. Охолодження і змочування рук значно підвищує ризик розвитку вібраційної хвороби за рахунок посилення судинних реакцій. При сумісній дії шуму і вібрації спостерігається взаємне посилення ефекту в результаті його суммації, а можливо, і потенціювання.

При дії на організм загальної вібрації страждає в першу чергу нервова система і аналізатори: вестибулярний, зоровий, тактильний. Вібрація є специфічним подразником для вестибулярного аналізатора, причому лінійні прискорення - для отолітового апарату, а кутові прискорення - для півкруглих каналів внутрішнього вуха.

Інтенсивний шум на виробництві сприяє зниженню уваги і збільшенню числа помилок при виконанні роботи, виключно сильний вплив робить шум на швидкість реакцій, збір інформації і аналітичні процеси, із-за шуму знижується продуктивність праці і погіршується якість роботи. Шум утрудняє своєчасну реакцію працівників на попереджувальні сигнали внутрішньоцехового транспорту (автонавантажувачів, мостових кранів і тому подібне). В біологічному відношенні шум є помітним стресовим чинником, здатним викликати зрив пристосовних реакцій. Акустичний стрес може приводити до різних проявів: від функціональних порушень регуляції ЦНС до морфологічно зазначених дегенеративних деструктивних процесів в різних органах і тканинах. Ступінь шумової патології залежить від інтенсивності і тривалості дії, функціонального стану ЦНС і, що дуже важливе, від індивідуальної чутливості організму до акустичного подразника. Індивідуальна чутливість до шуму складає 4,17 %. Вважають, що підвищена чутливість до шуму визначається сенсibiliзованою вегетативною

					ОПББ 2313 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

реактивністю, властивою 11 % населення. Жіночий і дитячий організм особливо чутливі до шуму. Висока індивідуальна чутливість може бути однієї з причин підвищеної стомлюваності і розвитку різних неврозів.

Шум надає вплив на весь організм людини: пригніблює ЦНС, викликає зміну швидкості дихання і пульсу, сприяє порушенню обміну речовин, виникненню серцево-судинних захворювань, гіпертонічній хворобі, може приводити до професійних захворювань.

Специфічна шумова дія, що супроводжується пошкодженням слухового аналізатора, виявляється поволі прогресуючим зниженням слуху. У деяких осіб серйозне шумове пошкодження слуху може наступити в перші місяці дії, у інших - втрата слуху розвивається поступово, протягом всього періоду роботи на виробництві. Зниження слуху на 10 дБ практично невідчутно, на 20 дБ - починає серйозно заважати людині, оскільки порушується здатність чути важливі звукові сигнали, наступає ослаблення розбірливості мови.

Акустичні коливання. Фізичне поняття про акустичні коливання охоплює як чутні, так і нечутні коливання пружних середовищ. Акустичні коливання в діапазоні 16 Гц...209 кГц, сприймані людиною з нормальним слухом, називають звуковими, з частотою менше 16 Гц - інфразвуковими, вище 20 кГц ультразвуковими. Розповсюджуючись в просторі, звукові коливання створюють акустичне поле.

По спектральному складу залежно від переважання звукової енергії у відповідному діапазоні частот розрізняють низько-, середньо- і високочастотні шуми, по тимчасових характеристиках - постійні і непостійні, останні, у свою чергу, діляться на ті, що коливаються, переривисті і імпульсні, по тривалості дії - тривалі і короточасні. З гігієнічних позицій надається велике значення амплітудно-тимчасовим, спектральним і

					<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

імовірнісним параметрам непостійних шумів, найбільш характерних для сучасного виробництва.

Ультразвук як пружні хвилі не відрізняється від чутного звуку, проте частота коливального процесу сприяє більшому загасанню коливань унаслідок трансформації енергії в теплоту.

