

Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки

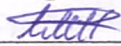
Кафедра галузевого машинобудування та мехатроніки
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

**Імпульсний вібраційний привантажувач
для доущільнення бетонних сумішей**

Дипломний проект

ГММ.201-пММ.004-00.00.00.000ДП

Розробив студент гр. 201-пММ

 А.С. Маргарян

„___” ___ 2023 р.

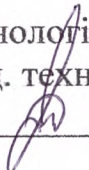
Керівник канд. техн. наук, доц

 М. М. Нестеренко

„15” серпня 2023 р.

Технологічний контроль

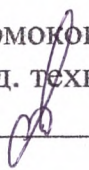
канд. техн. наук, доц

 О.С. Васильєв

„15” 06 2023 р.

Нормоконтроль

канд. техн. наук, доц.

 О.С. Васильєв

„16” 06 2023 р.

Допустити до захисту

завідувач

кафедри галузевого машинобудування
та мехатроніки канд. техн. наук, доц.

 О.В. Орісенко

Полтава 2023

№ рядок.	Форм.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
1					
2			Документація загальна		
3					
4			Вперше розроблена		
5					
6	A4	ГММ.201nMM.004-00.00.000T3	Технічне завдання	1	
7	A4	ГММ.201nMM.004-00.00.000A	Анотація	2	
8	A4		Пояснювальна записка		
9	A1	ГММ.201nMM.004-00.00.000 МК	Лінія для виготовлення		
10			Захисних залізобетонних		
11			елементів колекторів		
12			Монтажне креслення	1	
13	A1	ГММ.201nMM.004-00.00.000TK	Привантажувач		
14			Теоретичне креслення	1	
15	A1	ГММ.201nMM.004-00.00.000B3	Вібраційна площадка для		
16			формування захисних		
17			залізобетонних елементів		
18			Вигляд загальний	1	
19	A4	ГММ.201nMM.004-00.00.000ПЗ	Пояснювальна записка	87	
20					
21			Документація по		
22			складальних одиницях		
23					
24			Вперше розроблена		
25					
26	A4	ГММ.201nMM.004-01.00.000	Рама нижня	1	
27	A1	ГММ.201nMM.004-01.00.000СК	Рама нижня Складальне креслення	1	
28	A4	ГММ.201nMM.004-02.00.000	Рама верхня	1	
29	A1	ГММ.201nMM.004-02.00.000СК	Рама верхня Складальне креслення	1	
30					

ГММ.201nMM.004-00.00.000B5							
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Маргарян			15.06			
Перев.	Нестеренко			15.06			
Н.контр.	Васильєв			15.06			
Затв.	Орисенко			16.06			
Імпульсний вібраційний привантажувач для доуцільнення бетонних сумішей Відомість докваліфікаційної роботи					Літ.	Лист	Листів
					Н	1	2
					Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» 2023		

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кіл.	№екз.	Прим.
28						
29	A4	ГММ.201nMM.004-02.00.000	Рама верхня	1		
30	A1	ГММ.201nMM.004-02.00.000СК	Рама верхня Складальне креслен	1		
31	A4	ГММ.201nMM.004-05.00.000	Форма	1		
32	A3	ГММ.201nMM.004-05.00.000СК	Форма Складальне креслення	1		
33	A4	ГММ.201nMM.004-05.01.000	Піддон	1		
34	A3	ГММ.201nMM.004-05.01.000СК	Піддон Складальне креслення	1		
35						
36			<u>Документація по</u>			
37			<u>кресленнях деталей</u>			
38						
39			Вперше розроблена			
40						
41	A4	ГММ.201nMM.004-05.01.004	Ребро жорсткості	1		
42	A4	ГММ.201nMM.004-05.01.005	Стійка права	1		
43	A4	ГММ.201nMM.004-05.01.006	Стійка ліва	1		
44	A4	ГММ.201nMM.004-05.01.007	Ручка	1		
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
			ГММ.201nMM.004-00.00.000ВБ			Лист
						2

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки

Кафедра, циклова комісія Галузевого машинобудування та мехатроніки

Освітньо-кваліфікаційний рівень Бакалавр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування _____

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач
кафедри галузевого
машинобудування та
мехатроніки

О.В. Орисенко

"20" 03 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Маргаряну Алену Сейрановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи

«Імпульсний вібраційний привантажувач для доущільнення бетонних сумішей»
єрівник_к.т.н., доцент Нестеренко М.М.

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

Затверджені наказом вищого навчального закладу від 20.03.2023 № 236-а

1. Строк подання студентом роботи 16.06.2023 р.

2. Вихідні дані до роботи Вібраційна площадка типу ВПГ вантажопідйомністю

0,5 т. Габаритні розміри верхньої рами 2000x900мм. Розроблення імпульсного

привантажувача розмірами 800x800мм для додаткового доущільнення бетонних

виробів.

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
зробити) з точним зазначенням обов'язкових креслень: 1. Огляд сучасного обладнання

для формування бетонних виробів 2. Конструкторська пропозиція імпульсного

привантажувача та підбір конструкції вібраційної машини (установки) 3. Технологічна

картина 4. Охорона праці при експлуатації віброплощадки

Огляд загальний 1 аркуш А1, Складальне креслення рами 2 аркуши А1,

Складальне креслення привантажувача 1 аркуш А1. Принципові схеми 1 аркуш А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	

7. Дата видачі завдання 30.03.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<u>Аналіз літературних джерел, розрахунки</u>		+
	<u>працездатності конструкції.</u>	04.05	+
2	<u>Розробка креслень вигляду загального, складальних</u>		+
	<u>деталювання</u>	20.05	
3	<u>Компонування пояснювальної записки</u>	10.06	+
4	<u>Здача готової роботи</u>	15.06	+

Студент

(підпис)

А. С. Марп

(П

Керівник роботи

(підпис)

М.М. Нестер

(П

Анотація

Дипломна робота на тему: «Імпульсний вібраційний привантажувач для доущільнення бетонних сумішей».

Бакалаврська робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування – Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2021

Дипломний проект включає розрахунково пояснювальну записку на 88 аркушах формату А-4 та 6 аркушів креслень формату А-1.

Дипломний проект виконано у відповідності з завданням на дипломне проектування.

Актуальність теми дипломного проекту зумовлена тим, що на даному етапі розвитку дрібного та середнього будівельного виробництва формування залізобетонних виробів проводиться за допомогою машин різних типів, що мають різні конструктивні особливості. Відформовані за допомогою існуючого обладнання вироби не завжди в повній мірі відповідають вимогам по ряду показників. Вирішення проблеми досягається шляхом створення вібраційних машин з науково обґрунтованими технічними показниками.

У проекті виконано огляд існуючого як вітчизняного, так і зарубіжного обладнання для виробництва залізобетонних елементів. Розраховано та запроектовано вібраційну площадку для формування бетонних виробів та привантажувач для доущільнення. У технологічній частині розглянуто процес виготовлення привантажувача. Запропоновано та розраховано технічні й організаційні заходи з охорони праці під час експлуатації вібраційної площадки.

Ключові слова: вібрація, привантажувач, бетон.

ГММ.201-пММ.004-00.00.000 А					Анотація		
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лім.	Лист	Листів
Розроб.	Маргарян			15.06	Н		
Перев.	Нестеренко			15.06			
Керівн.	Нестеренко			15.06			
Н. контр.	Васильев			15.06			
Затв.	Орисенко			16.06			
					Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»		

Annotation

Thesis topic: "Impulse Vibratory Loader for Accelerating Concrete Mixtures"

Bachelor's thesis for the educational and qualification level of Bachelor in the specialty 133 Industrial Engineering at the National University "Poltava Polytechnic named after Yuri Kondratyuk," Poltava, 2021.

The diploma project consists of an explanatory note of 88 sheets in A-4 format and 6 sheets of drawings in A-1 format.

The diploma project was carried out in accordance with the assignment for the diploma design.

The relevance of the diploma project is due to the fact that at this stage of the development of small and medium-sized construction production, the formation of reinforced concrete products is carried out using machines of various types, which have different design features. The products formed using existing equipment do not always fully meet the requirements for a number of indicators. The problem is solved by creating vibration machines with scientifically substantiated technical parameters.

The project provides an overview of both domestic and foreign equipment for the production of reinforced concrete elements. A vibratory platform for forming concrete products and a loader for acceleration have been designed and calculated. The technological section considers the manufacturing process of the loader. Technical and organizational measures for occupational safety during the operation of the vibratory platform have been proposed and calculated.

Keywords: vibration, loader, concrete.

					ГММ.201-пММ.004-00.00.000 А	Лист
Лист	№ докум.	Підп.	Дата			

Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інституту інформаційних технологій та робототехніки

Кафедра галузевого машинобудування та механотроніки
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка до бакалаврської роботи

Бакалавр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

Імпульсний вібраційний привантажувач для доущільнення бетонних сумішей

Виконав: студент II курсу, групи 201-пММ
напряму підготовки (спеціальності)

133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Маргарян А.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник Наестеренко М.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Панфілов О.І.
(прізвище та ініціали)

Полтава – 2023 року

Зміст

Вступ	3
1 Огляд сучасного обладнання для формування бетонних виробів.....	5
1.1 Огляд вітчизняного обладнання для ущільнення бетонних виробів.....	7
1.2 Огляд зарубіжного обладнання	10
1.3 Сучасні конструкції віброплощадок типу ВПГ та привантажувачі	12
2 Конструкторська пропозиція імпульсного привантажвача та підбір конструкції вібраційної машини (установки)	29
2.1 Визначення основних конструктивних переваг	29
2.2 Підбір конструкції вібраційної машини (установки).....	44
2.3 Визначення технічної продуктивності	52
3 Технологічна частина	56
3.1 Призначення рами, умови роботи, вибір типу заготовки.....	56
3.2 Виготовлення привантажувача.....	56
3.3 Розрахунок часу при механічній обробці.....	60
4 Охорона праці при експлуатації віброплощадки.....	65
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів виникаючих при експлуатації віброплощадки	65
4.2 Технічні заходи з техніки безпеки передбачені в проекті.....	69
4.3 Інженерні розрахунки з охорони праці та техніки безпеки.....	71
4.3.1 Розрахунок заземлення.....	71

					ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Зміст	Лім.	Лист	Листів	
Розроб.	Маргарян		<i>МГР</i>	15.06		Н		1	
Перев.	Нестеренко		<i>НБЗ</i>	15.06					
Н. контр.	Васильєв		<i>ВВ</i>	16.06					
Затв.	Орисенко		<i>ОРИ</i>	16.06					
						Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»			

4.3.2 Розрахунок ефективності гумових амортизаторів	77
4.4 Техніка безпеки при експлуатації та обслуговуванні віброплощадки...	81
Висновки	84
Список літератури.....	86

Вступ

Імпульсний вібраційний привантажувач для доущільнення бетонних сумішей.

Імпульсний вібраційний привантажувач (іноді відомий як імпульсний пристрій або імпульсний вібратор) є спеціальним обладнанням, призначеним для прискорення отвердіння бетонної суміші шляхом застосування імпульсів вібрації. Цей пристрій зазвичай використовується в будівельній промисловості для полегшення процесу ущільнення бетону.

Основний принцип роботи імпульсного вібраційного привантажувача полягає в тому, що він створює короточасні інтенсивні імпульси вібрації, які передаються до бетонної суміші через спеціальну насадку або пристрій. Ці імпульси вібрації генеруються електричними або гідравлічними механізмами, що викликають коливання насадки з високою частотою.

Головна перевага використання імпульсного вібраційного привантажувача полягає в тому, що він дозволяє швидше та більш ефективно ущільнювати бетонну суміш, зменшуючи час необхідний для отвердіння та досягнення заданої міцності. Крім того, використання імпульсного вібраційного привантажувача може також покращити якість поверхні бетону та зменшити кількість в'язкого повітря у суміші.

На сьогоднішній день всебільшого значення набуває безпека на виробництві. Так як Українські газо нафтовидобувні компанії ведуть облаштування все нових і нових скажен методом глибинного буріння актуальності набирає експлуатація, обслуговування, ремонт і монтаж обладнання яке використовується на виробництві. Одним із шляхів покращення роботи обладнання яке використовується при бурінні є його модернізація із застосуванням наукової складової.

					ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ			
Вк.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Вступ	Лім.	Лист	Листів
Розроб.	Маргарян			15.06		Н		3
Перев.	Нестеренко			15.06		Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»		
Нерівник	Нестеренко			15.06				
Н. контр.	Васильєв			15.06				
Затв.	Орисенко			16.06				

1 Огляд сучасного обладнання для формування бетонних виробів

Основними вимогами до бетонних виробів є висока міцність і морозостійкість, які досягаються за допомогою щільних важких бетонів - основної сировини, необхідної для їх виготовлення. Найкращі показники в цих характеристиках спостерігаються у бордюрах, виготовлених з цементно-піщаних бетонів. У таких виробках присутні не лише відмінна морозостійкість і міцність, але й гладка поверхня, що робить їх візуально привабливими.

Відповідно до технічного завдання, ми маємо розробити обладнання для виготовлення бетонних виробів, яке зможе ефективно працювати як з тонкостінними, так і з об'ємними виробами. Основним методом виготовлення, який буде застосовуватися, є вібраційне формування. У цьому контексті особливо важливе запобігання руйнування, оскільки існує велика ймовірність пошкодження виробів під час їх виготовлення. Для досягнення високої якості будівельного матеріалу необхідне використання високоякісного обладнання, а не просто методу вібраційного пресування. Часто великі компанії використовують обладнання вібраційного типу, яке забезпечує високу якість продукту і високу продуктивність.

При розробці обладнання для виготовлення бетонних виробів ми також маємо звернути увагу на інші аспекти. Одним з них є ефективне управління процесом виготовлення, що включає точне дозування компонентів, правильне змішування і належне розподілення бетонної суміші. Важливо мати можливість контролювати якість і стабільність виробництва, забезпечуючи однорідність і надійність бетонних виробів.

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ							
Вик.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Огляд сучасного обладнання для формування бетонних виробів		
Розроб.	Маргарян			15.06			
Перев.	Нестеренко			15.06	Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»		
Вірник	Нестеренко			15.06			
Н. контр.	Васильєв			15.06			
Вітн.	Орисенко			16.06			
					Лім.	Лист	Листів
					Н	5	

Крім того, обладнання повинно бути ергономічним і безпечним для операторів. Надання легкості в експлуатації, доступу до необхідних зон для обслуговування та зменшення ризику виникнення травм є ключовими аспектами проектування.

Також важливо враховувати енергоефективність обладнання, забезпечуючи оптимальне використання ресурсів і зменшення негативного впливу на довкілля. Використання сучасних технологій, таких як енергозберігаючі системи та автоматизовані процеси, може сприяти досягненню цих цілей.

Загалом, наша мета полягає в розробці обладнання, яке поєднує в собі надійність, продуктивність, якість виробництва, безпеку операторів і екологічну ефективність. Це дозволить нашим клієнтам успішно виготовляти якісні бетонні вироби різних типів і задовольняти вимоги сучасного будівельного ринку.

Крім того, при розробці обладнання для виготовлення бетонних виробів слід враховувати потреби ринку та вимоги замовників. Наприклад, можуть існувати особливі вимоги до розмірів, форми або текстури виробів. Наша команда спроможна адаптувати обладнання для задоволення різноманітних потреб клієнтів.

Технологічні інновації також відіграють важливу роль у розробці обладнання для бетонного виробництва. Використання автоматизованих систем керування, дистанційного моніторингу та аналізу даних дозволяє підвищити ефективність виробництва, зменшити втрати та оптимізувати процеси.

Необхідно також враховувати гнучкість обладнання, забезпечуючи можливість виготовлення різноманітних продуктів зі змінними параметрами. Це дозволить відповідати на зміни на ринку та забезпечувати індивідуальні рішення для клієнтів.

1.1 Огляд вітчизняного обладнання для ущільнення бетонних виробів

На українському ринку технологій для виготовлення елементів бетонних конструкцій доступно різноманітне устаткування. У цьому огляді ми зосередимося на устаткуванні, яке базується на технології вібропресування - методі компактування бетонної суміші за допомогою вібраційних навантажень і статичного пресуючого тиску.

Технологія вібропресування передбачає застосування вібрації до бетонної суміші, що знаходиться у формі пресу, під час процесу виготовлення. Цей метод відомий своєю високою продуктивністю, можливістю автоматизації та широким спектром виробництва.

Варто відзначити, що бетон, який використовується при вібропресуванні, має низьке водоцементне співвідношення. Це дозволяє оптимізувати використання цементу та забезпечує високу міцність і морозостійкість готових виробів.

На сьогоднішній день українські підприємства активно використовують устаткування на основі вібропресування для виготовлення різних бетонних виробів, таких як блоки, плити, бордюри, труби тощо. Цей метод є надійним, ефективним та дозволяє досягати високої якості готової продукції.

Застосування технології вібропресування у виробництві бетонних елементів є важливим кроком у забезпеченні високих стандартів якості та довговічності будівельних конструкцій.

Сучасний розвиток українського ринку залізобетонних виробів свідчить про активну участь України у глобальному процесі перегляду традиційних уявлень про ці матеріали. Виробники устаткування для виготовлення залізобетонних виробів, зокрема елементів колекторів, демонструють значну активність на українському ринку, що підтверджує цей факт.

Один з основних виробників ліній для виготовлення лотків колекторів за технологією вібропресування в Україні - Черкаський завод "Строммашина" - був

					ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ	Лист
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

визнаний фахівцями цієї галузі до недавнього часу. Проте, Харківський машинобудівний завод спеціалізується на устаткуванні для виробництва елементів колекторів.

Крім цих підприємств, існує також ряд компаній, які займаються проектуванням та розробкою устаткування для виготовлення залізобетонних виробів. Наприклад, Черкаська фірма «KRUG» (рисунк 1.1) виробляє як малу мобільну техніку, так і високопродуктивні напівавтоматичні і автоматичні лінії, що дозволяють виготовляти широкий спектр бетонних виробів.

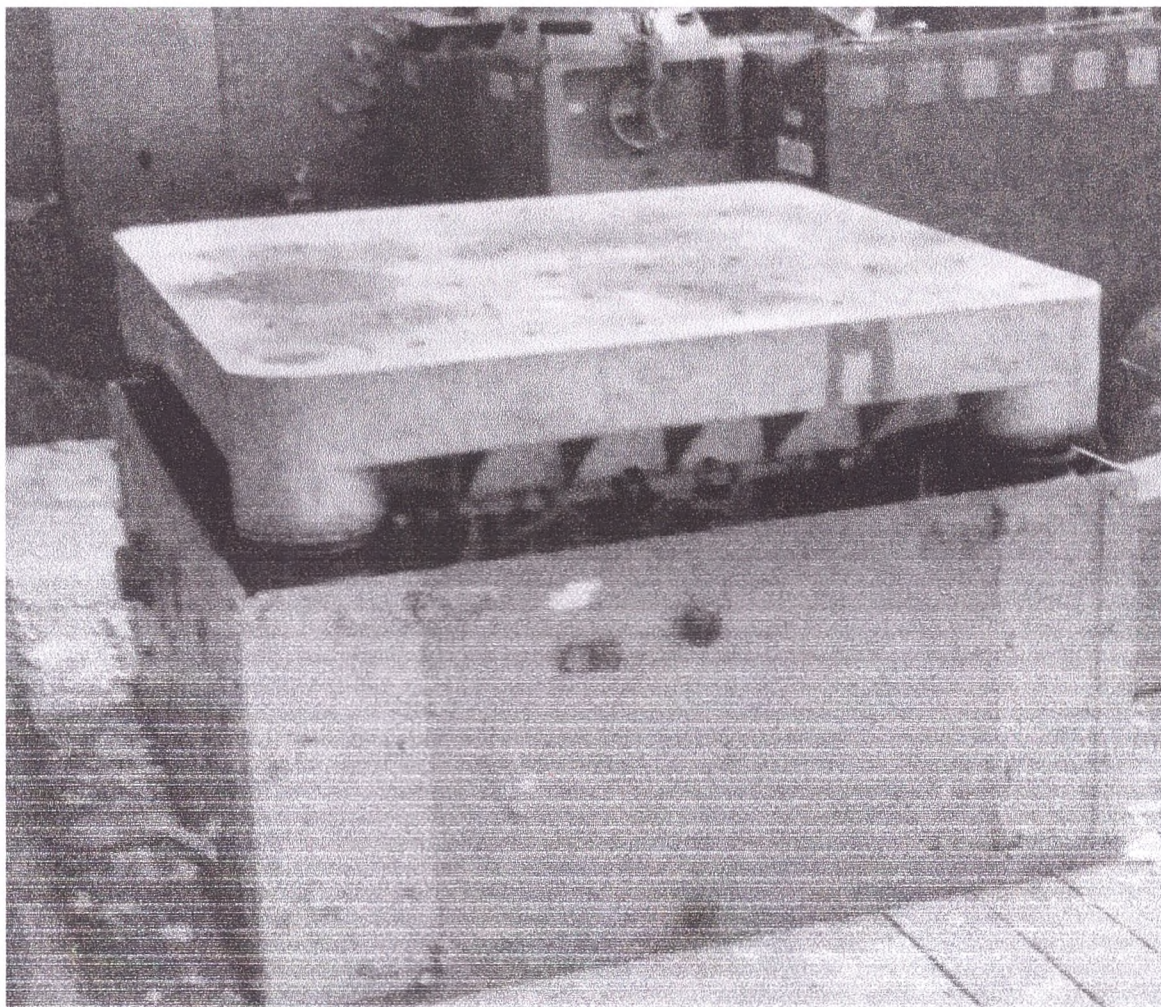


Рисунок 1.1 – Вібрустановка черкаської фірма «KRUG»

Ці компанії забезпечують виробництво як стандартних, так і спеціалізованих залізобетонних виробів з високою якістю та продуктивністю. Завдяки їх розробкам і інноваціям, українські підприємства мають доступ до

Лист	№ докум.	Підп.	Дата	

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист
8

сучасного устаткування, що сприяє подальшому розвитку будівельної галузі та задоволенню різноманітних потреб клієнтів.

