

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет автоматизації і інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра машин і обладнання технологічних процесів

(назва кафедри)

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

на тему :

РОЗРОБКА ПРИВОДУ ВІБРАЦІЙНОГО МАЙДАНЧИКА

Виконав: студент 4 курсу, групи БМО-41
спеціальності 133 “Галузеве машинобудування”

Гуменюк Дмитро Олександрович
(прізвище, ім'я та по-батькові)

Керівник

Дєдов Олег Павлович
(прізвище та ініціали)

Д.Т.Н., доцент
(вчене звання, науковий ступінь)

м. Київ - 2022 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет автоматизації і інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра машин і обладнання технологічних процесів

(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ д.т.н., проф. Назаренко І.І.

“ ___ ” _____ 2021 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

на тему :

РОЗРОБКА ПРИВОДУ ВІБРАЦІЙНОГО МАЙДАНЧИКА

Виконав: студент 4 курсу, групи БМО-41
спеціальності 133 “Галузеве машинобудування”

Гуменюк Дмитро Олександрович

(прізвище, ім'я та по-батькові)

Керівник

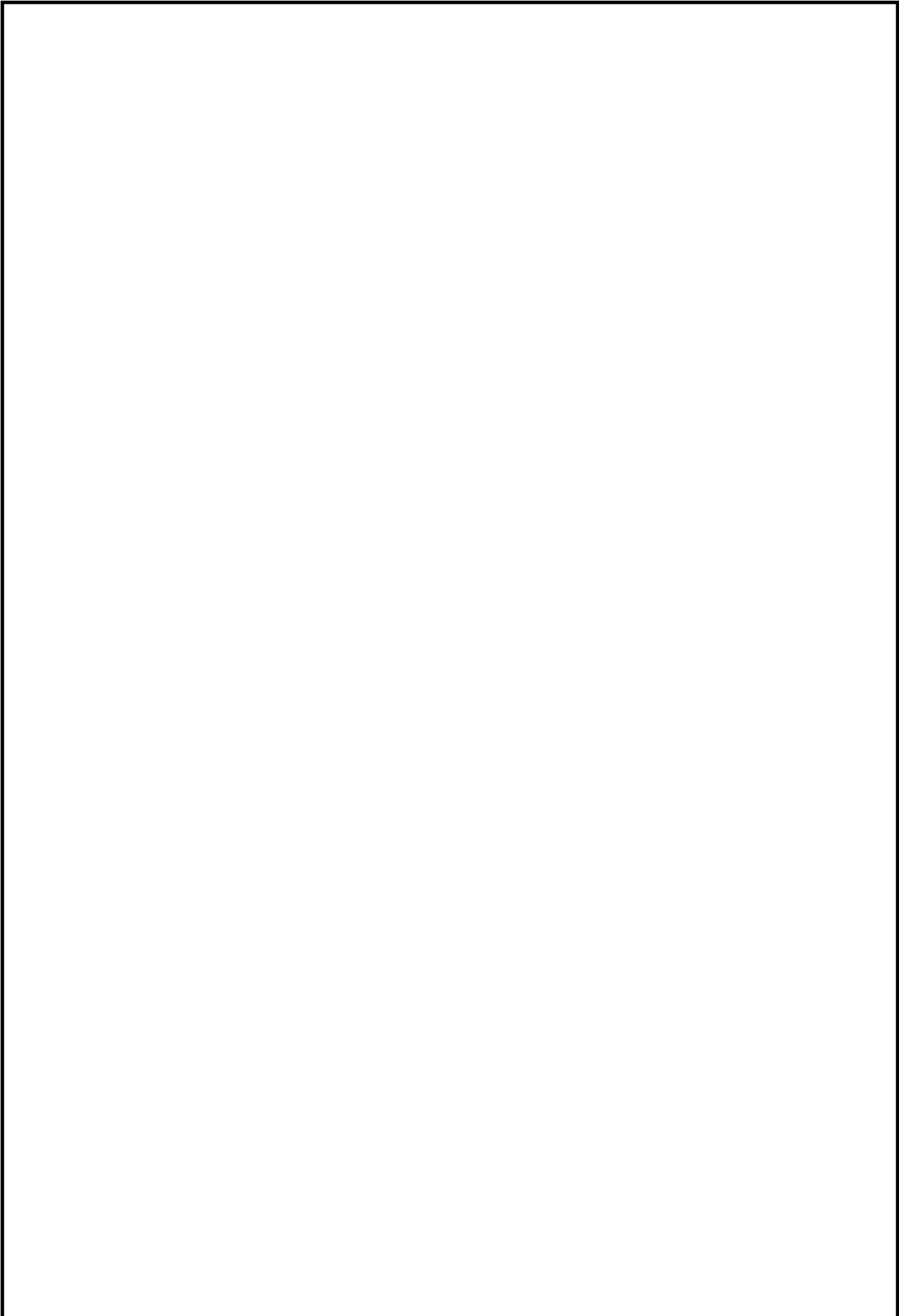
Дедов Олег Павлович

(прізвище та ініціали)