По частотному спектру ультразвук класифікують на: низькочастотний - колювання $1,2 \cdot 10^4 \dots 1,0 \cdot 10^5$ Гц; високочастотний - $1,0 \cdot 10^5 \dots 1,0 \cdot 10^9$ Гц; за способом розповсюдження - на повітряний і контактний ультразвук.

Низькочастотні ультразвукові колювання добре розповсюджуються в повітрі. Біологічний ефект дії їх на організм залежить від інтенсивності, тривалості дії і розмірів поверхні тіла, що піддається дії ультразвука. Тривалий систематичний вплив ультразвука, що розповсюджується в повітрі, викликає функціональні порушення нервової, серцево-судинної і ендокринної систем, слухового і вестибулярного аналізаторів. У тих, що працюють на ультразвукових установках відзначають виражену астенію, судинну гіпотонію, зниження електричної активності серця і мозку. Зміни ЦНС в початковій фазі виявляються порушенням рефлекторних функцій мозку (відчуття страху в темноті, в обмеженому просторі, різкі напади з почастишенням пульсу, надмірною пітливістю, спазми в шлунку, кишечнику, жовчному міхурі). Найбільш характерні вегетососудіста дистонія з скаргами на різке стомлення, головні болі і відчуття тиску в голові, утруднення при концентрації уваги, гальмування розумового процесу, безсоння.

Контактна дія високочастотного ультразвука на руки приводить до порушення капілярного кровообігу в руках, зниженню больової чутливості, тобто розвиваються периферичні неврологічні порушення. Встановлено, що ультразвукові колювання можуть викликати зміни кісткової структури з розрідженням щільності кісткової тканини.

					ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інфразвук - область акустичних коливань з частотою, нижче 16...20 Гц. В умовах виробництва інфразвук, як правило, поєднується з низькочастотним шумом, у ряді випадків - з низькочастотною вібрацією.

При дії інфразвуку на організм рівнем 110...150 дБ можуть виникати неприємні суб'єктивні відчуття і численні реактивні зміни: порушення в ЦНС, серцево-судинній і дихальній системах, вестибулярному аналізаторі. Відзначають скарги на головні болі, запаморочення, відчутні рухи барабаних перетинок, дзвін у вухах і голові, зниження уваги і працездатності; може з'явитися відчуття страху, сонливість, утруднення мови; специфічна для дії інфразвуку реакція - порушення рівноваги. При дії інфразвуку з рівнем 105 дБ відмічені психофізіологічні реакції у формі підвищення тривожності і невпевненості, емоційної нестійкості.

Встановлений аддитивний характер дії інфразвуку і низькочастотного шуму. Слід зазначити, що виробничий шум і вібрація надають агресивнішу дію, ніж інфразвук зіставних параметрів.

Д1.2 Технічні заходи з техніки безпеки передбачені в проекті

Одним з визначальних способів захисту тих, що працюють є конструктивні заходи захисту. Сюди відносяться віброізоляція робочих місць і самих вібромеханізмів, конструювання і впровадження нових найбільш сучасних формувальних машин, правильна експлуатація устаткування і догляд за ним.

Для захисту персоналу, що працює з внутрішніми і поверхневими вібраторами, рекомендується застосовувати амортизуючі пристосування — гасителі.

Частини форми повинні бути сполучені між собою без великих зазорів і люфтів в замках і шарнірах. Всі зазори в з'єднаннях і зчленуваннях машини також повинні бути мінімальними.

						ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Д1.2.2. Розрахунок захисного заземлення має за мету визначити параметри заземлення: кількість, розміри та розміщення одиничних заземлювачів і заземляючі провідників, при яких напруга дотикання і кроку в період замикання фази на заземлений корпус не перевищує допустимих значень.

Проведемо даний розрахунок в наступній послідовності:

Потрібне значення опору заземлюючого контуру 4 Ом.