На українському ринку також присутні невеликі віброустановки від ЗАТ "Конкрет". Ця компанія спеціалізується на власних розробках у галузі виготовлення бетонних виробів і пропонує устаткування, зокрема моделі "TL-101" (рисунок 1.2-1.3) і "TL-104". Зазвичай, цей тип устаткування придбають підприємці та представники малого бізнесу, які прагнуть займатися виробництвом елементів колекторів.

Ці невеликі віброустановки від ЗАТ "Конкрет" мають вигоду в тому, що вони дозволяють малим підприємствам розпочати виробництво залізобетонних виробів з невеликим початковим капіталом. Вони ефективно використовують технологію вібропресування, що забезпечує якісне ущільнення бетонної суміші і високу продуктивність.

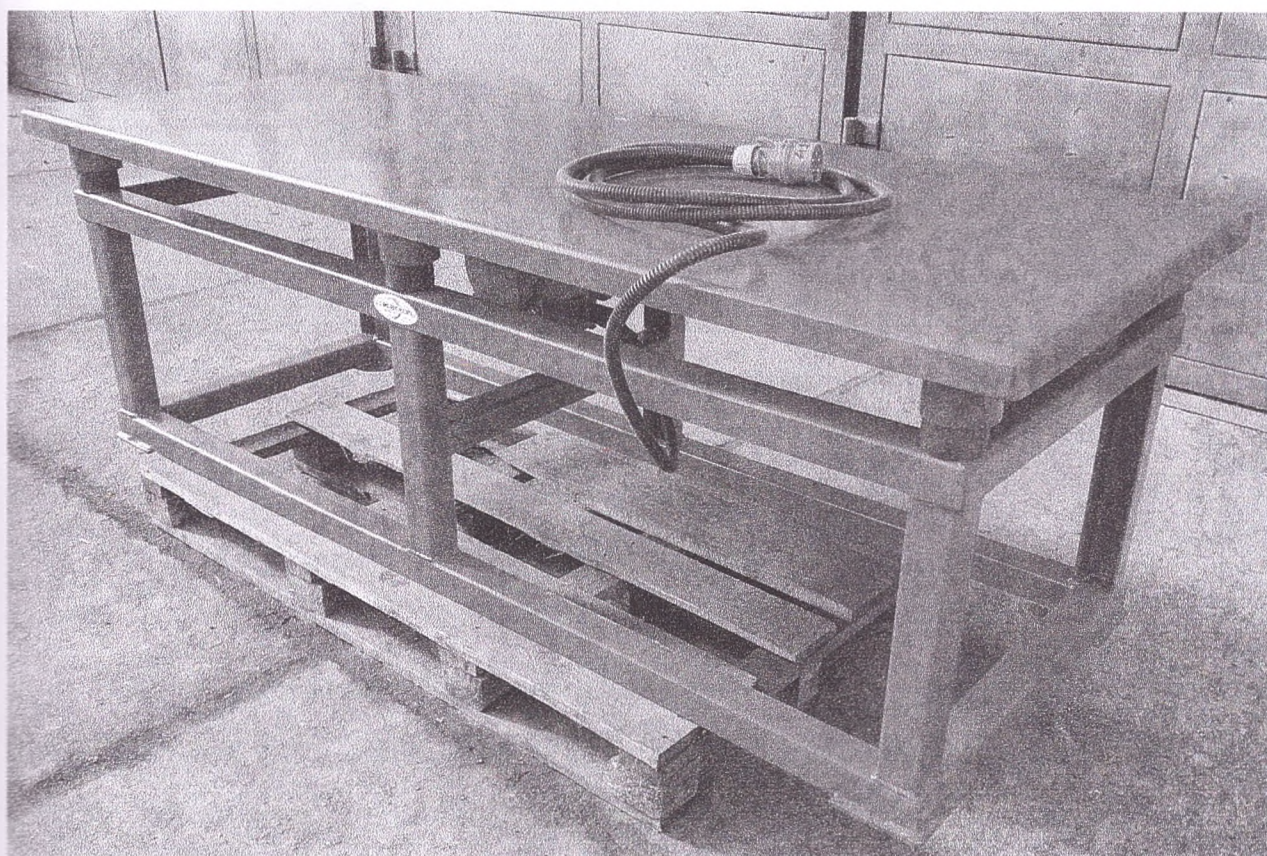


Рисунок 1.2 – Віброустановка ЗАТ "Конкрет"

Лист	№ докум.	Підп.	Дата	

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

9

Встановлення таких віброустановок дозволяє підприємствам самостійно виготовляти елементи колекторів з використанням високоякісного бетону і відповідати вимогам ринку. Це може стати перспективним напрямком для малих бізнесів, що бажають розвиватися в галузі виробництва залізобетонних виробів.

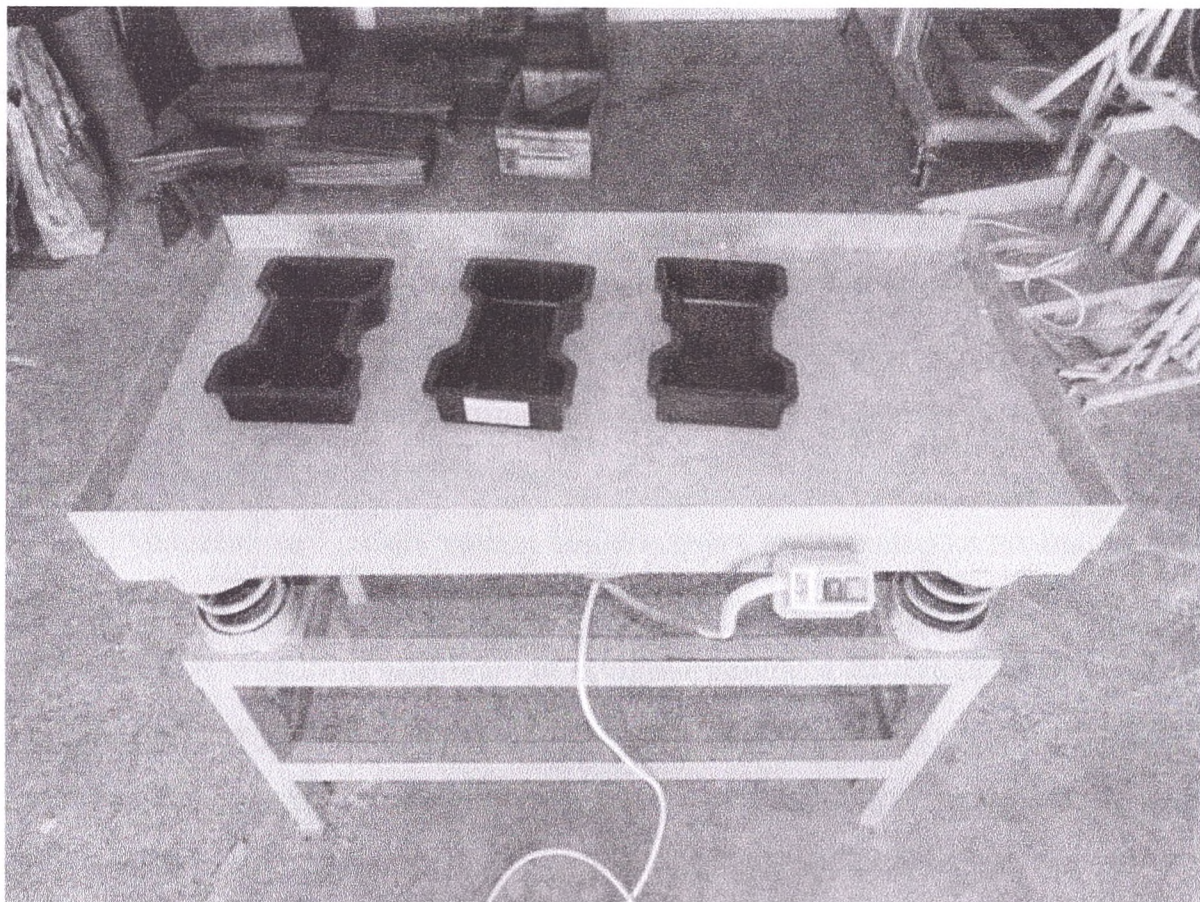


Рисунок 1.3 – Рисунок 1.2 – Віброустановка ЗАТ "Конкрет" для виготовлення тротуарної плитки

1.2 Огляд зарубіжного обладнання

Серед виробників устаткування для виготовлення лотків колекторів значну активність на українському ринку проявляють зарубіжні компанії, зокрема з США, Німеччини і Польщі, які пропонують свої технологічні розробки. Наприклад, американська компанія COLUMBIA MACHINE, INC. активно

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист
10

впроваджує на українському ринку заводи нового покоління для виробництва залізобетонних виробів.

Завдяки системам гідравлічного вібропресування та швидкої зміни робочих форм, компанія COLUMBIA MACHINE, INC. надає реальну можливість виготовляти різноманітну бетонну продукцію без необхідності змінювати всю технологічну лінію. Це дозволяє ефективно і гнучко виробляти різні види залізобетонних виробів з високою якістю і продуктивністю.

Такі технологічні рішення від зарубіжних компаній вносять нові можливості в галузь виробництва залізобетонних виробів на українському ринку. Вони сприяють покращенню якості, ефективності та розширенню асортименту бетонної продукції, що задовольняє потреби ринку і сприяє розвитку будівельної галузі в Україні.

На українському ринку також відома друга американська компанія Besser Company, яка спеціалізується на виготовленні устаткування для виробництва різних бетонних виробів, включаючи блоки, елементи ландшафту, архітектурні вироби, бетонні труби та елементи колекторів. Устаткування цієї компанії також використовується для виготовлення дорожньо-тротуарної продукції, стінових будівельних блоків та лотків колекторів за технологією вібропресування.

Німецька технологія виробництва лотків колекторів представлена на українському ринку переважно за допомогою бетоноформовочного устаткування компанії HESS. Ця компанія виготовляє устаткування як для виробництва дорожньо-тротуарної продукції, так і для виробів, що використовуються для збирання колекторів.

Зокрема, комплекс MULTIMAT RH 2000 VA від компанії HESS включає устаткування для виробництва, сушіння і упаковки елементів дорожньо-тротуарної продукції і повністю відповідає сучасним вимогам технології виробництва залізобетонних елементів.

Таке розмаїття зарубіжного устаткування, представленого на українському ринку, надає виробникам залізобетонних виробів широкі можливості вибору

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

11

технологій і обладнання, що відповідають їх потребам і допомагають досягти високої якості та ефективності виробництва.

На українському ринку також працюють вібропреси компанії ZENIT з Німеччини, які спеціалізуються на виробництві устаткування для виготовлення елементів дорожно-тротуарної продукції. Їх вібропреси дозволяють виготовляти різноманітні елементи, такі як бордюри, колекторні та добірні балки, блоки стінових та кутових колекторів, стінові панелі та інші.

Також на українському ринку представлене польське устаткування, зокрема стаціонарні вібропреси НК-93, НК-93 М, НК-93 Z, а також установки НК-6 BIS і пересувні вібропреси НК-696J "HERKULES". Ці вібропреси призначені для виробництва лотків, бордюрів, колекторних та добірних балок, стінових блоків та кутових колекторів, стінових панелей та інших бетонних виробів.

Представлені на ринку німецькі та польські вібропреси дозволяють виробникам залізобетонних виробів використовувати різні технології та обладнання, що допомагає їм розширювати асортимент продукції і виготовляти високоякісні елементи для дорожно-тротуарних систем та інших проєктів.

1.3 Сучасні конструкції віброплощадок типу ВПГ та привантажувачі

В Полтавській політехніці розроблялися конструкції віброплощадок типу ВПГ які зарекомендували себе як надійні вібраційні машини.

Віброплощадки типу ВПГ, що випускаються рядом ремонтно-механічних заводів, знайшли широке застосування на підприємствах збірного залізобетону. Їх конструкція проста і надійна, а енергоспоживання відносно низьке. Крім того, вони можуть використовувати фундаменти з невеликою масою.

Віброплощадки уніфікованого ряду доступні у семи типорозмірах з вантажопідйомністю від 10 до 30 тонн. Вони дозволяють формувати основну

Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

номенклатуру залізобетонних виробів з використанням бетонних сумішей найбільш поширеного типу, що мають рухомість 3 см і більше. Форма з бетонною сумішшю не потребує закріплення на рухомій рамі віброплощадки, а лише жорсткі клинові упори утримують її і запобігають зсуванню. Це спрощує процес формування виробів і забезпечує їхню стабільність під час вібрації.

Використання уніфікованих віброплощадок типу ВПГ дозволяє підприємствам збірного залізобетону забезпечувати ефективно та швидко виробництво залізобетонних виробів різних типів і розмірів.

Віброплощадки типу ВПГ з просторовими коливаннями рухомої рами демонструють можливість технічного переоснащення заводів і полігонів збірного залізобетону з мінімальними витратами. Вони мають такі переваги:

- Використання уніфікованих вузлів: Віброплощадки типу ВПГ складаються з уніфікованих вузлів, що спрощує їх монтаж, обслуговування та ремонт. Це дозволяє здійснювати технічне переоснащення заводів без значних витрат на спеціалізовані комплектуючі вироби.
- Простота конструкції: Віброплощадки типу ВПГ мають просту конструкцію, що сприяє їх надійності та легкості в експлуатації. Це також дозволяє знизити витрати на пуско-налагоджувальні роботи та обслуговування.
- Можливість виготовлення на неспеціалізованих заводах: Віброплощадки типу ВПГ можуть бути використані для як одиничного, так і серійного виробництва на неспеціалізованих машинобудівних заводах. Це робить їх доступними для широкого кола підприємств.
- Ефективне використання на відкритих полігонах: Віброплощадки типу ВПГ можуть бути успішно використані на відкритих полігонах протягом усього року. Їхні можливості працювати в різних погодних умовах роблять їх ефективними та придатними для постійної експлуатації.
- Дотримання санітарно-гігієнічних вимог: Віброплощадки типу ВПГ відповідають санітарно-гігієнічним вимогам, що стосуються рівня шуму та вібрації на робочих місцях формувальників-бетонників. Це важливо з точки

зору забезпечення здорових та безпечних умов праці для робітників.

Загалом, віброплощадки типу ВПГ є ефективними і економічно вигідними рішеннями для технічного переоснащення підприємств збірного залізобетону. Вони забезпечують широкі можливості виготовлення різноманітних залізобетонних виробів, дотримуються вимог щодо якості та безпеки виробництва, та можуть бути застосовані як на спеціалізованих заводах, так і на неспеціалізованих машинобудівних підприємствах.

Віброплощадки типу ВПГ володіють такою властивістю, як можливість якісного і продуктивного формування всієї номенклатури запланованого об'єкту або окремого заводу збірного залізобетону. Це значно спрощує процес виготовлення виробів, комплектацію обладнання, навчання формувальників, а також забезпечує зручність технічного обслуговування та поточний ремонт.

Віброплощадки типу ВПГ є пасивними вібромашинами, які працюють на частоті 24-30 Гц або 50 Гц. Просторові коливання рухомої рами на цих частотах мають достатню технологічну ефективність, досягаючи прискорень в горизонтальній площині в діапазоні від 1,5 до 2,5 g (прискорення від земного притяжіння). При цьому рівень звукового тиску, що виникає від роботи віброплощадок, не перевищує санітарно-гігієнічних норм і не потребує додаткових заходів зі зменшення шуму.

Таким чином, віброплощадки типу ВПГ є ефективними і економічно доцільними засобами для виробництва залізобетонних виробів. Вони поєднують універсальність, надійність та високу продуктивність, забезпечуючи відповідність санітарно-гігієнічним вимогам та мінімізуючи вплив шуму на робочі місця.

При формуванні виробів з рухомістю сумішей в межах 5–9 і 1–4 см, форми різних розмірів встановлюються на рухомій рамі віброплощадки без додаткового закріплення, а лише за допомогою поперечних упорів, що обмежують сповзання. У випадку використання більш жорстких сумішей з рухомістю 5–10 і 11–20 см, форми на рухомій рамі віброплощадки закріплюються за допомогою двох-трьох

пар жорстких клинових упорів. У місцях закріплення форм, піддони повинні мати калібровані розміри для забезпечення точності формування.

Окрім вантажопідйомності, розміру рухомої рами та інтенсивності вібрації, споживацькі якості віброплощадок типу ВПГ значною мірою залежать від варіантів розташування віброзбудників з вертикальними або похилими дебалансними валами відносно центра мас коливальної системи. Використання вертикальних або похилих дебалансних валів має свої переваги і може впливати на ефективність роботи віброплощадки.

Таким чином, віброплощадки типу ВПГ забезпечують гнучкість і точність формування різноманітних виробів залізобетону, залежно від характеристик використовуваних бетонних сумішей.

Розташування віброзбудників у віброплощадках має велике значення для досягнення високої якості та ефективності роботи. Віброзбудники створюють коливання, які передаються до форми і бетонної суміші, що сприяє компактності та розподілу матеріалу у формі.

Правильне розташування віброзбудників дозволяє забезпечити однорідну вібрацію по всій площадці формування, уникнути нерівномірного згортання або недозгортання бетону. Крім того, оптимальне розташування віброзбудників дозволяє знизити ризик утворення порожнин, тріщин або інших дефектів у виготовлених виробах.

Варіанти розташування віброзбудників можуть включати їх розміщення з одного боку форми, з обох боків або зверху. Вибір оптимального розташування залежить від типу та розмірів виробу, його складності та особливостей формування. Професіональні технічні умови та вказівки виробника віброплощадки надають рекомендації щодо оптимального розташування віброзбудників для різних видів виробів.

Додатково, важливим аспектом є правильна синхронізація роботи віброзбудників, щоб забезпечити однакову інтенсивність вібрації по всій

площадці формування. Це може досягатися за допомогою спеціальних механізмів синхронізації або програмованого керування віброплощадкою.

Таким чином, вірне розташування віброзбудників і їх правильна синхронізація є важливими факторами, що впливають на якість та ефективність роботи віброплощадок типу ВПГ. Вірне розташування віброзбудників дозволяє забезпечити однорідну вібрацію по всій площадці формування, що сприяє однаковому компактуванню матеріалу та підвищує якість отриманих виробів. Крім того, правильна синхронізація роботи віброзбудників дозволяє уникнути нерівномірного згортання або недозгортання бетону, що може впливати на міцність та довговічність виробів.

Оптимальне розташування віброзбудників і їх синхронізація зазвичай вимагають певного експериментування та налаштування, залежно від конкретних потреб та вимог виробництва. Інженери та фахівці з виробництва зазвичай проводять дослідження і випробування, щоб знайти оптимальні параметри розташування віброзбудників для конкретних типів виробів та форм.

Важливо також враховувати, що оптимальне розташування віброзбудників може змінюватися в залежності від конкретних умов виробництва та вимог до виробів. Наприклад, для складних форм або великогабаритних виробів можуть використовуватися спеціальні конфігурації розташування віброзбудників, щоб забезпечити рівномірну вібрацію по всій поверхні.

Віброплощадки типу ВПГ використовують електродвигуни, які встановлені на підмоторних рамах. Передача обертання від електродвигунів до валів віброзбудників здійснюється за допомогою клинопасової передачі або гнучких муфт. У таких конструкціях віброплощадок відсутні зубчасті передачі.

Одним із основних аспектів конструкції віброплощадок типу ВПГ є зниження рівня шуму до санітарно-гігієнічних норм. Це досягається за рахунок використання високочастотних складових вібрації. Високочастотні коливання дозволяють зменшити шумове навантаження на робочих місцях операторів.

Деякі типорозміри віброплощадок типу ВПГ мають порожнини у рухомій рамі з коробчастим поперечним перерізом неподалік від місць кріплення віброзбудників. Ці порожнини можуть бути заповнені бетонною сумішшю. Такий підхід дозволяє досягти позитивного ефекту, зменшуючи звільнений простір у рамі, при незначному збільшенні маси, що коливається. Це може покращити якість роботи віброплощадок і забезпечити більш стійку та ефективну роботу під час формування виробів з бетонної суміші.

В цілому, правильне розташування віброзбудників, використання відповідних передач та зменшення рівня шуму є важливими факторами, що впливають на якість і ефективність роботи віброплощадок типу ВПГ у виробництві залізобетонних виробів.

Конструктивні схем віброплощадок які рекомендовано для площадок типу ВПГ представлені на рисунку 1.3.

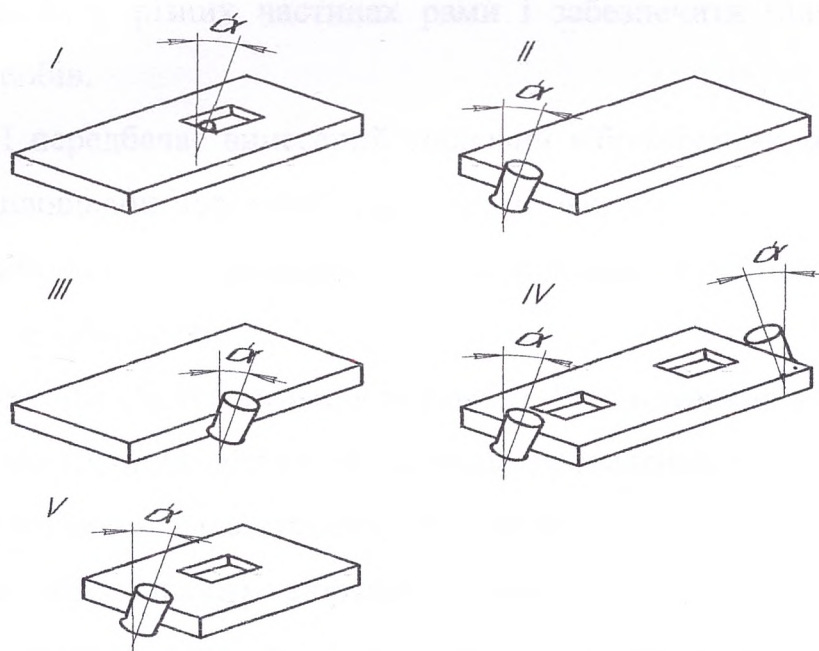


Рисунок 1.4 – Рекомендовані конструктивні схеми віброплощадок типу ВПГ

Варіант I, з заглибленим розташуванням віброзбудника у вікні рухомої рами, має деякі переваги порівняно з іншими конструктивними варіантами віброплощадок типу ВПГ. Основні характеристики цього варіанту включають:

Проста конструкція та мінімальні габарити в плані відносного розміру форми. Заглиблене розташування віброзбудника сприяє компактності віброплощадки, що може бути важливим фактором, особливо у виробництві з обмеженим простором.