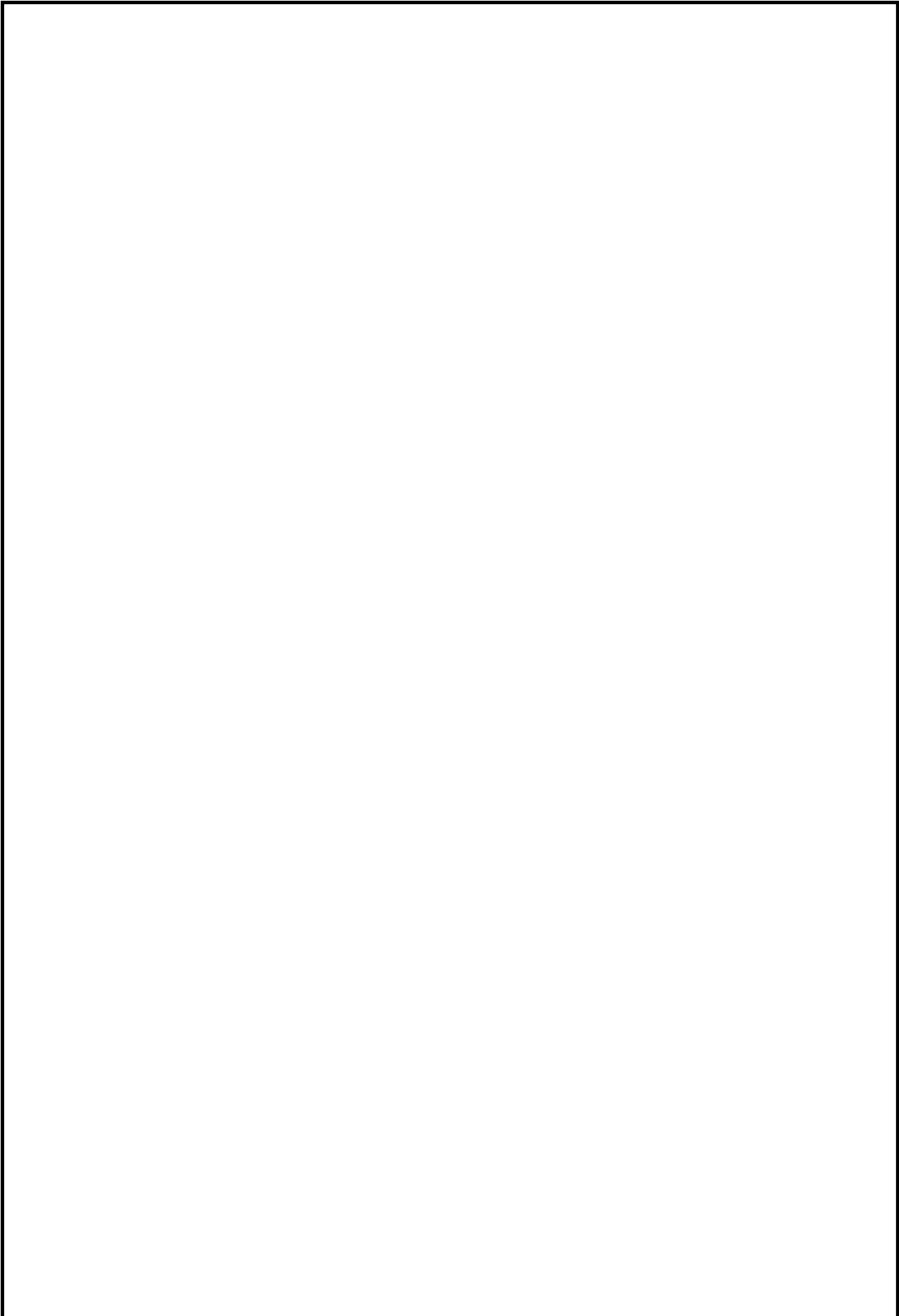
Д.Т.Н., доцент

(вчене звання, науковий ступінь)