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту $\rho_{розр}$, Ом·м, з урахуванням кліматичного коефіцієнта Ψ

$$\rho_{розр} = \rho \cdot \Psi, \quad (Д1.1)$$

$$\rho_{розр} = 1 \cdot 10^2 \cdot 1,5 = 150, \quad (Д1.2)$$

де ρ – наближене значення питомого опору ґрунту. Вибираємо по таблиці 8 [2], для суглинки $\rho = 1 \cdot 10^2$ Ом м;

ψ – кліматичний коефіцієнт, приймаємо по таблиці 9 [2], для суглинки при нормальній вологості $\psi = 1,5$.

Визначаємо конфігурацію заземлюючого контуру, тип і розміри вертикальних електродів. Приймаємо, що електроди розташовані по контуру. В якості вертикальних електродів будемо використовувати стальний кутик з шириною полки $b = 4$ см, довжину вертикального електрода приймаємо $l = 2,8$ м. В якості горизонтального електрода використовуємо сталю смужку 4x40. Відношення відстаней між електродами до довжини електрода $\frac{a}{l} = 2$.

Визначаємо опір розтіканню струму вертикального одиничного електрода R_e , Ом, за формулою

						ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$R_g = \frac{\rho_{\text{розр}}}{2\pi l} \left(l_n \frac{2l}{d} + 0.5l_n \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (\text{Д1.3})$$

де l – довжина електрода, $l=2,8$ м;

d – діаметр електрода. Внашому випадку

$$d=0,9b=0,9 \times 0,04=0,036 \text{ м},$$

де b – ширина полки кутика, $b = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$

t – відстань від верха землі до середини погруженого в землю електрода, $t=2$ м.

Підставивши всі необхідні значення у формулу 5.2 отримуємо

$$R_a = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,8} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2,8}{0,036} + 0.5 \ln \frac{4 \cdot 2 + 2,8}{4 \cdot 2 - 2,8} \right) = 46,19. \quad (\text{Д1.4})$$

Визначаємо орієнтовне число вертикальних електродів

$$n' = \frac{R_B}{R_n \eta_B}, \quad (\text{Д1.5})$$

$$n' = \frac{46,19}{4 \cdot 1} = 11,5 \approx 12, \quad (\text{Д1.6})$$

де R_n – потрібний опір заземлюючого контуру, $R_n=4$ Ом;

η_b – коефіцієнт використання вертикальних стержнів, попередньо приймаємо $\eta_b=1,0$.

Визначаємо фактичну кількість вертикальних електродів

$$n = \frac{R_B}{R_n \eta_B} = \frac{46,19}{4 \cdot 0,75} = 15,4 \approx 16, \quad (\text{Д1.7})$$

де η_b – коефіцієнт використання вертикальних стержнів, приймаємо по [2, с. 175], $\eta_b=0,75$;

Приймаємо 16 вертикальних електродів.

					ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо сумарну довжину горизонтального електрода l_2 , м,

$$l_2 = a \cdot n, \quad (\text{Д1.8})$$

$$l_{\bar{a}} = 5,6 \cdot 16 = 89,6, \quad (\text{Д1.9})$$

де a – відстань між електродами, $\frac{a}{l} = 2$, звідси
 $a = 2l = 2 \cdot 2,8 = 5,6$ м.

Визначаємо опір розтіканню струму горизонтального електрода R_2 , Ом,

$$R_2 = \frac{\rho_{\text{розр}}}{2\pi l_2} \ln \frac{l_2^2}{b_n t_{\text{кр}}}, \quad (\text{Д1.10})$$

$$R_{\bar{a}} = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 89,6} \ln \frac{89,6^2}{0,04 \cdot 0,65} = 3,37, \quad (\text{Д1.11})$$

де b_n – ширина сталюї смуги

$$b_n = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м};$$

$t_{\text{кр}}$ – відстань від верха землі до місця кріплення горизонтального електрода до оголовка, $t_{\text{кр}} = 650 \text{ мм} = 0,65 \text{ м}$.