Рівномірне розподілення складових амплітуд вібропереміщень по трьом координатним осям навколо периметра рухомої рами. Це сприяє однаковому впливу вібрацій на всю поверхню форми, що допомагає досягти якісного формування виробів.

Зменшення вертикальних складових вібропереміщень в центральній частині рухомої рами. Це може бути досягнуто шляхом нахилу осі обертання віброзбудника на $15-26^\circ$ від вертикалі. Такий нахил дозволяє вирівняти амплітуди вібрацій у різних частинах рами і забезпечити більш однорідне формування виробів.

Варіант II передбачає винесений торцевий віброзбудник, який збільшує габарити віброплощадок порівняно з розмірами форм і вимагає встановлення захисних кожухів над віброприводами. Проте цей конструктивний варіант має свої переваги та особливості:

Зручне технічне обслуговування та ремонт. Розташування віброзбудника з винесеним торцем спрощує доступ до нього для проведення технічних операцій, таких як обслуговування, налаштування або ремонт.

Понижена інтенсивність вібрації у певних зонах. У цьому варіанті віброплощадки можуть бути дві зони пониженої інтенсивності вібрації: в центральній частині та на віддаленій від віброзбудника відстані. Це може мати певний вплив на формування виробів, але гнучкі коливання елементів піддону форми та її бортів сприяють згладжуванню цих ефектів.

Контроль якості в зонах ризику. Вібраційні характеристики вказаних зон можуть впливати на якість ущільнення бетонних сумішей. Тому контроль якості і товарного вигляду довговимірних виробів у цих зонах є важливим аспектом.

Вкладання перших порцій бетонної суміші. Щоб забезпечити рівномірне ущільнення суміші по всій довжині виробу, можна спочатку внести перші порції бетонної суміші у зазначені місця форми.

Варіант III включає розташування віброзбудника на довгій стороні рухомої рами віброплощадки. Основні особливості цього варіанта:

Рівномірне розподілення поперечних амплітуд вібропереміщень. За такої конфігурації розташування віброзбудника, поперечні амплітуди вібропереміщень будуть розподілені більш рівномірно по рухомій рамі віброплощадки. Це може бути важливо для формування об'ємних елементів з центральною порожниною.

Збереження зменшених значень вертикальних складових амплітуд. У центральній частині рухомої рами віброплощадки вертикальні складові амплітуд вібропереміщень залишаються зменшеними, що є важливою умовою для формування об'ємних елементів великої висоти з центральною порожниною.

Нахил від обертання балансного валу. У разі потреби може бути застосований нахил від обертання балансного валу для ліквідації "нульової зони" вертикальних складових амплітуд вібропереміщень. Проте це може ускладнити компоновку віброприводу.

Варіант IV включає в себе використання двох незалежних віброзбудників з піднятими або заглибленими відносно робочої поверхні рухомої рами віброплощадки. Основні особливості цього варіанта:

Ефект самосинхронізації. За цією конструкцією два віброзбудники можуть створювати одночасно поворотні коливання рухомої рами відносно її поздовжньої осі. Це дозволяє реалізувати ефект самосинхронізації, що забезпечує рівномірне розподілення переважно поперечних амплітуд вібропереміщень.

Нахил осей обертання балансних валів. Нахил осей обертання балансних валів може зменшити нерівномірне розподілення вертикальних складових амплітуд вібропереміщень у поперечному напрямку. Це дозволяє збільшити вертикальні складові коливань по всій поверхні рухомої рами і підвищує технологічну ефективність віброплощадки для якісного ущільнення жорстких бетонних сумішей.

Режим синхронізації. У зв'язку з пружністю рухомої рами та хвильовою природою передачі енергії від одного віброзбудника до іншого, режим синхронізації має характер биття з періодом 4-8 секунд. Це призводить до періодичного нарощування величин поздовжніх складових амплітуд вібропереміщень рухомої рами і підвищує технологічну ефективність віброплощадки.

Варіант V передбачає використання двох незалежних віброзбудників, розташованих на суміжних сторонах рухомої рами віброплощадки. Основні особливості цього варіанту:

Ефект самосинхронізації. Використання двох віброзбудників дозволяє реалізувати ефект самосинхронізації, що забезпечує збільшення переважно горизонтальних коливань по діагоналі рухомої рами. Це ефективне технічне рішення для формування об'ємних елементів з квадратним або прямокутним поперечним перерізом.

Рівномірне ущільнення. Вертикальні опалубні поверхні форми сприймають однакові динамічні імпульси, що дозволяє забезпечити однаковий ступінь ущільнення всіх чотирьох вертикальних стінок об'ємного виробу. Це особливо важливо при формуванні великих елементів з високою масою.

Ефективність формування великогабаритних виробів. Використання варіанту V з нахиленими віброзбудниками збільшує вертикальну складову вібропереміщень, що є корисним при формуванні великогабаритних виробів з розмірами в плані 6х6, 9х9 або 12х12 метрів.

Скорочення строків будівництва. Встановлення такої віброплощадки на відкритому полігоні поряд з будівництвом дозволяє формувати великогабаритні фрагменти збірно-монолітних споруд, що сприяє реалізації прогресивних об'ємно-планувальних рішень та скороченню строків будівництва.

Привантажувачі, також відомі як пригрузи, є пристроями, які використовуються для доущільнення бетонних сумішей на вібраційних площадках. Ці пристрої допомагають видалити повітряні мішки з бетону і забезпечують однорідність та компактність структури.

Основна роль привантажувача полягає у виконанні вищезгаданої задачі шляхом розподілу та розташування бетонної суміші на вібраційній площадці. Це допомагає уникнути утворення порожнин, повітряних кишень та інших недоліків, які можуть виникнути при неправильному розподілі бетону.

Привантажувачі мають різні типи та конструкції, але їх основним завданням є забезпечення рівномірного розподілу бетону на вібраційній площадці та його компактність. Деякі привантажувачі працюють за допомогою ручного керування, водночас як інші можуть бути автоматизованими і використовувати програмне забезпечення для керування операціями.

Основні переваги використання привантажувачів для доущільнення бетону на вібраційних площадках включають:

1. **Однорідність:** Привантажувачі допомагають забезпечити рівномірний розподіл бетонної суміші на всій площадці, що призводить до однорідності і компактності структури.
2. **Видалення повітряних мішків:** Привантажувачі допомагають видалити повітряні мішки, які можуть утворитися під час розташування бетону. Це покращує міцність та довговічність бетонної конструкції, оскільки повітряні мішки можуть стати місцем утворення слабких точок, які під час експлуатації можуть призвести до пошкоджень або руйнування.
3. **Ефективність роботи:** Використання привантажувачів дозволяє знизити

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

21

час і зусилля, потрібні для розташування і компактування бетону на вібраційних площадках. Це полегшує процес будівництва і дозволяє збільшити продуктивність.

4. Покращена якість поверхні: Завдяки рівномірному розподілу бетону та його компактизації привантажувачами досягається покращена якість поверхні бетонної конструкції. Це особливо важливо в випадку, коли поверхня буде видимою або потребує подальшої обробки.
5. Зниження витрат: Використання привантажувачів допомагає зменшити витрати на відновлення або ремонт бетонних конструкцій, оскільки правильне доощільнення сприяє покращенню міцності та довговічності.

Важливо враховувати, що вибір конкретного типу привантажувача може залежати від розміру проекту, доступної техніки та вимог щодо якості бетонної конструкції. Рекомендується звернутися до фахівців або виробників спеціалізованої техніки для отримання конкретних рекомендацій щодо вибору та використання привантажувачів для доощільнення бетонних сумішей на вібраційних площадках у вашому конкретному випадку.

Нами розглянуто різні типи привантажувачів, зокрема:

1. Плити-пригрузи: Це плоскі, тверді металеві або дерев'яні плити, які розташовуються на поверхні бетонної суміші. Вони розподіляють вагу рівномірно і допомагають забезпечити компактність. Плити-пригрузи можуть мати різну форму і розмір в залежності від вимог проекту.

2. Колодязі-пригрузи: Це конструкції у вигляді прямокутних або квадратних ящиків з відкритою верхньою частиною. Вони заповнюються бетонною сумішшю і розміщуються на вібраційній площадці. Колодязі-пригрузи допомагають утримувати бетон на місці та забезпечують його рівномірний розподіл.

3. Пластини-пригрузи: Це металеві або дерев'яні пластини з отворами або вирізами, які розташовуються на бетонній поверхні. Пластини-пригрузи

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

22

використовуються для розподілу бетону і забезпечення його компактності.

4. Вібраційні пригрузи: Це спеціальні пристрої, які поєднують в собі функцію привантажувача і вібраційного елементу. Вони використовуються для одночасного доощільнення і вібрації бетонної суміші. Вібраційні пригрузи забезпечують високу якість компактизації і розподілу бетону.

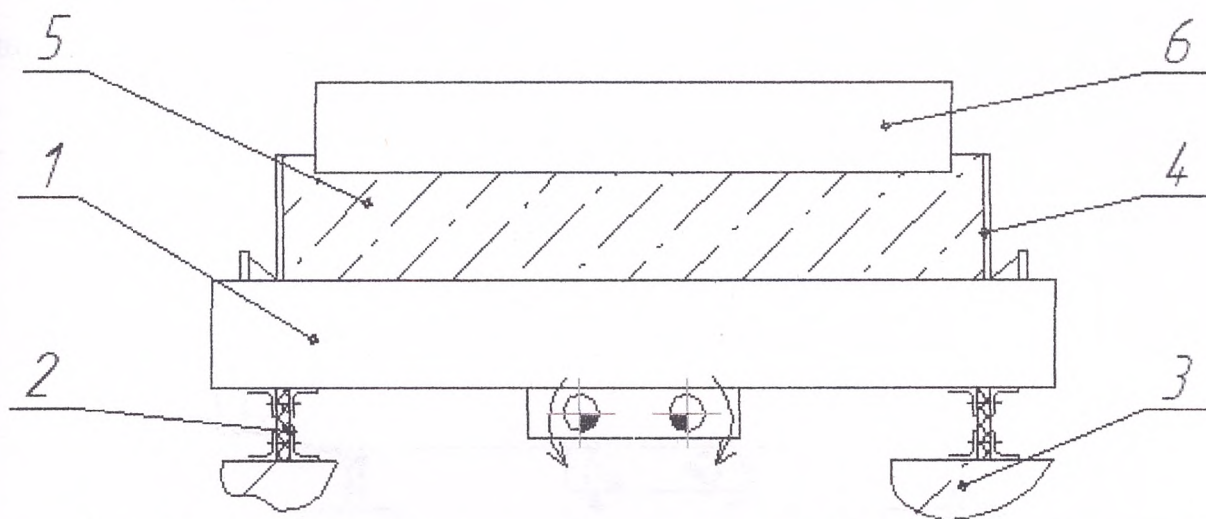
5. Крім вищезгаданих конструкцій, також використовуються імпульсні вібраційні пригрузи для доощільнення бетонних сумішей на вібраційних площадках. Ці пригрузи використовують механізм імпульсної вібрації для доощільнення бетону.

У всіх випадках формування залізобетонних виробів на вібраційних і ударних майданчиках та установках, корисно використовувати привантажувач, який встановлюється на вільну поверхню виробу. Це допомагає покращити щільність відформованого виробу і підвищує якість його поверхні. Привантажувачі поділяються на інерційні, без інерційні і активні.

Інерційні привантажувачі - це важкі металеві плити або елементи, які розміщуються на поверхні виробу під час процесу формування. Вони використовуються для забезпечення додаткового навантаження на віброплощадку, що дозволяє підсилити вплив вібрації та удару і поліпшити компактність і якість бетонної суміші. Інерційні привантажувачі можуть мати різні форми і розміри в залежності від вимог і параметрів формуваного виробу (рис 1.5-1.7).

Без інерційні привантажувачі включають в себе вакуумні плити або пристрої, що створюють атмосферний тиск, щоб щільно прилягати до поверхні виробу. Вони використовуються для поліпшення контакту між привантажувачем і виробом, забезпечуючи рівномірне розподілення тиску і підвищуючи щільність відформованого виробу.

Активні привантажувачі - це спеціальні пристрої або системи, що використовуються для активного прикладання сили або тиску до поверхні виробу під час формування. Це можуть бути гідравлічні або пневматичні системи



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

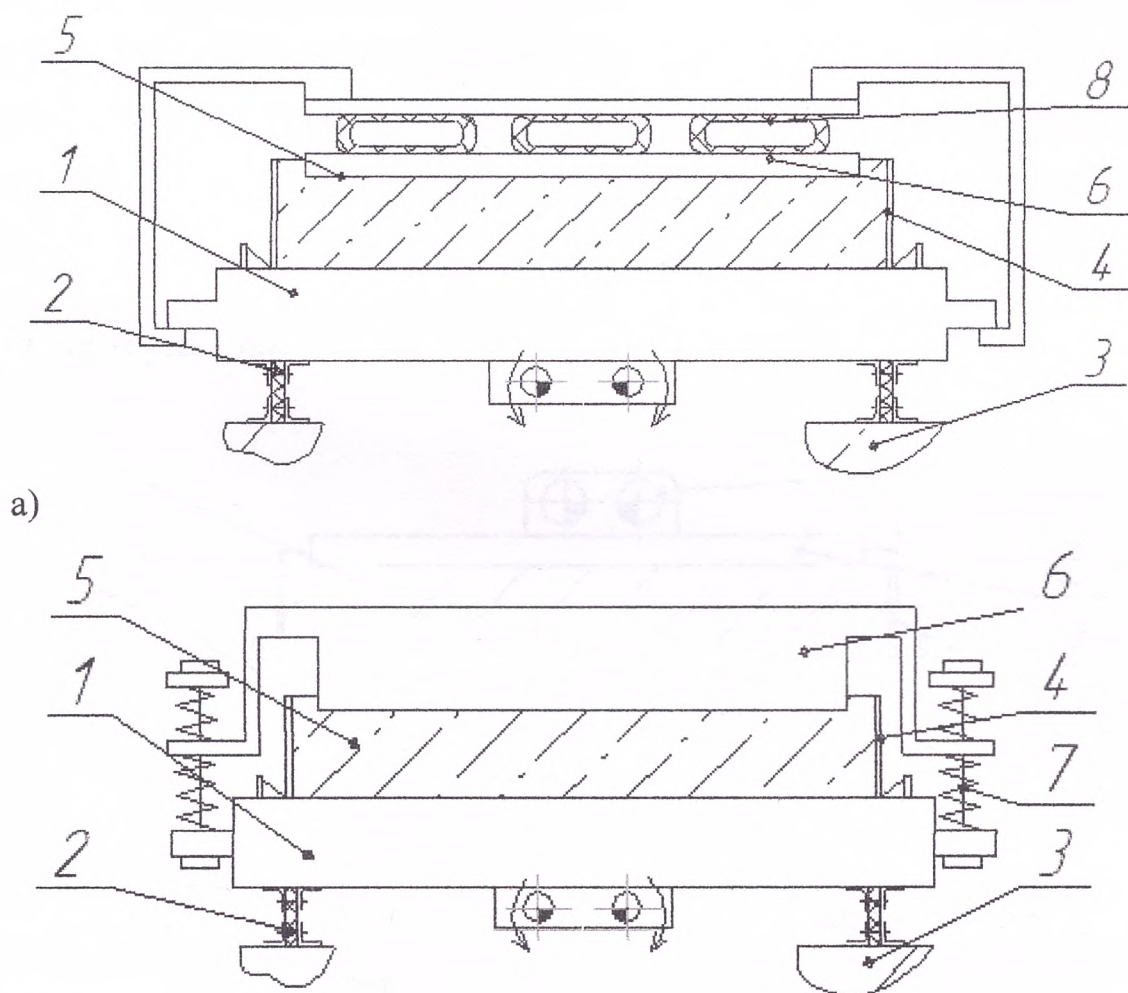
Рисунок 1.5 – Вібраційна площадка з інерційним привантажувачем

Безінерційний привантажувач складається з легкої пластини, яка розміщується на поверхні виробу, і спеціальних пружин або гумових пневматичних подушок, які використовуються для притискання пластини до виробу. Цей тип привантажувача дозволяє створити рівномірний тиск на поверхню виробу, забезпечуючи високу якість ущільнення і поліпшену поверхню виробу.

Безінерційні привантажувачі з пластиною можуть мати різні конструкції, включаючи плоскі пластини, що прилягають до поверхні виробу, або пластини з випуклим або вогнутим профілем, що забезпечують різні види контакту. Пружини або гумові подушки, які знаходяться між пластиною та фіксуючою

системою, дозволяють забезпечити необхідний тиск і адаптуватися до різних форм і розмірів виробів.

Безінерційні привантажувачі є ефективними і універсальними засобами для формування залізобетонних виробів, оскільки вони можуть бути використані для різних типів виробів і дозволяють досягти високої якості поверхні та щільності.



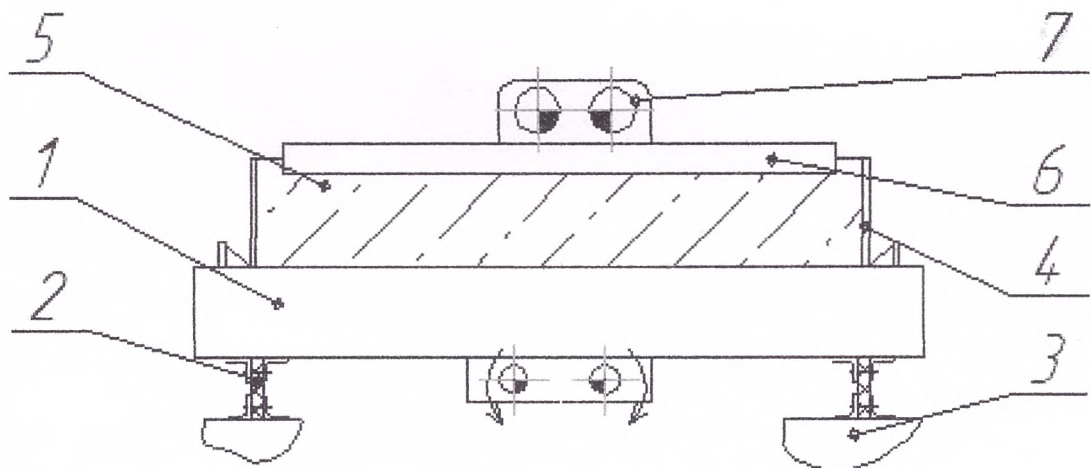
б)

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 1.7 – Схеми площадок з безінерційними привантажувачами.

Активний привантажувач є спеціальною конструкцією, де металева пластина має встановлені на ній віброзбудники. Цей тип привантажувача використовується для формування залізобетонних виробів із залученням додаткової вібраційної дії.

Активний привантажувач забезпечує одночасний вплив двох незалежних джерел вібраційної енергії на виріб - від основної форми та від привантажувача. Металева пластина, на якій встановлені віброзбудники, передає вібраційні коливання на поверхню виробу, сприяючи його ущільненню і покращенню якості поверхні. Використання активного привантажувача дозволяє досягти більш ефективного формування виробів шляхом комбінування вібраційних впливів від форми і привантажувача.



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

Рисунок 1.8 – Вібраційна площадка з активним привантажувачем

Активні привантажувачі можуть мати різні конструктивні варіації, залежно від типу віброзбудників і способу їх кріплення до металевої пластини. Вони можуть використовувати різні типи віброзбудників, такі як ексцентрикові валові віброзбудники, п'єзoelementи або інші види вібраційних пристроїв.

Застосування активного привантажувача дозволяє досягти більш ефективного формування залізобетонних виробів за рахунок поєднання впливу форми і вібраційного привантажувача. Цей підхід може покращити якість виробу, його щільність та поверхневі характеристики.

Зроблено вибір на розробку імпульсного вібраційного привантажувача для прискорення бетонних сумішей.

2 Конструкторська пропозиція імпульсного привантажвача та підбір конструкції вібраційної машини (установки)

2.1 Визначення основних конструктивних переваг

Імпульсні вібраційні пригрузи працюють за принципом швидких ударів або імпульсів, які передаються до бетонної суміші. Ці удари допомагають забезпечити більш ефективне доощільнення, а також допомагають видалити повітряні мішки та пустоти з бетону.

Імпульсні вібраційні пригрузи можуть мати різні конструкції, включаючи пристрої з різними формами і розмірами, які прикріплюються до вібраційної площадки або рухаються над нею. Деякі моделі мають автоматичну регулювання сили удару або імпульсу, що дозволяє керувати процесом доощільнення в залежності від вимог проекту та властивостей бетонної суміші.

Використання імпульсних вібраційних пригрузів може принести кілька переваг. Вони дозволяють досягати високої якості доощільнення за короткий проміжок часу, знижують ризик утворення повітряних кишень та порожнин в бетоні, а також полегшують роботу оператора завдяки автоматичному режиму регулювання сили удару.

Додатковими перевагами використання імпульсного вібраційного привантажвача для прискорення бетонних сумішей є:

6. Ефективність ущільнення: Імпульсний вібраційний привантажувач дозволяє досягти більшої густини та однорідності бетонної суміші, що сприяє підвищенню міцності та довговічності готового бетону.