Визначаємо загальний опір заземляючого контуру R_0 , Ом,

$$R_0 = \frac{R_{\bar{a}} \cdot R_2}{R_{\bar{a}} \eta_2 + R_2 \eta_{\bar{a}} \cdot n}, \quad (\text{Д1.12})$$

$$R_0 = \frac{46,19 \cdot 3,37}{46,19 \cdot 0,352 + 3,37 \cdot 0,75 \cdot 1,6} = 2,74, \quad (\text{Д1.13})$$

де η_2 – коефіцієнт використання смуги по [2, с. 175],
 $\eta_2 = 0,352$.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ОПББ 2313 ПЗ

Опір заземлюючого контуру вимоги електробезпеки задовольняє.

Схема заземлення показана на рисунку Д1.1

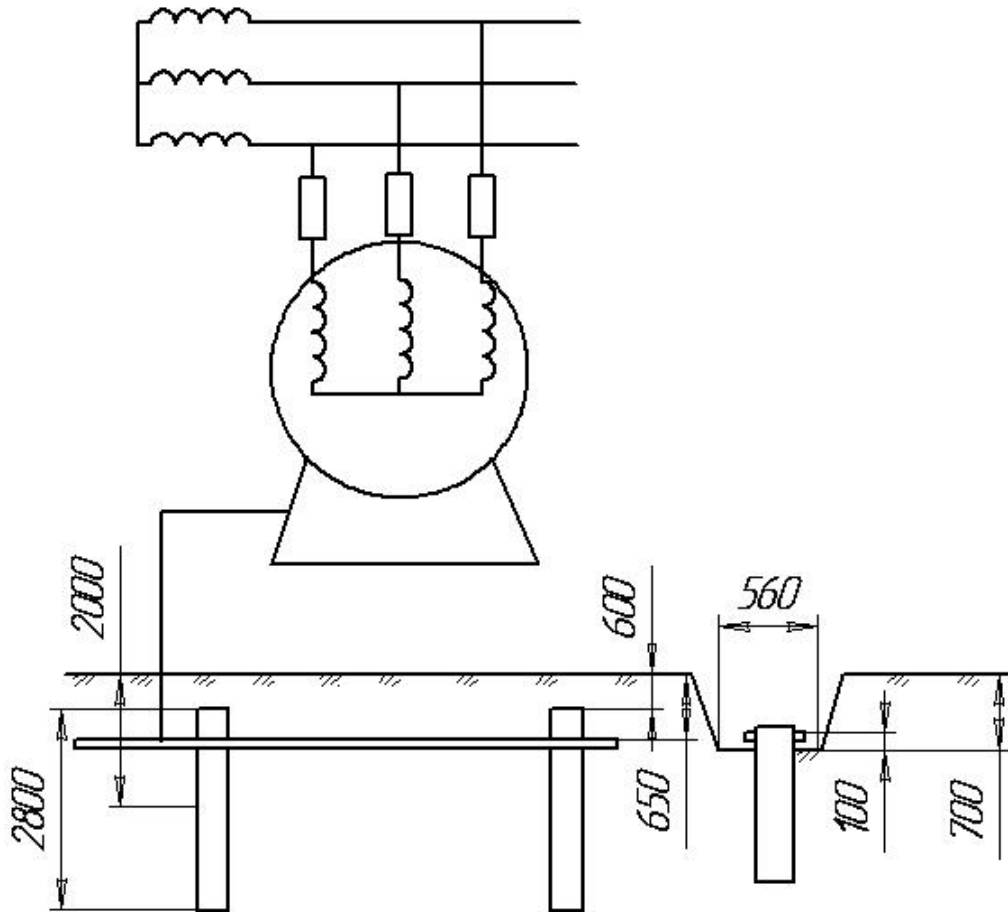


Рисунок Д1.1 – Схема заземлення

Д1.2. Розрахунок віброгасячої основи

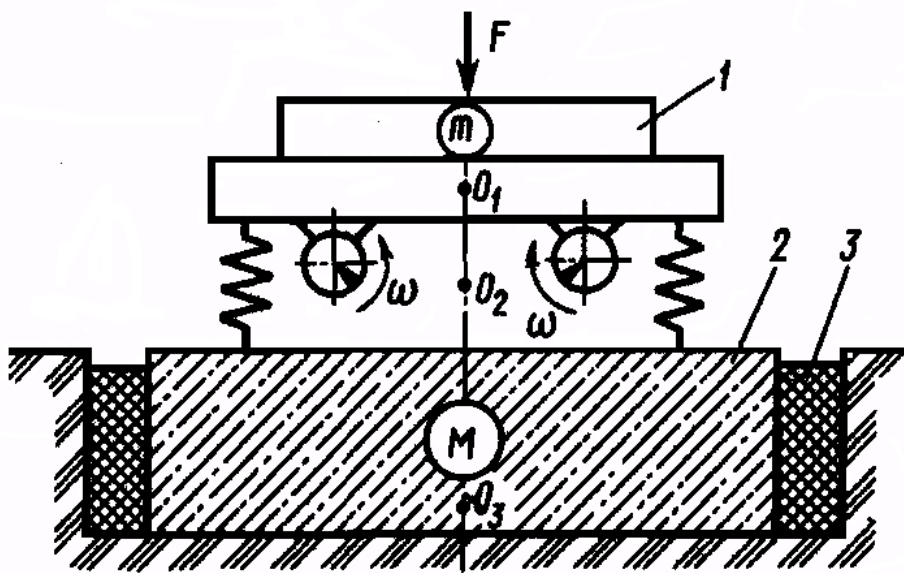
Оскільки на розроблювальній ділянці по виробництву залізобетонних виробів використовуються віброустановка для їхнього формування, то головне місце в питанні охорони праці займає захист робітників від вібрації.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ОПББ 2313 ПЗ

Арк.

Зменшити коливання передані на робочі місця від динамічно неврівноважених машин (у нашому випадку віброформи установки) можливо шляхом їхньої установки на масивні віброгасячі основи (рис.Д1.2)



1 – віброплощадка; 2 – основа (фундамент); 3 – акустичний шов.

Рисунок Д1.2 – Віброгасячі основа.