7. Зниження в'язкості повітря: Вібрація допомагає видалити в'язке повітря з бетонної суміші, що може бути утворене під час процесу змішування. Це зменшує ризик утворення пор у бетоні та покращує його міцність.

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист	№ докум.	Підп.	Дата
------	----------	-------	------

Розроб.	Маргарян	<i>[підпис]</i>	15.07
Перев.	Нестеренко	<i>[підпис]</i>	15.06
Серіанік	Нестеренко	<i>[підпис]</i>	15.06
Н. контр.	Васильєв	<i>[підпис]</i>	16.06
Замб	Орисенко	<i>[підпис]</i>	16.06

Конструкторська пропозиція
імпульсного привантажвача та
підбір конструкції вібраційної
машини (установки)

Лім.	Лист	Листів
Н	29	

Національний університет
«Полтавська політехніка імені
Юрія Кошута»

8. Оптимізація часу: Використання імпульсного вібраційного привантажувача дозволяє скоротити час, необхідний для досягнення встановленої міцності бетону. Це може знизити тривалість будівельних проектів та збільшити продуктивність.

9. Покращена якість поверхні: Вібраційний привантажувач допомагає знизити ризик утворення нерівностей та поверхневих дефектів на поверхні бетону. Це особливо важливо для проектів, де вимагається висока якість фінішної обробки, наприклад, у випадку підлог або покриття.

10. Зменшення появи внутрішніх дефектів: Використання імпульсного вібраційного привантажувача допомагає знизити ризик утворення пор у бетоні, що можуть призвести до його руйнування або появи внутрішніх дефектів.

11. Покращення стійкості та надійності структур є ще однією важливою перевагою використання імпульсного вібраційного привантажувача:

12. Підвищена стійкість: Імпульсний вібраційний привантажувач допомагає підвищити стійкість бетону шляхом досягнення кращого контакту між частками суміші та заповнення порожнин. Це забезпечує однорідний розподіл навантажень та запобігає нерівномірному зсуву часток, що може призвести до появи слабких місць в конструкції.

13. Зменшення ризику тріщин: Використання імпульсного вібраційного привантажувача допомагає знизити ризик утворення тріщин у бетонних конструкціях. Рівномірне ущільнення суміші зменшує внутрішні напруження та підвищує її міцність, запобігаючи появі тріщин в процесі затвердіння та під час експлуатації.

14. Покращена довговічність: Завдяки оптимальному ущільненню та зниженню в'язкого повітря, імпульсний вібраційний привантажувач сприяє покращенню довговічності бетонних конструкцій. Зменшення впливу внутрішніх дефектів та нерівномірностей на матеріал допомагає зберегти його інтегритет протягом тривалого періоду, забезпечуючи більш тривалу

експлуатацію споруди.

Загалом, використання імпульсного вібраційного привантажувача має значний вплив на якість та продуктивність будівельних проектів, дозволяючи швидше та ефективніше ущільнювати бетонні суміші. Це допомагає збільшити швидкість виконання робіт та знизити час, необхідний для досягнення необхідної міцності бетону. Оптимальне ущільнення забезпечує високу якість поверхні бетону, що особливо важливо для проектів, де вимагається гладка та однорідна фінішна обробка.

Крім того, використання імпульсного вібраційного привантажувача сприяє зниженню втрат часу та ресурсів, оскільки процес ущільнення стає більш ефективним і контрольованим. Це може позитивно позначитися на вартості проекту та загальній продуктивності будівельної бригади.

Враховуючи переваги, які забезпечує використання імпульсного вібраційного привантажувача, він стає популярним інструментом у будівельній галузі для покращення якості, швидкості та ефективності ущільнення бетонних сумішей.

Був розроблений корисний винахід, спрямований на покращення якості ущільнення залізобетонних виробів. Основна ідея полягає у використанні спеціального привантажувача для доущільнення бетонної суміші, що знаходиться на віброплощині. Цей привантажувач має ударні елементи, розташовані всередині рами, які допомагають доущільнити виріб та вирівнювати його поверхню.

На рисунку 4(а) зображено схематичний неробочий стан привантажувача з частковим поздовжнім розрізом. Рисунок 4(б) показує положення ударних елементів всередині корпусу (переріз А-А на рисунку 4(а)). Рисунок 4(в) демонструє схему передачі ударних імпульсів на бетонну суміш (переріз Б-Б на рисунку 4(б)).

Привантажувач 1 складається з жорсткої коробчастої конструкції, яка виготовлена зі звареної рами з профільного металу і покрита верхнім 2 і нижнім

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

31

3 листами. У порожнині рами розташовані ударні елементи 3. Ці ударні елементи прикріплені до верхньої горизонтальної частини рами привантажувача і пружинно зв'язані з нею за допомогою пружин 5. У вільному стані ударні елементи 4 утворюють зазор з внутрішньою поверхнею листа 3.

Цей винахід дозволяє досягти покращення якості ущільнення залізобетонних виробів, оскільки привантажувач з ударними елементами забезпечує більш ефективне та рівномірне ущільнення бетонної суміші.

Зазначений метод може бути використаний в будівельній промисловості для виготовлення різних залізобетонних виробів, таких як стіни, стовпи, балки, фундаменти та інші конструкції. Використання привантажувача з ударними елементами дозволяє досягти більш високої якості ущільнення бетону, що має важливе значення для забезпечення міцності та довговічності залізобетонних виробів.

Цей метод також може сприяти покращенню продуктивності та ефективності виробничих процесів. Він дозволяє скоротити час, необхідний для ущільнення бетону, порівняно з традиційними методами, що дозволяє збільшити обсяги виробництва та знизити витрати на працю.

Крім того, використання привантажувача з ударними елементами може забезпечити більш однорідне розподілення бетонної суміші у формі, що сприяє отриманню виробів з однаковою якістю та зовнішнім виглядом.

Загалом, цей винахід має потенціал покращити процес виготовлення залізобетонних виробів, забезпечити їх високу якість та ефективність, а також знизити витрати та зусилля, необхідні для досягнення цих результатів виробів та покращують якість їх ущільнення. Використання ударних елементів, які передають ударні імпульси на бетонну суміш, сприяє більш ефективному ущільненню, забезпечуючи рівномірний розподіл матеріалу та видалення повітряних прогалин.

Оскільки привантажувач працює за допомогою вертикальних вібраційних коливань, він не потребує додаткового джерела енергії або приводу, що спрощує

його використання і знижує затрати на обслуговування. Це робить його економічно вигідним та зручним вирішенням для будівельних підприємств.

Запропонований привантажувач також має перевагу у вигляді спрощеної конструкції. Він складається зі звареної рами з профільного металу, яка дозволяє забезпечити необхідну жорсткість та міцність. Присутність підпружинених ударних елементів на верхній горизонтальній частині рами дозволяє досягти оптимального контакту з бетонною сумішшю та забезпечити належну ефективність ущільнення.

Усі ці особливості привантажувача допомагають підвищити якість залізобетонних виробів, забезпечуючи їх надійність, міцність та довговічність. Крім того, вона сприяє підвищенню продуктивності та ефективності будівельного процесу, що веде до зниження витрат та скорочення часу виготовлення.

У результаті, запропонований метод та конструкція привантажувача є цінним винаходом, який допомагає вдосконалити процес виготовлення виробів та покращують якість їх ущільнення. Використання ударних елементів, які передають ударні імпульси на бетонну суміш, сприяє більш ефективному ущільненню, забезпечуючи рівномірний розподіл матеріалу та видалення повітряних прогалин.

Оскільки привантажувач працює за допомогою вертикальних вібраційних коливань, він не потребує додаткового джерела енергії або приводу, що спрощує його використання і знижує затрати на обслуговування. Це робить його економічно вигідним та зручним вирішенням для будівельних підприємств.

Запропонований привантажувач також має перевагу у вигляді спрощеної конструкції. Він складається зі звареної рами з профільного металу, яка дозволяє забезпечити необхідну жорсткість та міцність. Присутність підпружинених ударних елементів на верхній горизонтальній частині рами дозволяє досягти оптимального контакту з бетонною сумішшю та забезпечити належну ефективність ущільнення.

Усі ці особливості привантажувача допомагають підвищити якість залізобетонних виробів, забезпечуючи їх надійність, міцність та довговічність. Крім того, вона сприяє підвищенню продуктивності та ефективності будівельного процесу, що веде до зниження витрат та скорочення часу виготовлення.

У результаті, запропонований метод та конструкція привантажувача є цінним винаходом, який допомагає вдосконалити процес виготовлення

залізобетонних виробів і покращити їх якість. Шляхом використання привантажувача з ударними елементами, які передають ударні імпульси на бетонну суміш, досягається більш ефективне ущільнення, що забезпечує рівномірний розподіл матеріалу і усунення повітряних прогалин.

Одна з головних переваг запропонованого методу полягає в тому, що привантажувач працює завдяки вертикальним вібраційним коливанням, що створюються віброплощадкою. Це дозволяє уникнути необхідності в додатковому джерелі енергії або приводі, спрощує експлуатацію та зменшує витрати на обслуговування.

Конструкція привантажувача також є вагомою перевагою. Вона складається зі звареної рами з профільного металу, що забезпечує необхідну міцність та стійкість. Ударні елементи, закріплені на верхній горизонтальній частині рами та підпружинені пружинами, забезпечують оптимальний контакт з бетонною сумішшю та ефективне ущільнення.

Застосування запропонованого методу та конструкції привантажувача має значний вплив на якість залізобетонних виробів. Він сприяє поліпшенню їхньої надійності, міцності і тривалості експлуатації. Крім того, він сприяє підвищенню продуктивності та ефективності процесу виготовлення, що призводить до зменшення витрат і скорочення часу виготовлення залізобетонних виробів.

У цілому, запропонований метод та конструкція привантажувача є цінним винаходом, оскільки вони вдосконалюють процес виготовлення залізобетонних виробів і забезпечують покращення їх якості. Вони приводять до ефективного

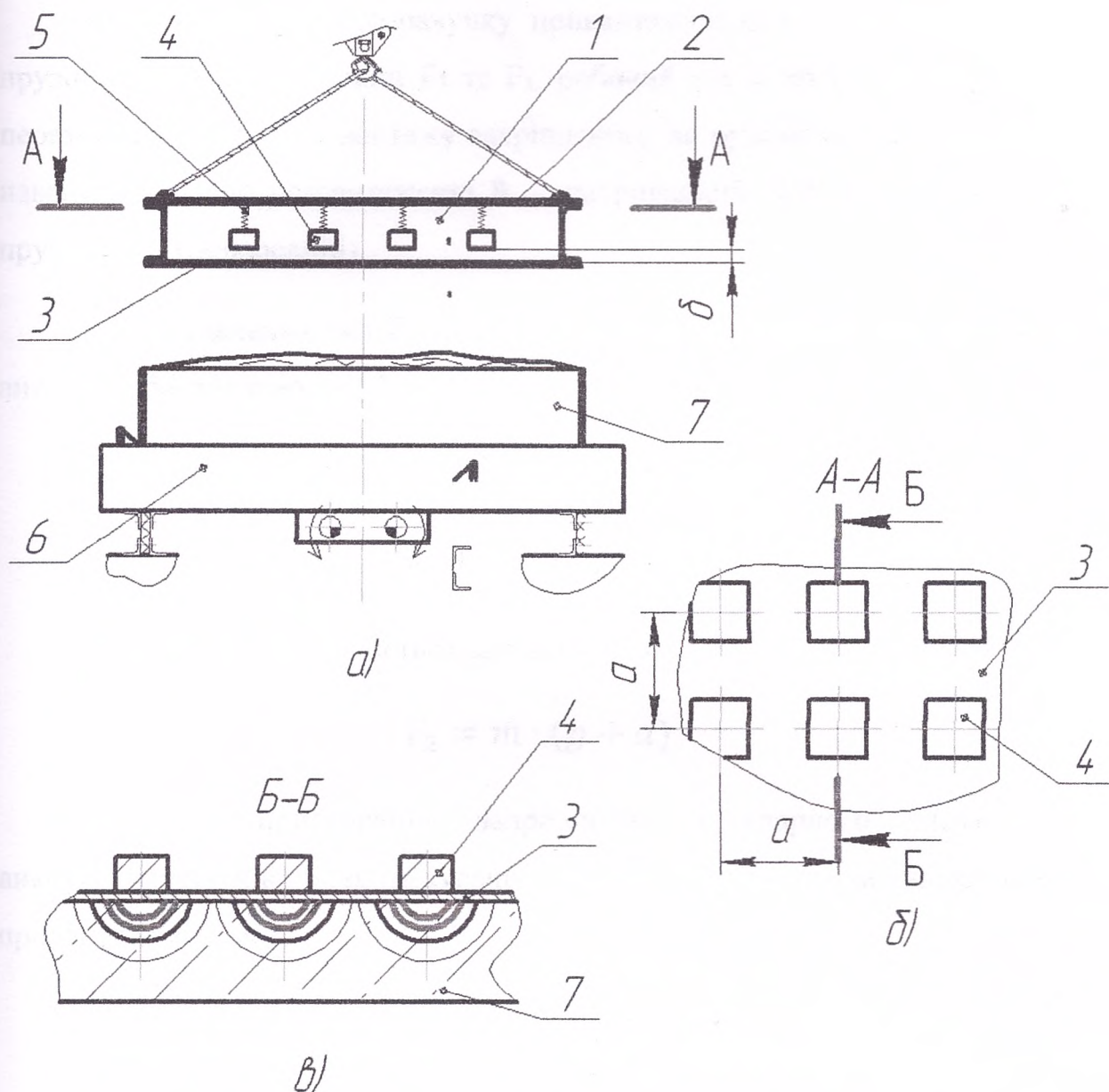
ущільнення матеріалу, забезпечуючи рівномірний розподіл і видалення повітряних прогалин.

Запропонований метод, який базується на використанні вертикальних вібраційних коливань віброплощини, не потребує додаткового джерела енергії або приводу, що спрощує його експлуатацію і знижує витрати на обслуговування. Це робить його економічно вигідним та зручним у використанні.

Конструкція привантажувача з жорсткою рамою і підпружиненими ударними елементами забезпечує належний контакт з бетонною сумішшю і ефективне ущільнення. Вона проста в установці і обслуговуванні, що зменшує час і затрати на роботу з привантажувачем.

Застосування запропонованого методу та конструкції привантажувача призводить до поліпшення якості залізобетонних виробів. Вони стають більш надійними, міцними та довговічними. Крім того, вони сприяють підвищенню продуктивності будівельного процесу, що призводить до зниження витрат і скорочення часу виготовлення.

У підсумку, запропонований метод та конструкція привантажувача відіграють важливу роль у вдосконаленні процесу виготовлення залізобетонних виробів. Вони сприяють покращенню якості, зниженню витрат і підвищенню продуктивності, роблячи їх цінними інноваціями.



а) привантажувач та вібраційна площадка; б) конструктивне розміщення ударних елементів; в) положення ударних елементів під час удару; 1 – привантажувач; 2 – верхній лист пригруза; 3 – нижній лист пригруза; 4 – ударний елемент пригруза; 5 – прижній елемент пригруза; 6 – вібраційна площадка; 7 – форма з бетонною сумішшю.

Рисунок 2.1 – Імпульсний привантажувач

Вихідні дані для розрахунку привантажувача та визначення розмірів пружини включають і сили F_1 та F_2 , робочий хід h , та найбільшу швидкість переміщення ударного вантажу закріпленого на рухомому кінці пружини при навантаженні або розвантаженні $\vartheta_{\max}$, витривалість N_f та зовнішній діаметр пружини D_1 (попередній).

Для визначення сил F_1 та F_2 попередньо приймаємо ударний елемент у вигляді куба з масою $m = 2$ кг.

Отже ударну силу F_1 , H , знайдемо за формулою:

$$F_1 = m \cdot g = 2 \cdot 9,81 = 19,62. \quad (2.1)$$

Сила F_2 , H , обчислюється за формулою

$$F_2 = m \cdot (g + a), \quad (2.2)$$

де a – прискорення запропонованого ударного елемента який використовується в привантажувачі в момент зіткнення із нижньою поверхнею привантажувача, м/с^2 ,

$$a = \frac{\vartheta}{t}; \quad (2.3)$$

ϑ – швидкість ударного елемента яка розвивається під час зіткнення із робочою поверхнею привантажувача, м/с ,

$$\vartheta = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,02} = 0,63; \quad (2.4)$$

h – робочий хід на який рухається ударний елемент, м.

Попередньо приймаємо, що переміщення буде відбуватися на $h=0,02$;

t – час, переміщення ударного елемента від початкового положення до моменту удару, с,

$$t = \frac{T}{2}; \quad (2.5)$$

T – ймовірний період коливання конструктивного металевого ударного елемента в привантажувачі, с,

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{30} = 0,033; \quad (2.6)$$

ν – частота коливання ударного елемента в системі, с⁻¹.

Приймаємо, що вона становитиме $\nu = 30$.

$$t = \frac{0,033}{2} = 0,0165, \quad (2.7)$$

$$a = \frac{0,63}{0,0165} = 38,18, \quad (2.8)$$

$$F_2 = 2 \cdot (9,81 + 38,18) \approx 96. \quad (2.9)$$

Використовуючи довідкові джерела ГОСТ 13764–86 та знаючи величину N_F визначаємо приналежність пружини до класу 2.

Потім визначаємо F_3, H , що відповідають граничній деформації пружини підчас удару ударного елемента об обмежувач

$$F_3 = \frac{F_2}{1-\delta}, \quad (2.10)$$

де δ – відносний інерційний зазор пружини стиснення.

Для пружин розтягу служить обмеженням максимальної деформації пружини .

$$F_3 = \frac{96}{1-0,05} \dots \frac{96}{1-0,1} = 101 \dots 107. \quad (2.11)$$

Скориставшись розрахунковими даними визначаємо, що в інтервалі сил 101–107Н за ГОСТ 13770–86 для пружин класу 2, розряду 1 (номер пружини 355) є виток із наступними параметрами: $F_3=106$ Н; $D_1=12$ мм; $d=1,8$ мм; $c_1=98,93$ Н/мм; $c'_3=1,071$ мм).

Відповідно визначаємо жорсткість пружини за отриманими даними c , Н/мм,

$$c = \frac{F_2 - F_1}{h} = \frac{96 - 19,6}{20} = 8,8. \quad (2.12)$$

Розрахункове число робочих витків пружини знаходимо за формулою (2.13).

$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{98,93}{8,8} = 11,2 \approx 12. \quad (2.13)$$

За розрахунковою формулами (2.14-2.20) визначаємо деформацію та повну довжину пружини s і l , мм,

$$s_1 = \frac{F_1}{c} = \frac{19,6}{8,8} = 2,3, \quad (2.14)$$

$$s_2 = \frac{F_2}{c} = \frac{96}{8,8} = 11,2, \quad (2.15)$$

$$s_3 = \frac{F_3}{c} = \frac{107}{8,8} = 12,4, \quad (2.16)$$

$$l'_0 = (n + 1)d = (12 + 1) \cdot 1,8 = 23,4, \quad (2.17)$$

$$l_1 = l'_0 + s_1 = 23,4 + 2,3 = 26,4, \quad (2.18)$$

$$l_2 = l'_0 + s_2 = 23,4 + 11,2 = 34,6, \quad (2.19)$$

$$l_3 = l_0 + s_3 = 23,4 + 12,44 = 35,83. \quad (2.20)$$

Для розрахунку приймаємо, що з висоти 0,02 м на нижний лист привантажувача падає тіло масою $M=2$ кг.

В елементарному підході нехтується масою ударного елементу і використовується теорема про зміну кінетичної енергії. Це припущення дає змогу спростити обчислення. Крім того, робиться припущення, що ударний елемент вільно спирається по краях і удар відбувається посередині. Завдяки цим припущенням можна отримати вираз для динамічного зміщення при ударі.

Для визначення сил F_1 та F_2 застосовується принцип збереження енергії. Під час удару кінетична енергія системи змінюється, і ми можемо використовувати цей принцип для визначення сил, діючих на пружину.

Динамічне зміщення при ударі можна виразити за формулою:

$$\Delta x = (m * v_{\max}) / (k * t), \quad (2.21)$$

де m - маса ударного елементу,

$v_{\max}$ - найбільша швидкість переміщення рухомого кінця пружини,

k - жорсткість пружини,

t - час зіткнення.

Цей вираз дозволяє визначити динамічне зміщення пружини при ударі, використовуючи вихідні дані про масу ударного елементу, найбільшу швидкість переміщення рухомого кінця пружини, жорсткість пружини та час зіткнення.

$$f_{\text{дин}} = f_{\text{ст}} + \sqrt{f_{\text{ст}}^2 + 2hf_{\text{ст}}}, \quad (2.22)$$

де $f_{\text{ст}}$ – статичний прогин, що визначається методами опору матеріалів.

Наступний крок уточнення полягає у врахуванні зведеної маси ударного елемента (17m/35). Замість 3.47 застосовуємо формулу

$$f_{\text{дин}} = f_{\text{ст}} + \sqrt{f_{\text{ст}}^2 + \frac{v_0^2}{g} f_{\text{ст}} \frac{1}{1 + \frac{17}{35} \gamma_0}}, \quad (2.23)$$

де $\gamma_0 = \frac{m}{M}$.

Сен-Венан розв'язав задачу в припущенні, що тіло після удару рухається разом з балкою (абсолютно непружний удар). При такому припущенні задача зводиться до інтегрування

$$Aq + C\ddot{q} = 0, \quad (2.24)$$

де $q = (\xi, \eta, \zeta, \alpha, \beta, \gamma)$ – вектор, що характеризує переміщення тіла при коливаннях;

A – матриця інерційних коефіцієнтів;

C – матриця пружних коефіцієнтів,

при умовах

$$\left. \begin{aligned} \omega = \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} = 0 \text{ при } x = 0, l; \quad \frac{\partial \omega}{\partial x} = 0 \text{ при } x = \frac{l}{2}; \\ -M \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2} + 2E \frac{\partial^3 \omega}{\partial x^3} = 0 \text{ при } x = \frac{l}{2}; \quad \omega = 0 \text{ при } t = 0; \\ \frac{\partial \omega}{\partial t} = 0 \text{ при } t = 0, x \neq \frac{l}{2}; \quad \frac{\partial \omega}{\partial t} = v_0 \text{ при } t = 0, x = \frac{l}{2}. \end{aligned} \right\} \quad (2.25)$$

Розв'язок отримано у вигляді розкладання по власним формам малих коливань. Недоліком підходу Сен-Венана є припущення про абсолютно непружний удар, що не дозволяє врахувати можливість відскоку маси та повторного удару.

Розглядається прямий центральний удар двох тіл з масами, що дорівнюють маси тіла, що ударяється та зведеної масі ударного елемента. Для характеристики взаємодії тіл вводять коефіцієнт встановлення ϵ (зведена маса обчислюється за кінетичною енергією).

Коефіцієнт встановлення ϵ визначається відношенням кінетичної енергії удару до кінетичної енергії двох тіл до удару. Це дає змогу оцінити ефективність передачі енергії під час удару та визначити ступінь збереження енергії після удару.

Уточнення розрахунків і врахування можливості відскоку маси та повторного удару є важливими аспектами при аналізі динаміки системи під час удару. Для цього потрібно використовувати більш складні моделі, які враховують вплив пружності матеріалів та додаткові фактори, що впливають на динаміку системи.

Загалом, розв'язання задачі удару та взаємодії тіл є складним процесом, який вимагає врахування різних параметрів та умов. Розглянуті підходи та формули є лише деякими засобами для апроксимації та спрощення реальних фізичних процесів, і точніші моделі можуть бути застосовані в залежності від конкретної задачі та умов.

Швидкості тіл після удару

$$v_1 = \frac{M - \epsilon m_{np}}{M + m_{np}} v_0, \quad v_2 = \frac{M(1 + \epsilon)}{M + m_{np}} v_0. \quad (2.26)$$

Звідси, $v_2 > v_1$, отже подальший рух ударного елемента буде відбуватися окремо від тіла що ударяє. Далі знову застосовується теорема про зміну кінетичної енергії, і в результаті для динамічного прогину отримується формула

$$f_{дин} = f_{ст} + \sqrt{f_{ст}^2 + \frac{2f_{ст}(1 + \epsilon)^2 h \frac{17}{35} \gamma_0}{\left(1 + \frac{17}{35} \gamma_0\right)^2}}. \quad (2.27)$$

Наведений розв'язок не враховує можливості повторного удару, клі тіло доганяє ударний елемент, швидкість якої зменшується за рахунок дії пружних відновних сил.

Теорія поперечного удару Тимошенко поєднує важливі положення теорій Сен-Венана і Герца, звертаючи увагу на місцеві деформації тіла, що ударяється ударним елементом. Припустимо, що тіло має швидкість v_0 в момент контакту з ударним елементом. Якщо ми позначимо прогин балки в точці удару як u при $x=\xi$, зміщення тіла як s , а місцевий стиск як α , то $s=\alpha+u$. Це співвідношення є рівнянням сумісності, яке використовується при застосуванні методу розчленування. Метод розчленування передбачає окремий аналіз руху тіла та ударного елемента під впливом сил контактного тиску $P(t)$. Вихідними є рівняння руху для тіла та ударного елемента.

$$\left. \begin{aligned} M = \frac{\partial^2 s}{\partial t^2} &= P(t); \\ EJ \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^2} + \rho F \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2} &= P(t) \delta(x - \xi). \end{aligned} \right\} \quad (2.28)$$

Ці рівняння повинні бути проінтегровані при початкових умовах

$$\left. \begin{aligned} s(0) &= 0; \quad \frac{\partial s}{\partial t}(0) = v_0; \\ \omega(x, 0) &= 0; \quad \frac{\partial \omega}{\partial t}(x, 0) = 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.29)$$

та граничних умовах для ударного елемента, що відповідають характеру закріплення. Додатковими умовами є залежність між зближенням α та силою контактного тиску $P=k\alpha^{2/3}$. На параметр k впливають геометрія співударних тіл та пружні характеристики їх матеріалів.

Розв'язком 3.53, що задовільняє 3.54, є

$$s = v_0 t - \frac{1}{M} \int_0^t \int_0^{t_1} P(t_2) dt_2 dt_1. \quad (2.30)$$

Задачу про рух балки можна розв'язати методом власних функцій, пропонуючи рішення у вигляді розкладення по балоним функціям $X_n(x)$

$$\omega(x, t) = \sum_n f_n(t) X_n(x). \quad (2.31)$$

Узагальнену координату f_n знаходять з рівняння

$$\ddot{f}_n + \omega_n^2 = \frac{X_n(\xi)}{\rho F \int_0^l X_n^2(x) dx} P(t), \quad (2.32)$$

розв'язок якого при нульових початкових умовах можна представити у вигляді інтегралу Дюамеля.

$$f_n = \frac{X_n(\xi)}{\omega_n \rho F \int_0^l X_n^2(x) dx} \int_0^t P(\tau) \sin \omega(t - \tau) d\tau. \quad (2.33)$$

Контактний тиск визначається із функціонального рівняння

$$v_0 t - \frac{1}{M} \int_0^t \int_0^{t_1} P(t_2) dt_2 dt_1 = k P^{2/3} \sum_n \frac{X_n(\xi)}{\omega_n \rho F \int_0^l X_n^2(x) dx} \int_0^t P(\tau) \sin \omega(t - \tau) d\tau \quad (2.34)$$

Це головне рівняння теорії удару Тимошенко. Розв'язувалося воно різними авторами. Оскільки рівняння вірне тільки при наявності контакту між тілом, що ударяє та ударним елементом, при відсутності контакту повинні бути використані рівняння (2.12) при $P=0$.

2.2 Підбір конструкції вібраційної машини (установки)

Скористаємося методикою розрахунку, яка була наведена вище, для визначення параметрів віброплощадки. Нижче наведена розрахункова схема віброплощадки, що показана на рисунку: 2.2.

Для забезпечення продуктивного і якісного формування виробів встановлюємо технологічні параметри режиму вібрації. В основному, ми орієнтуємося на формування багатопустотних панелей перекриттів, тому для досягнення зручновкладальності бетонної суміші ми ставимо обмеження в межах 11...20 секунд. Однак, формування інших виробів не представляє технологічних труднощів, оскільки використовуються рухливі бетонні суміші.

Згідно з рекомендаціями, що були наведені вище, ми встановлюємо частоту коливань рухомої рами на рівні 30 Гц (або 188 с^{-1}). При цьому, граничні значення амплітуд A складових вібропереміщень повинні мати наступні значення:

– у серединній частині рухомої рами

$$A_{x,y}^0 = \frac{2,5g}{\omega^2}, \quad (2.35)$$

$$A_z^0 = \frac{(0,92...1,06)g}{\omega^2}; \quad (2.36)$$

$$A_{x,y}^0 = \frac{2,5 \cdot 9,81}{188^2} = 0,69 \cdot 10^{-3}, \quad (2.37)$$

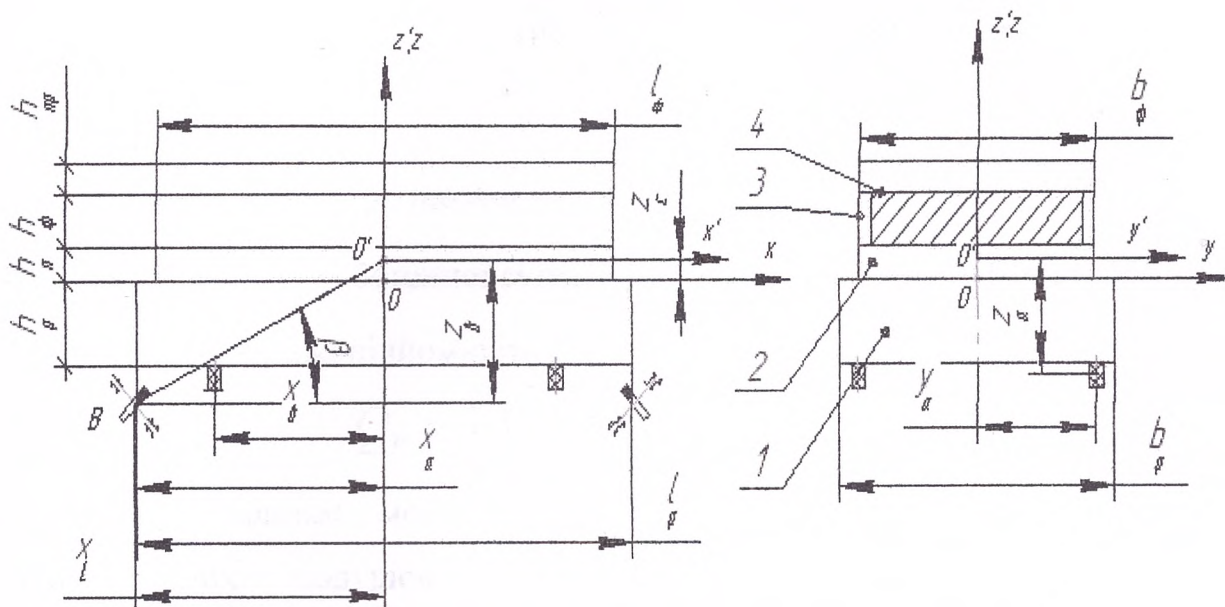
$$A_z^0 = \frac{(0,92...1,06)9,81}{188^2} = (0,26...0,29) \cdot 10^{-3}; \quad (2.28)$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

45



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

Рисунок 2.2 – Розрахункова схема віброплощадки.

– на торцях рухомої рами

$$A_{x,y\max} = (1,5...2,0)A_{x,y}^0, \quad (2.29)$$

$$A_{z\max} = (1,5...2,0)A_z^0. \quad (2.30)$$

$$A_{x,y\max} = (1,5...2,0)0,69 \cdot 10^{-3} = (1,04...1,38) \cdot 10^{-3}, \quad (2.31)$$

$$A_{z\max} = (1,5...2,0)0,29 \cdot 10^{-3} = (0,44...0,58) \cdot 10^{-3}. \quad (2.32)$$

Розміри рухомої рами з врахуванням розмірів піддона і можливості установки клинових упорів призначаємо рівними: по довжині – 1840 мм, по ширині – 1000 мм.

Визначаємо умовну вантажопідйомність віброплощадки

$$Q_B = m_n + m_f + m_{np} + m_u, \quad (2.33)$$

де m_n, m_f, m_{np} – маси відповідно піддона, формоутворюючої рамки і привантаження. Визначаємо за аналогією з оснащенням, яке входить в комплекс

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

46

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

$$Q_B = 140 + 150 + 100 + 640 = 1030 \quad (2.34)$$

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

Підбір пружних опор

Визначаємо необхідне число пружних опор за формулою.

$$r = \frac{m_p + Q_{B\max}}{Q_o}, \quad (2.35)$$

де m_p – маса рухомої рами віброплощадки; $m_p = 252$ кг.

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

Тоді

$$r = \frac{252 + 2000}{600} = 3,75 \quad (2.36)$$

Результат округляємо до парного числа у більшу сторону, таким чином $r = 3$.

Визначаємо ординату ц. м. коливальної системи відносно поверхні рухомої рами за формулою 3.9. При цьому відповідно до прийнятої розрахункової схеми маємо

$$z_c = \frac{m_n \frac{h_n}{2} - m_p \frac{h_p}{2} + m_{np} (h_n + h_f + \frac{h_p}{2}) + (m_f + m_u)(h_n + \frac{h_f}{2})}{m_p + m_n + m_f + m_u + m_{np}}, \quad (2.37)$$

де h_p, h_n, h_f, h_{np} – висоти відповідно рухомої 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 , кг·м², його складових частин по відомих формулах

$$I_{xoi} = \frac{m_i}{12} (B_i^2 + h_i^2), \quad (2.38)$$

$$I_{yoi} = \frac{m_i}{12} (l_i^2 + h_i^2), \quad (2.39)$$

$$I_{zoi} = \frac{m_i}{12} (B_i^2 + l_i^2), \quad (2.40)$$

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

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

Визначаємо в першому наближенні необхідну змушуючу силу віброзбудника F , Н, за формулою 3.12, вважаючи з конструктивних міркувань, що $z_B = 0,4$ м

$$F = \left| \frac{0,69 \cdot 10^{-3}}{4 \left(\frac{0,14 \cdot 0,4}{113 \cdot 188^2} - \frac{1}{750 \cdot 188^2} \right)} \right| = 7302 \quad (2.41)$$

Уточнюємо в першому наближенні оптимальне положення

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

віброзбудників стосовно ц. м. по формулах 3.14 – 3.15.

Кут нахилу валів віброзбудників відповідно до формули

$$\beta \leq \arcsin \frac{0,29 \cdot 10^{-3} \cdot 750 \cdot 188^2}{4 \cdot 7302} = 15,29 \leq 18^\circ. (2.42)$$

Приймаємо $\beta = 15^\circ$.

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

$$x_B = \frac{(1,04 \dots 1,38) \cdot 10^{-3} \cdot 372 \cdot 188^2}{4 \cdot 0,92 \cdot 7302} = 0,49 \dots 0,66, (2.43)$$

$$z_B = \frac{(0,44 \dots 0,58) \cdot 10^{-3} \cdot 360 \cdot 188^2}{4 \cdot 0,92 \cdot 7302 \cdot \cos 15^\circ} - 0,49 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ = 0,2 \dots 0,4. (2.44)$$

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

Вибраємо навісний вібратор ИВ-106 (рисунок 2.4) технічна характеристика наведена в таблиці 2.1.

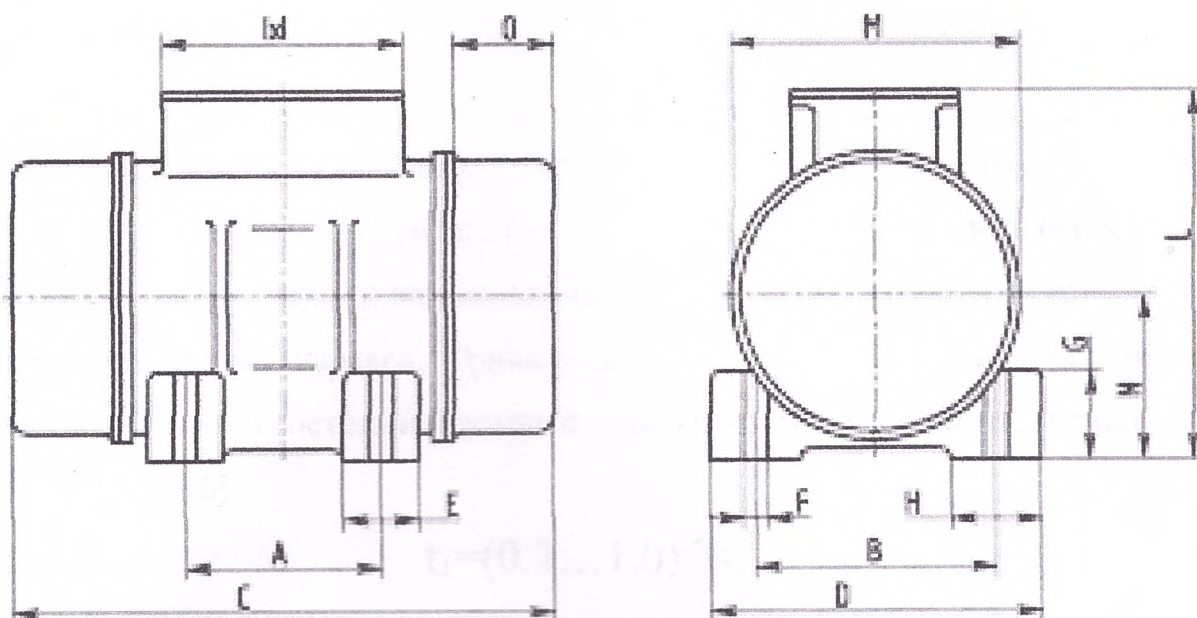


Рисунок 2.4 – Вібратор ИВ-106

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика навісного вібратора ИВ-106

№	Найменування показника	Одиниці вимірювань
1.	Номінальна / споживана потужність, кВт	0,75/1,07
2.	Частота коливань синхронна, Гц	25
3.	Статичний момент, кг см,	25,0-50,0
4.	Вимушена сила, кН	6,1- 12,25
5.	Напруга, В	380
6.	Частота струму, Гц	50
7.	Частоти обертання, об / хв	1500
8.	Довжина, ширина, висота, мм	535x300x280
9.	Приєднувальні розміри, мм	130x240
10.	Діаметр отворів кріплення болтів, мм	22
11.	Висота лап, мм	60
12.	Маса, кг	50

Процес ущільнення бетонної суміші можна умовно підрозділити на наступні стадії.

Перша стадія характеризується утворенням суцільного середовища з рихлонасипаної бетонної суміші. При цьому здійснюється взаємна перестановка великих і дрібних часток заповнювача з утворенням макроструктури бетону - його структурного каркаса. Тривалість першої стадії залежить від вихідної легкоукладальності бетонних сумішей; для жорстких сумішей час першої стадії складає [2, ст. 6]

$$t_1 = (0.3 \dots 1.0) \cdot Ж, \quad (2.45)$$

де Ж – жорсткість бетону обумовлена за ГОСТ 10181.0-81

По технічному завданню Ж = 30 с.

Виходячи з малої товщини шару бетону час першого віброформування, t_1 , с, буде дорівнювати

$$t_1 = 0.3 \cdot 30 = 9. \quad (2.46)$$

На другій стадії відбувається подальше зближення часток заповнювача між собою і видалення деякої частини повітря, що залишилося. Тривалість другої стадії [2, ст. 6]:

$$t_2 = (0.1 \dots 3.0) \cdot Ж. \quad (2.47)$$

Для запобігання розшарування бетонної суміші (осідання великих частинок на дно форми і вспливання малих частинок на поверхню) беремо мінімальний час другого вібрування t_2 , с

$$t_2 = 0.1 \cdot 30 = 30. \quad (2.48)$$

Тоді повний час вібраційного впливу на бетон t , с, буде дорівнювати

$$t = t_1 + t_2 = 9 + 30 = 39. \quad (2.49)$$

Даний час формування не є визначальним і повинен коректуватися дослідним бетонуванням до досягнення визначеної якості продукції.

2.3 Визначення технічної продуктивності

Технічна продуктивність, P_T , шт./год.

$$P_T = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} \cdot B\phi, \quad (2.50)$$

де $T_{\text{ц}}$ – час виконання одного циклу хв.,

$B\phi$ – кількість блоків виготовлених ха одну формовку, шт., $B\phi=8$.

$$T_{\text{ц}} = t + t_{\text{мк}}, \quad (2.51)$$

де t – час виконання одного циклу хв.

$t_{\text{мк}}$ – додатковий час затрачений на встановлення форми, та заповнення її бетоном 8–10 хв.

$$T_{\text{ц}} = 0,39 + 9 = 9,39 \approx 10 \quad (2.52)$$

$$P_T = \frac{3600}{600} \cdot 8 = 48 \quad (2.53)$$

Отже технічна продуктивність становить 6 формовок за годину. При одній формовці виготовляється 8 бордюрних каменів.

Загальний вигляд спроектованої установки та місце встановлення її на технологічній лінії зображено на рисунку 2.5 -2.9.