Конструктивно віброгасячі основи виконується у виді залізобетонної плити 2 по периметрі якої встановлюється акустичний шов 3, заповнюваний легкими пружними матеріалами і призначений для усунення безпосередньої передачі коливань від фундаменту до будівельних конструкцій. Фундамент під віброактивні машини повинні задовольняти умовам міцності і стійкості, а інтенсивність вібрацій робочих місць, розміщених на них, не повинна перевищувати значень, установлених ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008

						ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Розраховуємо віброгасячу основу під віброплощадку габаритом 2225x1000x600 мм і максимальною вантажопідйомністю 2т, загальною вагою 7500 Н, в тому числі рухомих частин

$P_{пч}=3900$ Н. Потужність привода 1,1 кВт, частота обертання 1450 хв^{-1} , максимальний кінетичний момент 2900 Нм, амплітуда вібропереміщень 0,2 мм, частота вібрації 30 Гц. Фундамент встановлюємо на суглинок середньої пористості з нормативним тиском, що допускається $K=3 \times 10^5$ Па.

Динамічне навантаження N , Н, що збуджується дебалансом, визначаємо по заданому сумарному кінетичному моменту $M_k=2900$ Нсм і частоті вібрації 30 Гц

$$N = \frac{M_k \omega^2}{g}, \quad (\text{Д1.14})$$

де $g=980 \text{ см/с}^2$ – прискорення вільного падіння;

ω – кутова частота, с^{-1} , $\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 30 = 188,4$.