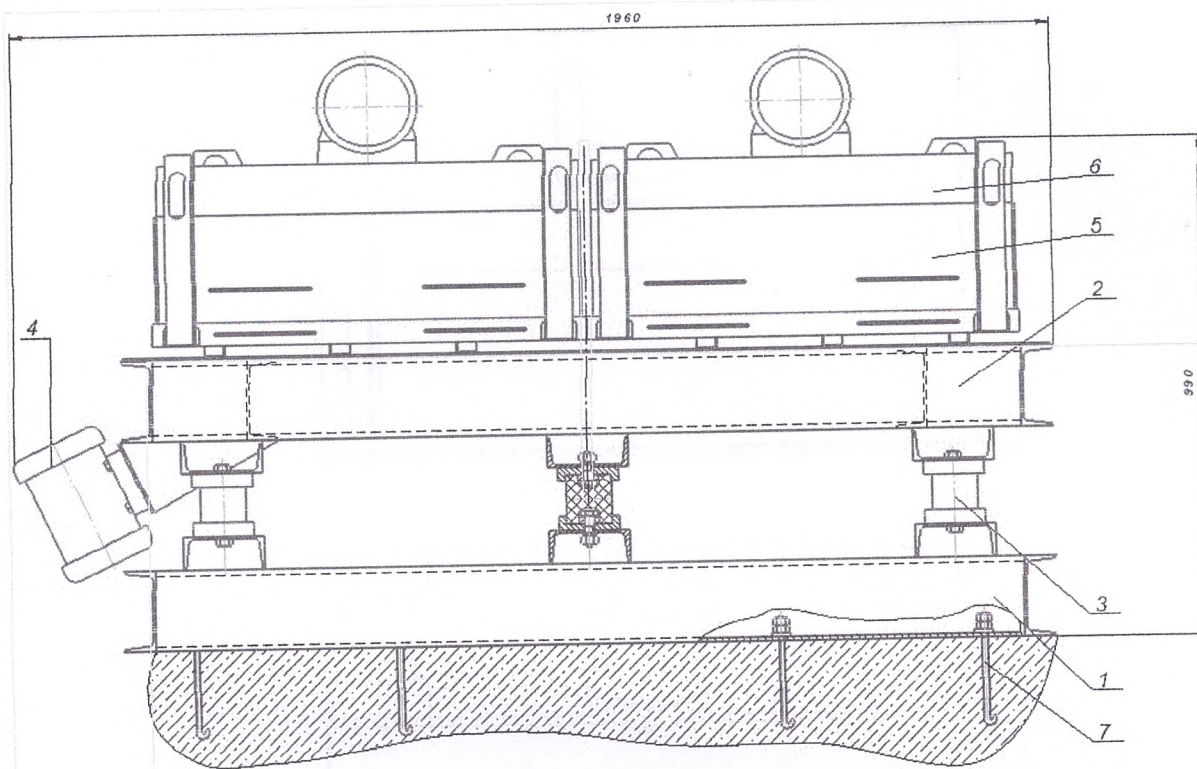


Рисунок 2.5 – Віброплощадка з встановленими привантажувачами

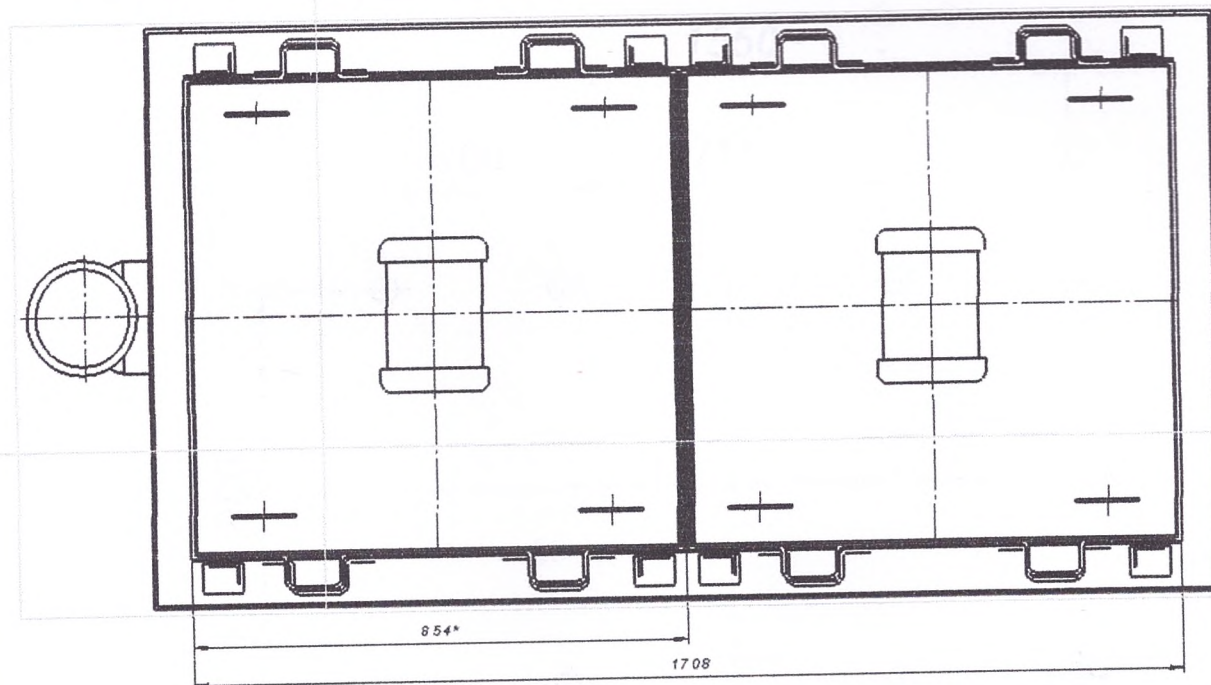


Рисунок 2.6 – Віброплощадка з встановленими привантажувачами

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

53

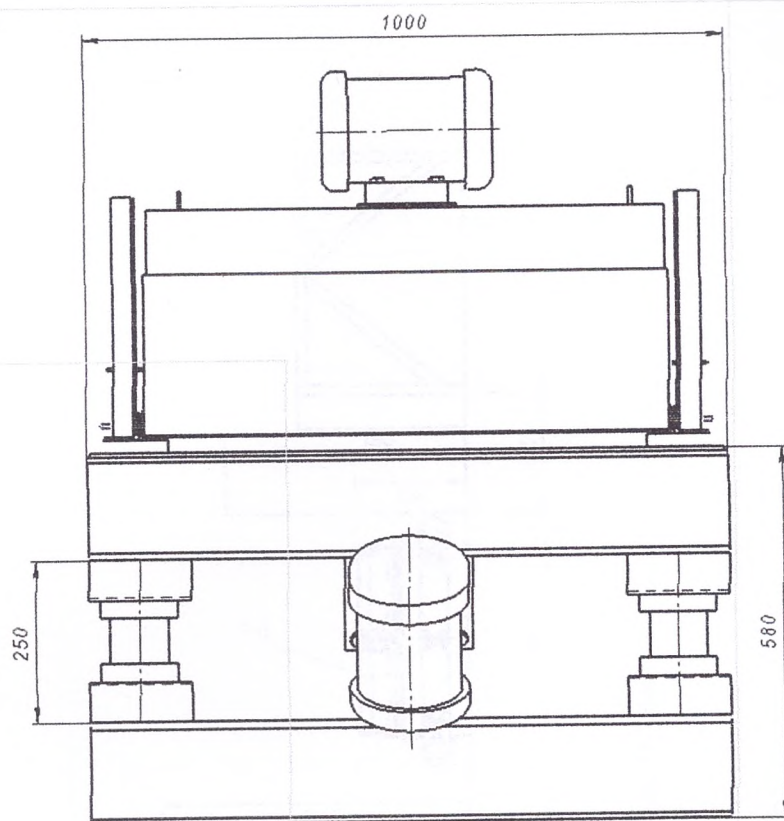


Рисунок 2.7 – Віброплощадка з встановленими привантажувачами

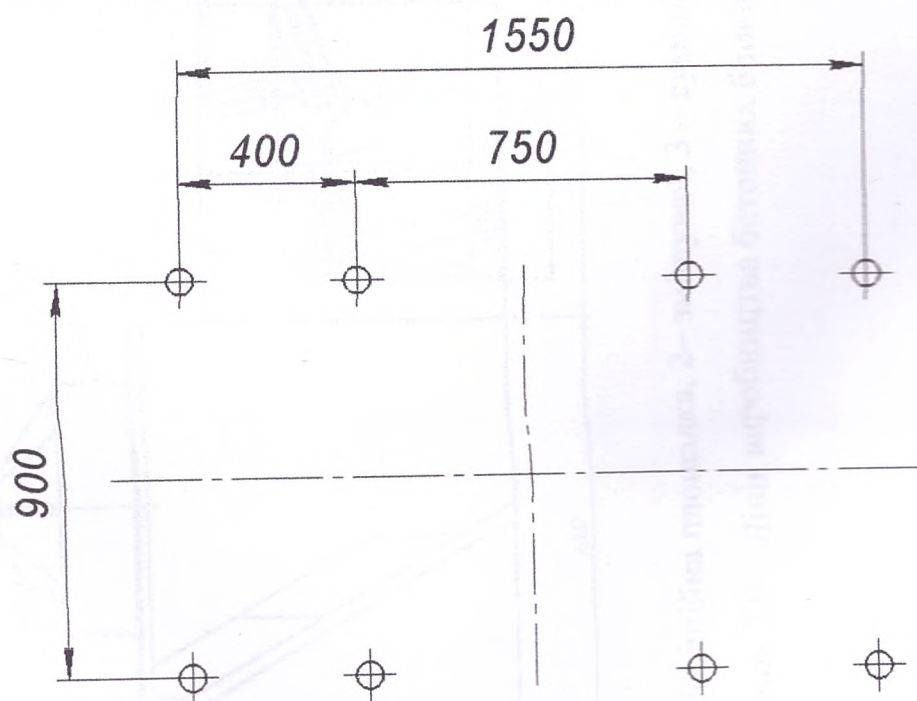
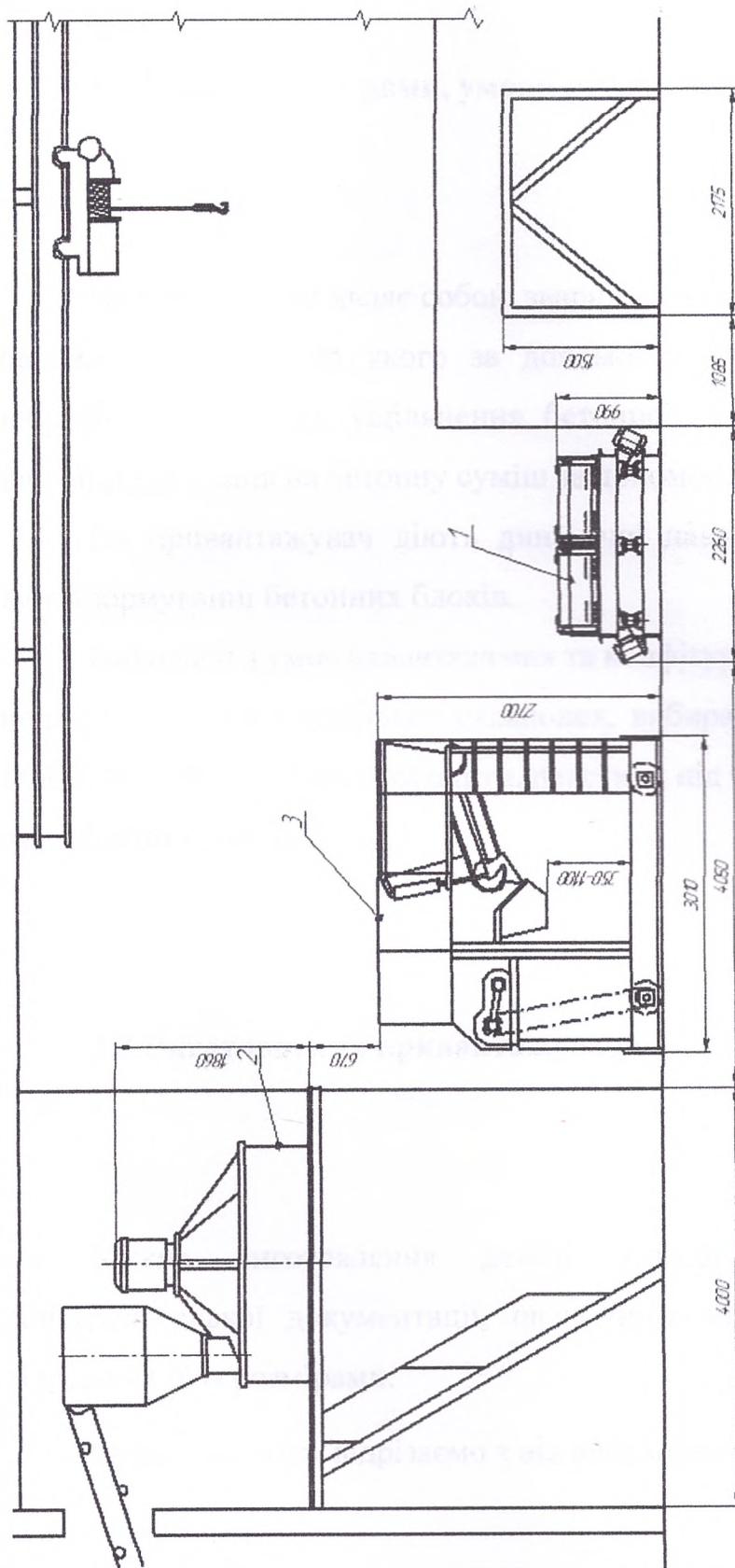


Рисунок 2.8 – Схема розташування анкерних болтів

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ



1 – вібраційна площадка, 2 – змішувач, 3 – суміш укладальник.

Рисунок 2.9 – Лінія виробництва бетонних блоків

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

3 Технологічна частина

3.1 Призначення рами, умови роботи, вибір типу заготовки

Привантажувач являє собою зварну конструкцію, встановлену на форму з бетонною сумішшю, до якого за допомогою болтового з'єднання кріпиться віброзбудник. Під час ущільнення бетонної суміші відбувається динамічний вібраційний вплив на бетонну суміш за допомогою імпульсів.

На привантажувач діють динамічні навантаження, які виникають при віброформуванні бетонних блоків.

Виходячи з умов навантаження та конфігурації деталі, а також через те що вона складається з декількох складових, вибираємо такі матеріали: швелер 16 ГОСТ 8240-89; для верхньої плити, пластини під віброзбудник, ребер жорсткості лист товщиною 6 мм.

3.2 Виготовлення привантажувача

Кожне виготовлення деталі завжди починається із вивчення конструкторської документації, після чого виконується вибір заготовки та відрізання її за розмірами.

Отже, спочатку відрізаємо з від вибраного швелера (16 ГОСТ 8240-89)

					ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Технологічна частина	Лім.	Лист	Листів	
Розроб.	Маргарян			15.08		Н		56	
Перев.	Нестеренко			15.08		Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»			
Керівник	Нестеренко			15.08					
Н. контр.	Васильєв			15.08					
Затв.	Описенко			16.08					

чотири заготовки довжиною відповідно дві по 800 мм, дві по 830 мм, дві по 600мм. Для цієї операції використовуємо фрезерно-відрізний верстат 5В66 з сегментною пилою D500 2450-4035 ГОСТ 425-89. Вимірювальним інструментом для операції буде лінійка 0-1000 ГОСТ 425-89. Так як подальша обробка деталі не вимагає великої точності на торцях, то її обробка не потрібна.

Операцію проводимо наступним чином: профіль затискаємо в лещатах та за один прохід відрізаємо по передчасно наміченій лінії.

Розмітку для відрізання заготовок ребер жорсткості проводимо наступним чином: кладемо лист на стіл для розмітки, за допомогою лінійки та креслярки проводимо відрізок 250 мм, від краю відрізка 250 мм під прямим кутом проводимо відрізок 80 мм, потім від іншого краю відрізка 250 мм також під прямим кутом проводимо відрізок 160 мм, від краю відрізка 160 мм під кутом 25° проводимо відрізок 188 мм, з'єднуємо кінці відрізків 80 мм та 188 мм. Розмітку інших трьох ребер жорсткості виконуємо таким же чином.

Для виготовлення ребер жорсткості вибираємо лист товщиною 6 мм. Отже відрізаємо з нього потрібні нам заготовки. Тут також використовуємо фрезерно-відрізний верстат 5В66 з сегментною пилою D500 2450-4035 ГОСТ 425-89. Вимірювальним інструментом для операції буде лінійка.

Операцію виконуємо так: вважаючи, що розмітка зроблена від краю листа, матеріал закріплюється в лещатах та за один прохід робиться надріз по довжині відрізка 160 мм. Далі матеріал перевстановлюється в лещатах для проходу фрези по довжині відрізка 188 мм. Потім матеріал знову перевстановлюється для проходу фрези по довжині 513,7 мм.

Операції по розмітці та відрізання заготовок для верхньої плити, пластини під вібратор та ребер жорсткості для зміцнення швелера проводимо подібним чином.

Розмітку для відрізання заготовок ребер пластини під віброзбудник проводимо наступним чином: кладемо лист на стіл для розмітки, за допомогою

лінійки та креслярки проводимо відрізок 275 мм, від краю відрізка 275 мм під прямим кутом проводимо відрізок 188 мм, потім від іншого краю відрізка 275 мм також під прямим кутом проводимо відрізок 188 мм, з'єднуємо кінці відрізків 188 мм. Розмітку верхньої плити та ребер жорсткості для зміцнення швелера виконуємо таким же чином.

Для виготовлення деталей вибираємо лист товщиною 6 мм. Отже відрізаємо заготовки розмірами: 800x830 мм. Тут також використовуємо фрезерно-відрізний верстат 5В66 з сегментною пилою D500 2450-4035 ГОСТ 425-89. Вимірювальним інструментом для операції буде лінійка.

Операцію виконуємо так: вважаючи, що розмітка зроблена від краю листа, матеріал закріплюється в лещатах та за один прохід робиться надріз по довжині відрізка 188 мм. Далі матеріал перевстановлюється в лещатах для проходу фрези по довжині відрізка 275 мм. Заготовка 800x830 мм відрізається таким же чином.

Наступна розміточна операція виконується для розмітки отворів на заготовках для пластин під вібратори. Отже виконуємо розмітку отворів діаметром 17 мм на обох заготовках. Операцію проводимо на столі для розмітки, за допомогою креслярки, керну та молотка. Вимірювання проводимо лінійкою.

Для розмітки отворів використовуємо фарбу, штангенциркуль, лінійку, креслярку, керн, молоток. Розмітку проводимо в наступній послідовності: наносимо фарбу на місця майбутніх отворів; намічаємо осьову лінію; від осьової лінії відкладаємо розмір 56,5 мм по обидва боки від осьової лінії і проводимо лінії паралельні осьовій; від поверхні 188 мм відкладаємо 42,5 мм з обох боків; проводимо лінію перпендикулярну осі заготовки; на отриманих перестинах ліній некернюємо положення центрів майбутніх отворів. Іншу заготовку розмічаємо таким же чином.

Наступна розміточна операція виконується для розмітки отворів на швелерах довжиною 160 мм під кріплення опор.

Отже виконуємо розмітку отворів діаметром 20 мм на обох заготовках. Операцію проводимо на столі для розмітки, за допомогою крелярки, керну та молотка. Вимірювання проводимо лінійкою.

Свердління отворів виконуємо за допомогою вертикально-свердлильного верстата 2Н18.

Ріжучий інструмент для операції буде свердло d17 та d20 ГОСТ 10902-87. Вимірювальний інструмент – штангенциркуль ШЦ –II-125-0.05 ГОСТ 166-90.

Операцію проводимо наступним чином: закріплюємо заготовку в лещатах і проводимо свердління першого отвору; перевстановлюємо заготовку в лещатах та свердлимо інший отвір.

Свердління отворів на іншій заготовці проводимо таким же чином. Після свердління перевіряємо діаметри отворів штангенциркулем.

Складальна операція проводиться за допомогою електродугової сварки. Контроль здійснюється за допомогою лінійки ГОСТ 425-89.

Важливість складальної операції полягає в правильній та вірній послідовності етапів складання. Операцію виконуємо в такій послідовності:

а) зварюємо короб рами. Для цього: закріплюємо швелер довжиною 1000 мм, до нього з обох країв приварюємо два швелера 1780 мм, далі до них приварюємо інший швелер 1000 мм;

б) зміцнюємо швелер 875 мм;

в) приварюємо ребра жорсткості для зміцнення рами. Для цього на відстані 592 мм від краю швелера 1000 мм приварюємо з обох боків два швелера 872 мм;

г) на короб зверху приварюємо плиту розміром 1770x988;

д) приварюємо пластини жорсткості для утримання вібратора. Для цього короб рами повертаємо на 180° і на відстані 308 мм від внутрішнього краю швелера 1780 мм з обох сторін короба приварюємо підготовлені пластини перпендикулярно верхній плиті;

е) приварюємо пластини під вібратор.

Остання, рихтовочна операція виконується за допомогою молотка та ручної шліфувальної машинки. Як різальний інструмент обираємо круг абразивний, як контрольний лінійку.

Рихтовочна операція виконується в тому разі, якщо при виготовленні заготовки були спричинені пошкодження (загини, вм'ятини), а також, якщо при зварюванні деталь піддалася незначеому коробленню, яке можна виправити за допомогою цієї операції.

Отже, вважаємо, що деталь була трохи механічно пошкоджена. Затискаємо деталь та за допомогою молотка, недуже сильними ударами доводимо її до потрібної конфігурації.

Після механічної доводки, ручною шліфувальною машинкою з абразивним кругом прибираємо завусениці на краях фланців, а також обробляємо зварні шви до потрібної конфігурації.

3.3 Розрахунок часу при механічній обробці

Норма часу визначається з метою подальшого розрахунку завантаженості верстатів, визначення їх кількості, а також можливості використання виробничої програми заданим підрозділом.

Норма часу $T_{шт}$, хв, на виконання однієї операції визначається за формулою

$$T_{шт} = t_0 + t_{доп} + t_{об} + t_{ф}, \quad (3.1)$$

де t_0 – основний машинний час, який використовується на безпосередню механічну обробку деталі, хв;

$t_{\text{доп}}$ – час, який необхідний для встановлення та закріплення заготовки, пуск та зупинку верстата, змінення режимів різання. Він становить 30-50% від основного машинного часу

$$t_{\text{доп}} = (0,3 \dots 0,5)t_0; \quad (3.2)$$

$(t_{\text{об}} + t_{\text{ф}}) = t_{\text{дод}}$ – додатковий час на організаційне обслуговування верстата $t_{\text{об}}$, хв, та на фізичні потреби людини, $t_{\text{ф}}$, хв. Цей час становить 5-8% від операційного часу, $t_{\text{опер}}$, хв

$$t_{\text{дод}} = (0,05 \dots 0,08)t_{\text{опер}}, \quad (3.3)$$

$$t_{\text{опер}} = t_0 + t_{\text{доп}}. \quad (3.4)$$

Основний t_0 , хв, час при фрезеруванні відрізною фрезею визначається за формулою

$$t_0 = \frac{L}{S_M} \cdot i, \quad (3.5)$$

де L – довжина оброблювальної поверхні, мм,

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (3.6)$$

l – довжина оброблювальної поверхні, мм;

l_1 – величина різання інструменту, мм;

l_2 – величина перебігу інструменту, мм;

i – кількість проходів інструменту;

S_M – хвилинна подача, мм/хв.

Визначимо норму часу для виконання фрезерної операції для відрізання заготовок для пластини під вібратор.

Для чорнової обробки режим різання $S_M = 170$.

Визначаємо величину різання і перебігу $l_1 = 48,6; l_2 = 3$.

Виходячи з креслення деталі $l=275, i=1$.

$$L=275+48,6+3=326,6, \quad (3.7)$$

$$t_0 = \frac{326,6}{170} = 1,92, \quad (3.8)$$

$$t_{\text{доп}} = (0,3 \dots 0,5) \cdot 1,92 = 0,576 \dots 0,96, \quad (3.9)$$

$$t_{\text{опер}} = 0,96 + 1,92 = 2,88, \quad (3.10)$$

$$t_{\text{дод}} = (0,05 \dots 0,08) \cdot 2,88 = 0,144 \dots 0,230. \quad (3.11)$$

Норма часу $T_{\text{шт}}$, хв, на виконання фрезерної операції

$$T_{\text{шт}} = 1,92 + 0,96 + 0,23 = 3,11. \quad (3.12)$$

Так як операція по відрізанню заготовки складається з трьох заходів (188,188,175) вважаючи, що відрізаємо від краю листа, то рахуємо норми часу на проходження фрезою відрізка довжиною 188 мм.

$$S_M = 170. \quad (3.13)$$

$$l_1 = 48,6; l_2 = 3. \quad (3.14)$$

$$l=188, i=1. \quad (3.15)$$

$$L=188+48,6+3=239,6, \quad (3.16)$$

$$t_0 = \frac{239,6}{170} = 1,41, \quad (3.17)$$

$$t_{\text{доп}} = (0,3 \dots 0,5) \cdot 1,41 = 0,423 \dots 0,705, \quad (3.18)$$

$$t_{\text{опер}} = 0,705 + 1,41 = 2,115, \quad (3.19)$$

$$t_{\text{дод}} = (0,05 \dots 0,08) \cdot 2,115 = 0,11 \dots 0,17. \quad (3.20)$$

Норма часу $T_{\text{шт}}$, хв, на виконання фрезерної операції

$$T_{\text{шт}} = 1,41 + 0,71 + 0,17 = 2,26. \quad (3.21)$$

Так, як цю операцію потрібно виконувати двічі, то норма часу $T_{\text{шт}}$, хв, буде дорівнювати

$$T_{\text{шт}} = 2 \cdot 2,26 = 4,52. \quad (3.22)$$

Норму часу $T_{\text{шт}}$, хв, на виконання розмітки усереднено приймаємо

$$T_{\text{шт}} = 20. \quad (3.23)$$

Основний машинний час $t_{\text{онв}}$, хв, на виконання свердлильних операцій визначається за формулою

$$t_{\text{очн}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (3.24)$$

де L – довжина оброблювальної поверхні, мм;

i – кількість проходів інструменту;

n – частота обертання шпінделя;

S – подача за один оберт шпінделя, об/хв.

При свердлінні наскрізного отвору

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (3.25)$$

Визначимо норми часу на виконання свердлильної операції.

По рекомендаціям на сведління отвору діаметром до 70 мм $S=0,25$; $n=360$; $l=20$; $l_1=8,4$; $l_2=2$.

$$L=20+8,4+2=30,8. \quad (3.26)$$

Операція виконується за 4 проходи $i=4$

$$t_{\text{осн}} = \frac{30,8 \cdot 4}{360 \cdot 0,25} = 1,37, \quad (3.27)$$

$$t_{\text{доп}} = (0,3 \dots 0,5) \cdot 1,37 = 0,411 \dots 0,685, \quad (3.28)$$

$$t_{\text{опер}} = 0,685 + 1,37 = 2,055, \quad (3.29)$$

$$t_{\text{дод}} = (0,05 \dots 0,08) \cdot 2,055 = 0,103 \dots 0,163. \quad (3.30)$$

Норма часу $T_{\text{шт}}$, хв, на виконання свердлильної операції

$$T_{\text{шт}} = 1,37 + 0,685 + 0,164 = 2,219. \quad (3.31)$$

Норму часу на складальну операцію орієнтовно призначаємо

$$T_{\text{шт}} = 30. \quad (3.32)$$

Норму часу на рихтовочну операцію орієнтовно призначаємо

$$T_{\text{шт}} = 10. \quad (3.33)$$

Сумарний час на виготовлення рами, хв., складає

$$t = 3,11 + 4,52 + 20 + 2,219 + 10 + 30 = 69,849. \quad (3.34)$$

Загальний час на виготовлення привантажувача складає 70 хв.
Оформлення технологічного процесу виготовлення рами оформляємо маршрутно-операційною картою ГОСТ 3.1118-88.

4 Охорона праці при експлуатації віброплощадки

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів виникаючих при експлуатації віброплощадки

Під вібрацією розуміють механічні коливання твердого тіла. Найпростішим видом таких коливань є гармонійні коливання, при яких відбувається почергове наростання та спадання в часі (за синусоїдальним законом) значень рухомої точки чи механічної системи.

При роботі віброплощадки вібрація відіграє негативну роль для людини. За способом передачі на тіло людини розрізняють загальну та місцеву (локальну) вібрацію. Загальна вібрація передається на тіло людини, яка сидить або стоїть, переважно через опорні поверхні – сидіння, підлогу. Локальна вібрація передається через руки працюючих при контакті з ручним механізованим інструментом, органами керування машинами та обладнанням, деталями, які обробляються і т. п. Можлива також одночасна дія загальної та локальної вібрації.

За часовими характеристиками загальні та локальні вібрації поділяються на: постійні, для яких величина віброприскорення чи віброшвидкості змінюється менше ніж у два рази (менше 6 дБ) за робочу зміну; непостійні, для яких вищеперераховані параметри вібрації змінюються не менше ніж у два рази (6 дБ і більше) за робочу зміну. В свою чергу, непостійні вібрації поділяються на:

– коливні, рівні яких безперервно змінюються в часі;

БМіО.201пММ.004-00.00.000 ПЗ						
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		
Розроб.		Маргарян		15.06		
Перев.		Нестеренко		15.06		
Керівник		Нестеренко		15.06		
Зм. контр.		Васильєв		16.06		
Зм.		Орисянко		16.06		
Охорона праці при експлуатації віброплощадки						
					Лім.	Лист
Н					65	
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»						

– переривчасті, коли контакт з вібрацією в процесі роботи переривається, причому довжина інтервалів, під час яких має місце контакт, становить більше 1с;

– імпульсні, що складаються з одного або кількох вібраційних впливів, кожен довжиною менше ніж 1 с, при частоті їх дії менше ніж 5,6 Гц.

При дії вібрації на організм людини спостерігаються зміни в діяльності серцевої та нервової систем, спазм судин, зміни у суглобах, що призводить до обмеження їх рухомості. При нетривалій дії вібрації працівник передчасно втомлюється, при цьому його продуктивність праці знижується. Тривала дія вібрації може спричинити професійне захворювання – вібраційну хворобу. Під час розвитку цієї хвороби з'являється оніміння, відчуття повзання мурашок, біль у суглобах тощо.

Особливо небезпечна вібрація робочих місць з частотою, яка є резонансною з частотою коливання окремих органів чи частин тіла людини, що може призвести до їх механічного пошкодження. Для більшості внутрішніх органів людини частота власних коливань становить 6-12 Гц.

При роботі віброплощадок спостерігається великий рівень. Шкідливий та небезпечний вплив шуму на організм людини встановлено тепер з повною визначеністю. Ступінь такого впливу, в основному, залежить від рівня та характеру шуму, форми та тривалості впливу, а також індивідуальних особливостей людини. У працівників «шумних» професій може виникнути професійне захворювання – туговухість, основним симптомом якого є поступова втрата слуху, перш за все в області високих частот з наступним поширенням на більш низькі частоти.

Крім безпосереднього впливу на орган слуху шум впливає на різні відділи головного мозку, змінюючи при цьому нормальні процеси вищої нервової діяльності. Цей, так званий, неспецифічний вплив шуму може виникнути навіть раніше ніж зміни в самому органі слуху. Характерними є скарги на підвищену

втомлюваність, загальну слабкість, роздратованість, апатію, послаблення пам'яті, погану розумову діяльність і т. п.

Наближено дію шуму різних- рівнів можна охарактеризувати наступним чином. Шум до 50 дБА, зазвичай, не викликає шкідливого впливу на людину в процесі її трудової діяльності. Шум з рівнем 50–60 дБА може викликати психологічний вплив, що проявляється у погіршенні розумової діяльності, послабленні уваги, швидкості реакції, утрудненні роботи з масивами інформації тощо. При рівні шуму 65–90 дБА можливий його фізіологічний вплив: пульс учащається, тиск крові підвищуються, судини звужуються, що погіршує постачання органів кров'ю. Дія шуму з рівнем 90 дБА і вище може призвести до функціональних порушень в органах та системах організму людини: знижується слухова чутливість, погіршується діяльність шлунку та кишківника, з'являється відчуття нудоти, головний біль, шум у вухах. При рівні шуму 120 дБА та вище здійснюється механічний вплив на орган слуху, що проявляється у порушенні зв'язків між окремими частинами внутрішнього вуха, можливий навіть розрив барабанної перетинки. Такі високі рівні шуму впливають не лише на органи слуху, а й на весь організм. Звукові хвилі, проникаючи через шкіру, викликають механічні коливання тканин організму, внаслідок чого відбувається руйнування нервових клітин, розриви мілких судин тощо.

Отже, шкідливі та небезпечні наслідки дії шуму проявляються тим більше, чим вищий рівень сили звуку та триваліша його дія.

На основі даних про особливості впливу шуму на організм людини проводять гігієнічне нормування його параметрів.

Всі небезпечні фактори занесені в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Небезпечні фактори

№ п/п	Назва фактору	Спосіб дії на людину	Можливі наслідки	Документ, що її визначає	Запобіжні пристосування
1	Вібрація	Коливання середовища	Погіршення самопочуття	ДСН 3.3.4.039-99	Віброізоляція
2	Шум	Через слухові ограни	Погіршення самопочуття	ДСН 3.3.4.037-99	Шумоізоляція
3	Займання й пожежна небезпека	Вплив продуктів горіння на організм людини, опіки шкіри	Опіки, порушення працездатності смерть	ДБН В.1.1-7.2002	Спеціальне навчання та перевірка знань працівників, встановлення протипожежних щитів
4	Ураження електричним струмом	Прямий удар, місцеві електротрав- ми	Опіки, порушення працездатно-сті смерть	ДБН В2.5-27-2006	Заземлення, занулення
5	Падіння предметів з висоти	Падіння предметів	Травматизм	ДСТУ EN 1891:2006	Надійно фіксувати форму
6	Пил, шкідливі речовини в повітрі	Через дихальні органи	Погіршення самопочуття, розвиток астми, інших захворювань	ДСН 3.3.4.042-99	Система вентиляції

4.2 Технічні заходи з техніки безпеки передбачені в проекті

Найбільш вірогідніші небезпеки при роботі віброплощадки є:

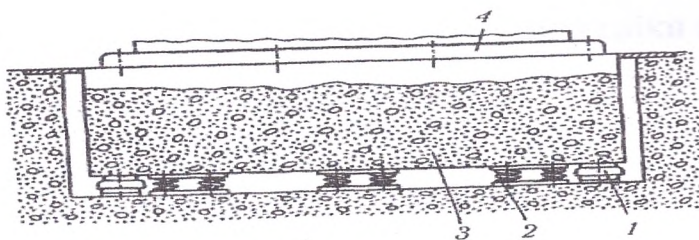
- віброхвороба та погіршення слуху;
- пробої на корпус електричного струму;
- скручування гайок з болтових з'єднань віброплощадки.

Контакту працівника з віброоб'єктом, а відтак і шкідливої дії вібрації можна уникнути шляхом використання дистанційного керування, автоматичного контролю та сигналізації, а також застосування захисного огороження. При роботі з віброплощадками цього досягти іноді неможливо, то необхідно при контакті працівника з віброоб'єктом домогтися зменшення параметрів вібрації на шляху її поширення від джерела змушувальної сили. Це можна досягти за допомогою вібропоглинання, віброгасіння та віброізоляції.

Вібропоглинання (вібродемпфірування) полягає в штучному збільшенні втрат у коливальній системі, при цьому енергія вібрації перетворюється в теплову. На практиці для цього найчастіше використовують конструктивні матеріали з великим внутрішнім тертям (пластмаси, сплави марганцю та міді, магнієві сплави і т. п.) або наносять на поверхні, що вібрують, шар пружно-в'язких матеріалів, які збільшують внутрішнє тертя в коливній системі (покриття поверхонь, що вібрують, гумою та пружно-в'язкими мастиками на основі полімерів, мащення вузлів та з'єднань).

Динамічне віброгасіння полягає у збільшенні реактивного опору коливної системи. Засоби динамічного віброгасіння за принципом дії поділяється на ударні та динамічні віброгасники. Останні за конструктивною ознакою можуть бути пружинними, маятниковими, ексцентриковими та гідравлічними. Вони, зазвичай, являють собою додаткову коливну систему, яка встановлюється на агрегаті, що вібрує, масою M та жорсткістю C (рисунк 4.1). Причому маса m та

жорсткість c цієї системи підібрані таким чином, що в кожний момент часу збуджуються коливання, які знаходяться в протифазі з коливаннями агрегату.



4

1 – амортизатори, 2 – пружини, 3 – фундаментна плита,
– віброплощадка

Рисунок 4.1 – Схема дії динамічного віброгасника

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) від вібрації за місцем контакту працівника з об'єктом, що вібрує підрозділяються: ЗІЗ для рук (рукавиці, рукавички, прокладки); ЗІЗ для ніг (спеціальне взуття, підметки, коврики, наколінники); ЗІЗ для тіла (нагрудники, пояси, спеціальні костюми).

Для зменшення шкідливого впливу виробничого шуму на працівників шумних виробництв, послаблення передавання його в сусідні приміщення застосовують звукоізоляцію, звукопоглинання та глушники шуму.

Звукоізоляція є ефективним засобом зменшення рівня шуму на шляху його поширення, що реалізується шляхом встановлення звукоізоляційних перешкод (перегородок, кабін, кожухів, екранів). Принцип звукоізоляції базується на тому, що більша частина звукової енергії, яка потрапляє на перешкоду, відбивається і лише незначна її частина проникає через неї.

Для забезпечення безпеки ураження електричним струмом потрібно, провести інструктаж персоналу з техніки безпеки. В обов'язковому порядку потрібно зробити аварійне заземлення, і цим уникнемо пробойів на корпус електричного струму, що призведе до травматизму робітників.

З метою попередження скручування гайок з болтових з'єднань віброплощадки потрібно зусилля попереднього натягу з'єднань регулювати за

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

70

допомогою динамометричного ключа та періодично перевіряти затяг болтових з'єднань.

4.3 Інженерні розрахунки з охорони праці та техніки безпеки

4.3.1 Розрахунок заземлення

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

Захисне заземлення повинне забезпечити захист людей від поразки електричним струмом при дотику до механічних частин устаткування, що можуть виявитися під напругою в результаті ушкодження ізоляції. Захисне заземлення включають шляхом навмисного з'єднання (металевим провідником) неструмоведучих частин електроустановок з «землею» рисунок 4.3 чи її еквівалентів (ГОСТ 12.1030-81 «ССБТ Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»).

Принцип дії захисного заземлення – зниження до безпечних меж напруги дотику і крокової напруги, що виникають при замиканні фази на корпус. Це досягається зменшенням потенціалу заземленого устаткування $\varphi = I_3 R_3$ (у силу малого опору пристроїв, що заземлюють, 4...10 Ом), а також вирівнюванням потенціалів устаткування, що заземлюється, і основи за рахунок збільшення потенціалу основи, на якій знаходиться людина, до значення, близького до потенціалу заземленого устаткування.

При контурному заземленні одиночні заземлювачі розташовуються рівномірно по контуру, на якому розміщене устаткування, яке потребує заземлення. Всередині заземлюючого контуру досягається втравлювання

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

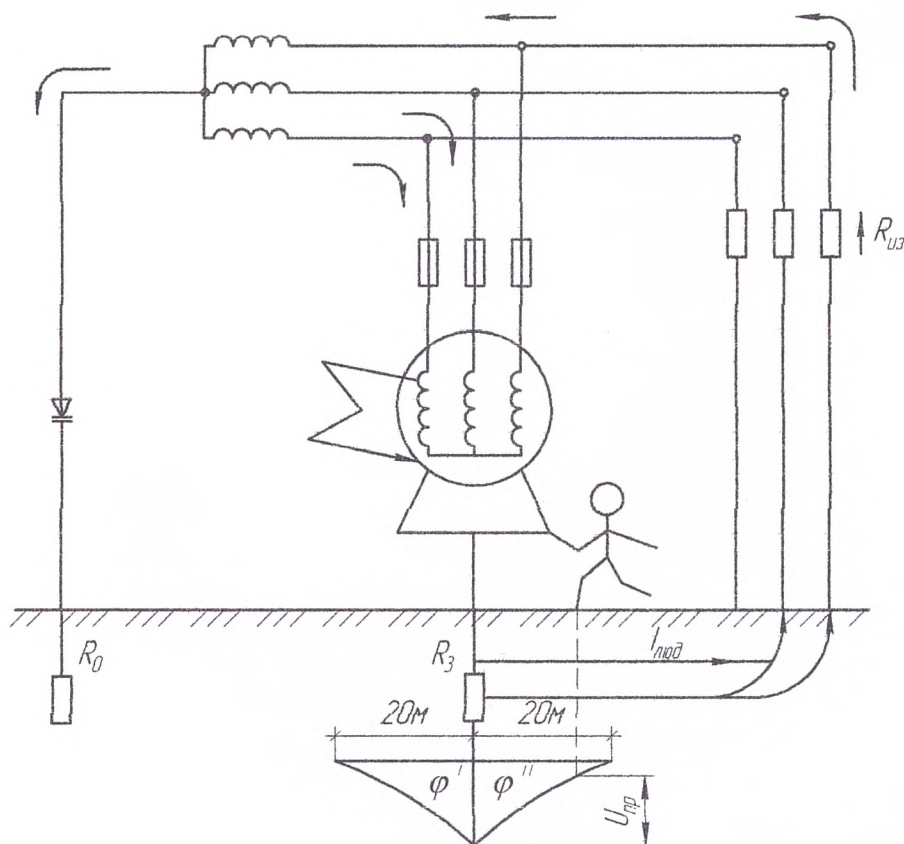
ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

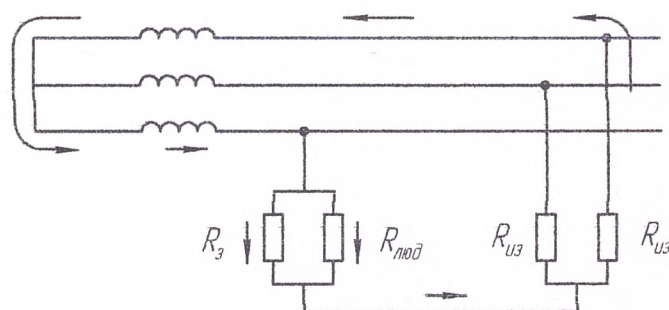
71

потенціалів землі, що визначає мінімальні значення напруги дотику і крокової напруги.

а



б



а) принципова схема захисного заземлення; б) еквівалентна схема

Рисунок 4.2 – Схеми захисного заземлення

Допустиме значення опору пристроїв що заземлюють регламентується «Правилами устро́йства електроустановок» (ПУЭ). Для електроустановок напругою 1000 В опір захисного заземлення $R \leq 10 \text{ м}$.

Розрахунок пристроїв, що заземлюють, робимо методом коефіцієнта використання електродів.

Визначаємо розрахункові питомий опір ґрунту $\rho_{\text{роз}}, \text{Ом} \cdot \text{м}$

$$\rho_{\text{роз}} = \rho_{\text{вимір}} \cdot \psi, \quad (4.1)$$

де $\rho_{\text{вимір}}$ – вимірюваний питомий опір ґрунту (для ґрунту нормальної вологості в зоні 1) $\text{Ом} \cdot \text{м}$, $\rho_{\text{вимір}} = 200$;

ψ – коефіцієнт сезонності, $\psi = 1,7$,

$$\rho_{\text{роз}} = 200 \cdot 1,7 = 340. \quad (4.2)$$

Попередньо визначаємо конфігурацію пристроїв, що заземлюють, тип і розміри заземлюючих електродів.

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

73

Приймаємо заземлюючий пристрій по контуру (рисунок 4.3).

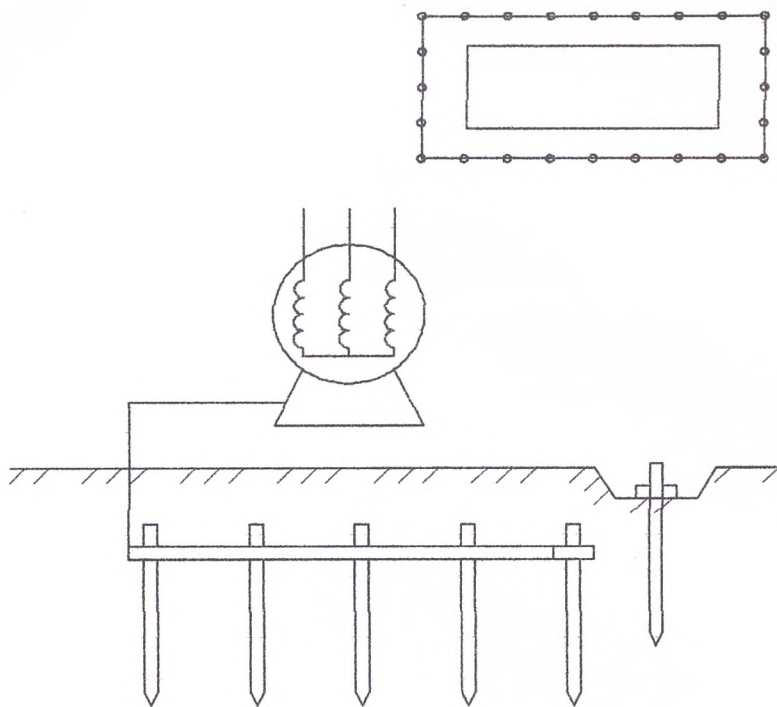


Рисунок 4.3 – Схема заземлюючих пристроїв

У якості вертикальних електродів приймаємо стержні круглого перетину діаметром $d=4$ см і довжиною $l=3$ м.

У якості горизонтальних електродів приймаємо сталеву полосу шириною $b=5$ см.