Тоді

$$N = \frac{2900 \cdot 188,4^2}{980} = 105035 \quad (\text{Д1.15})$$

Визначаємо сумарну жорсткість K , Н, всіх опор

$$K = \frac{P_{пч}}{\lambda_{см}}, \quad (\text{Д1.16})$$

де $P_{пч}$ – вага рухомих частин, Н, $P_{пч} = 3900$;

$\lambda_{см}$ – статична осадка гумово металічних опор,

$\lambda_{см} = 0,5 \text{ м}$.

Тоді

$$K = \frac{3900}{0,005} = 780000. \quad (\text{Д1.17})$$

					ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо власну частоту вертикальних коливань підресорних частин віброплощадки ω_0 , с^{-1} ,

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m_{nc}}}, \quad (\text{Д1.18})$$

де m_{nc} – маса рухомих частин, кг, $m_{nc} = 390$,

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{780000}{390}} = 44,72, \quad (\text{Д1.19})$$

$$f_0 = \frac{44,72}{2 \cdot 3,14} = 1,12. \quad (\text{Д1.20})$$

Визначаємо нормальне динамічне навантаження N_ϕ , Н, що передається на фундамент

$$N_\phi = \frac{N}{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 - 1}, \quad (\text{Д1.21})$$

$$N_\phi = \frac{105035}{\left(\frac{188,4}{44,72}\right)^2 - 1} = \frac{105035}{16,75} = 6270,7. \quad (\text{Д1.22})$$

Виходячи з досліду проектування фундаментів під машини з динамічними навантаженнями, конструктивно приймаємо площу F_ϕ , м^2 , фундаменту. В першому наближенні задається маса фундаменту приблизно у два рази більша загальної маси віброплощадки $M_\phi = 1500$ кг

$$F_\phi = 2,225 \cdot 1 = 2,225. \quad (\text{Д1.23})$$

Розраховуємо коефіцієнт жорсткості природної основи K_z , Н/см^2 при вибраному ґрунті (суглинок), $R = 3 \times 10^5$ Па, $C_z = 50$ Н/см^2 (коефіцієнт пружного рівномірного стиску):

$$K_z = F_\phi C_z, \quad (\text{Д1.24})$$

$$K_z = 22250 \times 50 = 1112500. \quad (\text{Д1.25})$$

Визначаємо частоту власних вертикальних коливань фундаменту ω_ϕ , с^{-1} ,

$$\omega_\phi = \sqrt{\frac{K_z}{m_\phi}}, \quad (\text{Д1.26})$$

$$\omega_\delta = \sqrt{\frac{1112500}{390}} = 53,4, \quad (\text{Д1.27})$$

$$f_\delta = \frac{53,4}{2 \cdot 3,14} = 8,5. \quad (\text{Д1.28})$$

Розраховуємо амплітуду переміщення фундаменту a_ϕ , мм, під дією динамічної сили

$$a_\delta = \frac{N_\delta}{K_z \left[\left(\frac{\omega}{\omega_\delta} \right)^2 - 1 \right]}; \quad (\text{Д1.29})$$

$$a_\delta = \frac{6270,7}{1112500 \left[\left(\frac{188,4}{53,4} \right)^2 - 1 \right]} = 0,0014. \quad (\text{Д1.30})$$

Згідно ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 «Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги», $a_{\text{доп}}=0,009$ мм, тобто умова виконується.

						ОПББ 2313 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Д1.3 Вимоги безпеки

Оздоровлення шумової і вібраційної обстановки здійснюється у вигляді комплексного плану по створенню сприятливих умов праці на робочих місцях, складеної на підставі санітарно-гігієнічної оцінки умов праці, виявленої шляхом визначення джерел і причин підвищення шуму і вібрації; а також технічної оцінки коливань і шумових характеристик устаткування.

При ущільненні бетонної суміші параметри вібрації визначаються технологічними вимогами відносно легкоукладуваності і знаходяться вище нормованих величин. Так наприклад, при звичайній частоті коливань 3000. кол./хв. амплітуда складає 0,2 – 0,8 мм, а швидкість 5—20 см/с. Тому необхідно розробляти заходи щодо зниження шкідливої дії вібрації і пов'язаних з нею шумів. Одним з визначальних способів захисту тих, що працюють є конструктивні заходи захисту.

Існуючі конструкції віброплощадок при роботі створюють шум, що досягає 125 дБ. Основні причини його появи: значне тертя у вузлах і частинах машини; зіткнення між формою з бетоном і віброплощадкою; зіткнення металевих частин в з'єднаннях і зчленуваннях віброплощадки і форми; зіткнення в підшипникових вузлах вібратора; виникнення аеродинамічних шумів в результаті обертання елементів.

Шум віброплощадки залежить від правильної установки її на фундаменті. Якщо віброплощадка встановлена на заглибленому фундаменті, а всі отвори і щілини між підвішеною рамою (формою) і підлогою покриті щитами, рух повітря, що виникає при коливаннях столу, на шляху з приямка в простір над формою зустрічає великий опір. Внаслідок цього поліпшуються умови

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОПББ 2313 ПЗ					

форми. Порушення нормальної роботи механізмів кріплення форм приводить і до переміщення форм в плані, що може викликати з'їжджання форми з вібростола. Тому категорично забороняється працювати з незакріпленими формами і утримувати їх на місці руками.

Щоб гарантувати експлуатацію віброплощадки з нормально працюючим механізмом кріплення, в систему управління вводять блокування, що виключає включення віброплощадки при несправних магнітах, присосках вакууму і т.д.

Не можна переміщати або піднімати форму з вібростола поки не будуть відключені магніти або знятий вакуум.

Не дозволяється експлуатувати віброплощадку з відкритими звукоізолюючими кожухами.. Перед пуском віброплощадки в дію необхідно переконатися в надійності кріплення, перевірити гайки на шплінтування і т.ін.

Невчасне змащування вузлів віброагрегатів приводить до виходу з ладу деталей і додаткового шуму. Відсутність або недолік мастила в синхронізаторах і вібраторах підвищує шум на 15 дБ.

Масло по кількості і консистенції повинне відповідати вимогам інструкції з експлуатації віброплощадки.

Окрім вимог по вібро- і шумозахисту конструкція вібраційних механізмів і їх експлуатація повинні відповідати також іншим вимогам техніки безпеки.

Станкові вібратори і інші віброагрегати, що працюють в заводських умовах, слід добре заземляти. Всі ручні вібратори повинні мати напругу 42 В.

					<i>ОПББ 2313 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Включати електричні вібратори в електромережу необхідно тільки за допомогою штепсельних розеток і вилок. При переході з одного місця роботи на інше, а також при перервах в роботі вібратори слід вимикати. Бетонник, що працює електровібратором, повинен бути озутий в цілі гумові чоботи. Електропроводку до пересувних машин здійснюють ізольованим гнучким кабелем. Його підвіски і кріплення повинні виключати механічні пошкодження. Перед видачею ручного електровібратора робочому електриковому зобов'язаний переконатися в повній справності інструменту і живлячого кабелю.

Конструкція віброформовочної установки повинна забезпечувати безпеку її експлуатації, технічного обслуговування і ремонту.

Складальні одиниці віброформовочної установки повинні мати пристрої для підйому і транспортування. Захоплення дозволяється проводити тільки за ці пристрої.

Зварювання пристроїв для строповки повинен робити зварник атестований відповідно до Правил атестації зварників, затверджених Держгіртехнагляд.

Керування віброустановкою повинне бути дистанційним.

Сумарний час роботи віброформи не повинне перевищувати 1,5 години в зміну.

Розглянуті вище вимоги зниження вібрацій машин з динамічними навантаженнями повинні виконуватися і за цим необхідно суворо слідкувати. На дані вимоги особливо слід звернути увагу при встановленні на підприємстві нової техніки. Також необхідно постійно контролювати рівень шуму та вібрації на робочому місці, для збереження здоров'я робітника.

Арк.

ОПББ 2313 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