Відношення відстані вертикальних електродів до їх довжини

$$a = 2l. \quad (4.3)$$

Визначимо опір розтіканню струму вертикальним електродом R_b , Ом

$$R_b = \frac{\rho \cdot \epsilon \cdot \zeta}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + 0,5 \ln \frac{4t + l}{4t - l} \right), \quad (4.4)$$

де l – довжина вертикального електрода, м, $l=3$;

d – діаметр вертикального електрода, м, $d=0,04$;

t – відстань від верха землі до середини забитого в траншею електрода, м, $t=2,2$ (рисунок 4.3),

$$R_b = \frac{340}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,04} + 0,5 \ln \frac{4 \cdot 2,2 + 3}{4 \cdot 2,2 - 3} \right) = 96,8 . \quad (4.5)$$

Визначаємо орієнтовну кількість вертикальних електродів n' , шт.

$$n' = R_b / R_1 \cdot \eta_{\text{верт}}, \quad (4.6)$$

де $\eta_{\text{верт}}$ – коефіцієнт використання вертикального електрода (при орієнтованому розрахунку), $\eta_{\text{верт}} = 1$,

$$n' = 96,8 / 4 \cdot 1 = 24,2 . \quad (4.7)$$

Приймаємо $n=25$ шт.

Виходячи з отриманого числа вертикальних електродів і відношення відстані між вертикальними електродами до їхньої довжини вибираємо коефіцієнт використання вертикальних електродів $\eta_v = 0,625$.

Уточнюємо число вертикальних електродів n , шт

$$n = R_b / R_1 \cdot \eta_a = 96,8 / 4 \cdot 0,625 = 38,72 . \quad (4.8)$$

Приймаємо $n=39$ шт.

Визначаємо довжину горизонтальних електродів L , м

$$L = a \cdot n, \quad (4.9)$$

де a – довжина одного горизонтального електрода зі сталі, м, $a=2l=2\cdot3=4$.
Визначаємо опір розтікання струму горизонтальним електродом R_r , Ом

$$R_r = \frac{\rho \cdot l}{2\pi \cdot b} \ln \frac{l^2}{b \cdot t}, \quad (4.10)$$

де L – довжина горизонтального електрода, м, $L = 6 \cdot 35 = 210$;

b – ширина горизонтального електрода, м, $b = 0.05$;

t – глибина закладення (відстань від поверхні землі до середини електрода), м, $t = 0.75$,

$$R_r = \frac{340}{2 \cdot 3,14 \cdot 210} \ln \frac{210^2}{0,05 \cdot 0,75} = 3,6. \quad (4.11)$$

Загальний опір заземлюючого контура $R_{\text{заг}}$, Ом

$$R_{\text{заг}} = \frac{R_B R_r}{R_B \eta_r + R_r \eta_B} \leq R_z, \quad (4.12)$$

де η_r – коефіцієнт використання горизонтального електрода в залежності від його довжини, $\eta_r = 0.317$

$$R_{\text{заг}} = \frac{96,8 \cdot 3,6}{96,8 \cdot 0.317 + 3,6 \cdot 0.625 \cdot 39} = 2,94 \leq 4. \quad (4.13)$$

У результаті розрахунку був отриманий заземлюючий контур, що складається з 39 стержнів довжиною 3 м і діаметром 4 см, розташованих по периметру полігона з опором 2,94 Ом, що відповідає припустимим нормам.

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

76

4.3.2 Розрахунок ефективності гумових амортизаторів

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

Зменшити коливання передані на робочі місця від динамічно неврівноважених машин (у нашому випадку віброформовочної установки) можливо шляхом їхньої установки на масивні віброзгосячі основи (рисунок 4.4)

Конструктивно віброзгашуючі основи виконується у виді залізобетонної плити по периметрі якої встановлюється акустичний шов, 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 ГОСТ 12.1.012-90.

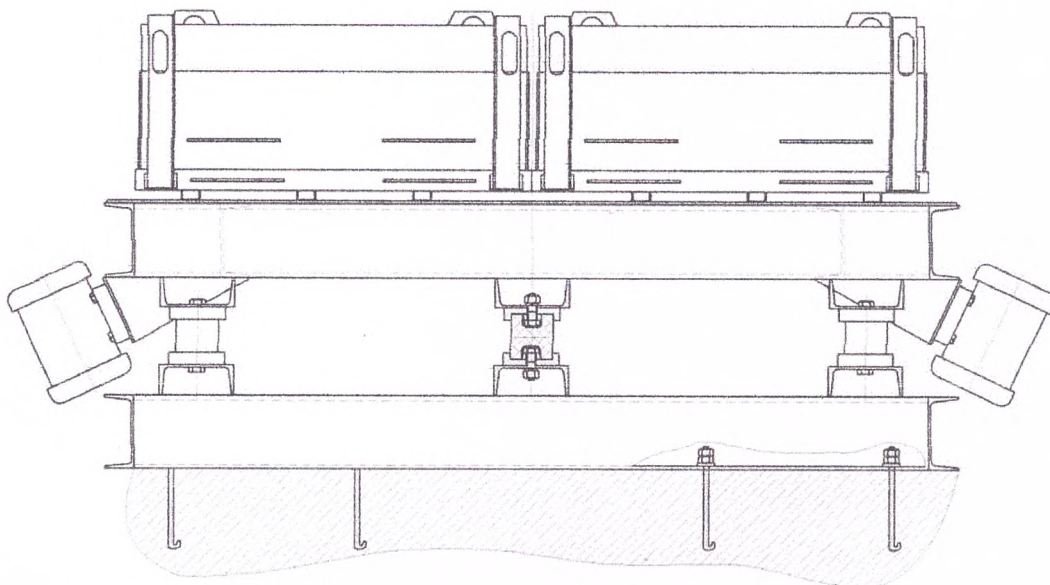


Рисунок 4.4 – Конструкція віброзгашуючих основ

Розрахунок фундаментів під вібраційну машину полягає в перевірці відповідності амплітуди вібропереміщень вимогою норм.

Вага віброуючих частин $P=17000$ Н.

Потужність привода $N_{пр.}=1,1$ кВт.

Частота коливань $f=30$ Гц.

Максимальний статичний момент дебалансу $M = 1,38$ Н·см.

Амплітуда $a=1$ мм.

Фундамент установлюють на суглинок середньої пористості з нормативним тиском, що допускається, 300 кПа.

Динамічне навантаження, що збуджується дебалансом N , Н, визначаємо по заданому сумарному кінетичному моменту $M=1,38$ Н·м і частоті вібрації 30 Гц

$$\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3.14 \cdot 30 = 188,4, \quad (4.14)$$

$$N = \frac{M \omega^2}{g}, \quad (4.15)$$

де g – прискорення вільного падіння, m/c^2 , $g=9,8$.

Тоді

$$N = \frac{1,38 \cdot 188,4^2}{9,8} = 4998. \quad (4.16)$$

Визначаємо сумарну жорсткість всіх опор K , Н/м

$$K = \frac{P_{рч}}{\lambda_{ст}}, \quad (4.17)$$

де $P_{рч}$ – вага рухомих частин, Н, $P_{рч}=17000$;

$\lambda_{ст}$ – статична осадка гумово-металічних опор, м, $\lambda_{ст}=0,002$.

Тоді

$$K = \frac{17000}{0.002} = 8500000. \quad (4.18)$$

Розраховуємо власну частоту вертикальних коливань підресорних частин віброплощини $\omega_0, \text{с}^{-1}$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{E_{\text{т}}}} = \sqrt{\frac{8500000}{17000}} = 22,36. \quad (4.19)$$

Тоді частота дорівнює $f_0, \text{Гц}$

$$f_0 = \frac{22,36}{2 \cdot 3,14} = 3,56. \quad (4.20)$$

Визначаємо нормальне динамічне навантаження, що передається на фундамент $N_{\phi}, \text{Н}$

$$N_{\phi} = \frac{N}{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 - 1}, \quad (4.21)$$

$$N_{\phi} = \frac{4998}{\left(\frac{188,4}{22,36}\right)^2 - 1} = 71,41. \quad (4.22)$$

Виходячи з досвіду проектування фундаментів під машини з динамічними навантаженнями, конструктивно приймаємо площу F_{ϕ} фундаменту. В першому

наближенні задається маса фундаменту приблизно у два рази більша загальної маси віброплощини $M_{\phi}=3400 \text{ кг} \Rightarrow P_{\phi} = 34000 \text{ Н}$, $F_{\text{ср}} = 4,5 \text{ м}^2$.

Розраховуємо коефіцієнт жорсткості природної основи K_z , Н/м, при вибраному ґрунті (суглинок), $R=3 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $C_z=5 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ (коефіцієнт пружного рівномірного стиску)

$$K_z = F_{\text{в}} C_z, \quad (4.23)$$

$$K_z = 4,5 \cdot 5 \cdot 10^5 = 2,25 \cdot 10^6. \quad (4.24)$$

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

$$\omega_{\phi} = \sqrt{\frac{K_z}{m_{\phi}}}, \quad (4.25)$$

$$\omega_{\phi} = \sqrt{\frac{2,25 \cdot 10^6}{34000}} = 8,13, \quad (4.26)$$

$$f_{\phi} = \frac{8,13}{2 \cdot 3,14} = 1,3. \quad (4.27)$$

Розраховуємо амплітуду переміщення фундаменту a_{ϕ} , мм, під дією динамічної сили

$$a_{\phi} = \frac{N_{\phi}}{K_z \left[\left(\frac{\omega}{\omega_{\phi}} \right)^2 - 1 \right]}, \quad (4.28)$$

$$a_0 = \frac{71,65}{2,25 \cdot 10^6 \left[\left(\frac{188,4}{8,13} \right)^2 - 1 \right]} = 0,000059 \quad (4.29)$$

Амплітуду вібропереміщення фундаменту порівнюємо зі значеннями, що допускаються, для будівельних конструкцій. За ГОСТ 12.1.012-90 на частоті 30 Гц допустима амплітуда вібропереміщення фундаменту складає 0,000059мм. У даному випадку амплітуда вібропереміщення фундаменту не перевищує встановлених норм.

4.4 Техніка безпеки при експлуатації та обслуговуванні віброплощадки

В будівництві та в будівельній індустрії ряд виробничих процесів: ущільнення бетонних сумішей, ущільнення ґрунтів та інші роботи викликають шум та вібрацію, які при перевищенні допустимих значень негативно впливають на людину. В умовах шуму і вібрації при роботі віброплощадки значно уповільнюється реакція людини, послаблюється дихання, швидко настає втома. Це є причиною збільшення травматизму і зниження працездатності. Довготерміновий контакт з вібромашинами призводить до професійного захворювання. Боротьбі з вібрацією та шумом надається велика увага як при розробці нових конструкцій машин, так і при модернізації тих, що серійно випускаються.

При розробці режиму праці передбачають:

- сумарний термін роботи з машиною і розподілення періодів контакту з нею на протязі робочої зміни чи циклу;
- виконання інших видів робіт, не зв'язаних з дією вібрації, в тому числі підготовчих, заключних та допоміжних;

При експлуатації вібраційних машин особлива увага звертається на дотримання наступних умов:

- до роботи допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли попередній медичний огляд, мають відповідну кваліфікацію і здали залік по правилам безпечного виконання робіт;

- робота проводиться, як правило, в приміщеннях, що опалюються з температурою повітря не нижче 10°C при вологості 40-60%. При роботі в холодний період року в неопалюваних приміщеннях чи на відкритому повітрі для періодичного обігріву передбачаються приміщення з температурою повітря 21-23°C, крім того, на робочих місцях забезпечується місцевий обігрів;

- до експлуатації допускають тільки технічно справні машини. При планово-попереджувальному ремонті здійснюється контроль за параметрами вібрації. Параметри вібрації визначають для нових машин по даним технічних паспортів, для тих, що знаходяться в експлуатації і для всіх видів машин після ремонту – по даним фактичних замірів, що проводяться не рідше одного разу на рік, а для ручних машин – не рідше двох разів на рік;

- всі працівники, що попадають під вплив вібрації, забезпечуються індивідуальними засобами захисту від вібрації і шуму. Інтенсивний шум, особливо імпульсний і високочастотний, впливає і на нервову систему, сприяючи швидкому стомленню, послабленню уваги. Слід мати на увазі, що одночасна дія шуму і вібрації може принести більше шкоди організму, ніж окрема дія кожного з цих факторів;

- працівників, у яких виявлена вібраційна хвороба, переводять по висновку медичних закладів на роботу, не зв'язану з вібрацією;

- проведення позаурочних робіт з машинами, що створюють вібрацію, не допускається;

Значення шуму на робочих місцях регламентується ГОСТ 12.1.003-91 „Шум. Загальні вимоги безпеки”. Дія шуму залежить від його інтенсивності, частоти, терміну дії. Шум викликає погіршення слуху, психічне напруження чи

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

82

стрес, вегетативний розлад, порушує можливість зосередитися і виконувати роботу.

Якщо при існуючій технології виробництва, техніці шумопоглинання і віброізоляції шум та вібрацію на робочих місцях знизити до припустимої норми не можливо, то працюючих слід забезпечити засобами індивідуального захисту (навушники, шлеми, заглушки, вкладиші, вібровзуття, віброрукавиці), що знижують шум і вібрацію до меж, встановлених нормами.

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист
83

Висновки

Конструкції пригрузів для доощільнення бетонних сумішей на вібраційних площадках відіграють важливу роль у забезпеченні якості і довговічності бетонних конструкцій. Вони сприяють розподілу бетону, компактизації та видаленню повітряних мішків та пустот, що можуть негативно впливати на міцність та довговічність бетону.

Використання правильної конструкції пригрузу дозволяє забезпечити рівномірний розподіл бетонної суміші, покращити її компактність і забезпечити високу якість поверхні бетонної конструкції. Це важливо, особливо у випадках, коли поверхня буде видимою або потребує додаткової обробки.

Крім того, використання привантажувачів для доущільнення бетону на вібраційних площадках допомагає збільшити ефективність роботи та знизити витрати. Це дозволяє зменшити час і зусилля, необхідні для ущільнення бетону, покращити продуктивність будівельних робіт і знизити витрати на ремонт та відновлення бетонних конструкцій.

Проведено розрахунок вібраційної площадки та визначено основні її характеристики.

При розробці розділу з охорони праці було проведено та проаналізовано:

- аналіз шкідливих і небезпечних факторів, які діють на працюючих при експлуатації даного устаткування;
- технічні засоби що передбачаються для зменшення або усунення дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів;
- інженерні рішення з охорони праці та техніки безпеки, а саме, розрахунок захисного заземлення та віброгасячої основи;
- техніка безпеки при експлуатації та обслуговуванні вібраційної площадки.

					ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Висновки	Лім.	Лист	Листів	
Розроб.	Маргарян		<i>А.М.М.</i>	15.06		Н			
Перев.	Нестеренко		<i>Н.С.</i>	15.06					
Керівн.	Нестеренко		<i>Н.С.</i>	15.06					
Н. контр.	Васильєв		<i>В.В.</i>	16.06					
Затв.	Орисенко		<i>О.О.</i>	16.06					
						Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»			

Загалом, використання конструкцій імпульсних пригрузів для доопцілювання бетонних сумішей на вібраційних площадках є важливим етапом в будівельному процесі. Використовуючи імпульсні привантажувачі дозволяють забезпечити високу якість та надійність бетонних конструкцій, знизити витрати та полегшити роботу будівельних бригад.

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ

Лист

85

Список літератури

1. . Боре́йко В. І., При́тула М.Ю. Перспективи виробництва будівельних матеріалів в Україні // Збірник наукових праць. Проблеми раціонального використання соціально-економічного та природно-ресурсного потенціалу регіону: фінансова політика та інвестиції, 2011. Випуск XVII. №4. С. 64-71.
2. Назаренко І.І. Машины для виробництва будівельних матеріалів: підручник. К.: КНУБА, 1999. 488 с.
3. Лермит Р. Проблемы технологии бетона: Пер. с фр. /под ред. и с предисл А.Е. Десова. Москва: Издательство ЛКИ, 2007. 296 с.
4. Иткин А.Ф. Вибрационные машины для формования бетонных изделий. Київ: «МП Леся», 2009. 152 с.
5. Назаренко І.І., Дєдов О.П., Дьяченко О.С., Огляд конструкцій існуючих навісних збудників коливань та дослідження ефективності їх використання для покращення ущільнення залізобетонних виробів на вібраційних установках. *Техніка будівництва*. 2018. Вип.39.С.46-55.
6. Делембовський М.М. Вплив режимів експлуатації і властивостей елементів вібромашин будівельної індустрії на процеси надійності. *Грааль науки*. 2021. №4. С.209-214.
7. Maslov O., Batsaikhan J., Salenko Yu. The theory of concrete mixture vibratory compacting. *International journal of engineering and technology*. 2018. №7(3), P.239-244.
8. Pintoi R., Barbu A.M., Ionescu A. Vibrations influence on concrete compaction. *Applied Mechanics and Materials*. 2020. Vol.896, P.355-360.
9. Nesterenko Mykola Технологічність вібраційних площадок з просторовим рухом рухомої рами для формування залізобетонних виробів /

ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Маргарян	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	15.08
Перев.	Нестеренко	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	15.08
Керівник	Нестеренко	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	15.08
Н. контр.	Васильєв	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	16.08
Затв.	Орисенко	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	16.08

Список літератури

Лім.	Лист	Листів
Н		

Національний університет
«Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»

Mykola Nesterenko, Mykola Nesterenko, Olexandr Orysenko, Taras Sklyarenko // ACADEMIC JOURNAL Industrial Machine Building, Civil Engineering. – Полтава: ПНТУ, 2019. – Т. 2 (53). – С. 13-18. – doi:<https://doi.org/10.26906/znp.2019.53.1881>.

10. Назаренко, І.І., Нестеренко, М.П. (2015). Методика досліджень загальної динамічної моделі «технологічна машина для будівельної індустрії – оброблюване середо- вище». Техніка будівництва. 34. 4-11.

11. Nesterenko M.P., Nesterenko M.M., Orysenko O.V. & Sklyarenko T.O. (2019). Vibrating tables with the spatial oscillations of the moving frame technological properties for forming reinforced concrete products. ACADEMIC JOURNAL Industrial Machine Building, Civil Engineering. 2(53). 13-18. doi: <https://doi.org/10.26906/znp.2019.53.1881>.

12. P. Dallasega, E. Rauch & C. Linder (2018). Industry 4.0 as an enabler of proximity for construction supply chains: A systematic literature review. Computers in Industry. 99. pp.205-225. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.03.039>

13. Wang, S.; Wan, J.; Li, D.; Zhang, C. (2016) Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. Int. J. Distrib. Sens. Netw. 12. 3159805. doi: <https://doi.org/10.1155/2016/3159805>

					ГММ.201пММ.004-00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ГММ.201пММ.004-01.00.000СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
БК	1		ГММ.201пММ.004-01.00.001	Лонжерон		
				Швеллер $\frac{16 \text{ ГОСТ } 8240-97}{\text{Ст.3 ГОСТ } 535-88} L=1780\text{мм}$	2	39 кг
БК	2		ГММ.201пММ.004-01.00.002	Поперечина		
				Швеллер $\frac{16 \text{ ГОСТ } 8240-97}{\text{Ст.3 ГОСТ } 535-88} L=1000\text{мм}$	2	22 кг
БК	3		ГММ.201пММ.004-01.00.003	Поперечина середня		
				Швеллер $\frac{16 \text{ ГОСТ } 8240-97}{\text{Ст.3 ГОСТ } 535-88} L=875\text{мм}$	2	19,25 кг
	4		ГММ.201пММ.004-01.00.004	Опора		
				Швеллер $\frac{16 \text{ ГОСТ } 8240-97}{\text{Ст.3 ГОСТ } 535-88} L=160\text{мм}$	6	3,52кг

ГММ.201пММ.004-01.00.000

ЗМ.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Разраб.		Маргарян	<i>[Signature]</i>	15.06
Перев.		Нестеренко	<i>[Signature]</i>	15.06
Нконтр.		Васильєв	<i>[Signature]</i>	15.06
Затв.		Орисенко	<i>[Signature]</i>	15.06

Рама нижня

Лит.	Лист	Листів
Н		1
ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА		
2023р		

Формат А4

Формат	Зона	Поз	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ГММ.201пММ.004-02.00.000СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
БК	1		ГММ.201пММ.004-02.00.001	Лонжерон		
				Швеллер $\frac{16 \text{ ГОСТ } 8240-97}{\text{Ст.3 ГОСТ } 535-88} L=1780\text{мм}$	2	39 кг
БК	2		ГММ.201пММ.004-02.00.002	Поперечина		
				Швеллер $\frac{16 \text{ ГОСТ } 8240-97}{\text{Ст.3 ГОСТ } 535-88} L=1000\text{мм}$	2	22 кг
БК	3		ГММ.201пММ.004-02.00.003	Поперечина середня		
				Швеллер $\frac{16 \text{ ГОСТ } 8240-97}{\text{Ст.3 ГОСТ } 535-88} L=875\text{мм}$	2	19,25 кг
	4		ГММ.201пММ.004-02.00.004	Пластина	2	
	5		ГММ.201пММ.004-02.00.005	Редьро	4	
	6		ГММ.201пММ.004-02.00.006	Лист	1	
	7		ГММ.201пММ.004-02.00.007	Опора	6	
				Швеллер $\frac{16 \text{ ГОСТ } 8240-97}{\text{Ст.3 ГОСТ } 535-88} L=160\text{мм}$		3,52кг

ГММ.201пММ.004-02.00.000

ЗМ	Лист	№ докум	Підп	Дата
Разраб		Маргарян	<i>Маргарян</i>	15.06
Перев		Нестеренко	<i>Нестеренко</i>	15.06
Нконтр		Васильєв	<i>Васильєв</i>	15.06
Затв		Орисенко	<i>Орисенко</i>	16.06

Рама верхня

Лист	Лист	Листів
Н		1
ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА		
2023р		

Копіював

Формат А4