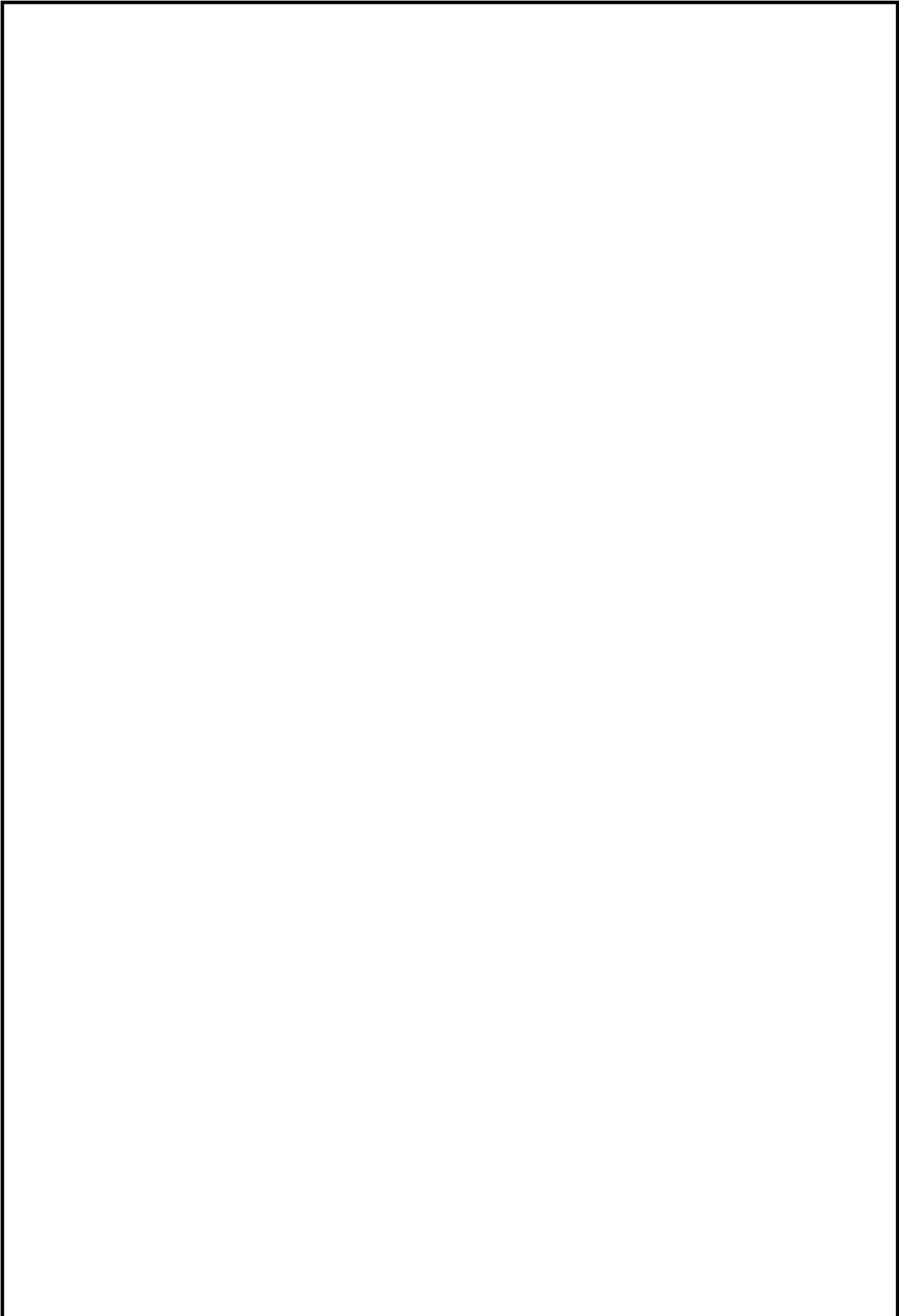
м. Київ - 2022 р.



								Арк.
								3
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата			



									Арк.
									4
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				



								Арк.
								5
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата			

5.3. Призначення припусків на обробку.....	50
5.4. Підбір верстатів та обладнання.....	53
6. Техногенна безпека	
6.1. Аналіз потенційних небезпечних і шкідливих факторів, що пов'язані із станами об'єкту.....	62
6.2. Заходи профілактики щодо небезпечних і шкідливих умов праці	
6.2.1. Мікроклімат робочої зони приміщення.....	65
6.2.2. Забруднення повітря на робочих місцях.....	65
6.2.3. Освітленість на робочому місці.....	66
6.2.4. Засоби електробезпеки.....	67
6.3. Інженерні рішення питань в охороні праці при експлуатації машини для виробництва будівельних матеріалів	
6.3.1. Розрахунок захисту від дії вібрації.....	68
6.4. Пожежна безпека.....	69
Список літератури	74
Додатки	75

								Арк.
								7
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата			

ВСТУП

Економічний аналіз показує, що одним із найважливіших джерел підвищення ефективності будівництва в цілому і виробництва залізобетону полягає у зниженні матеріалоемності із врахуванням вмісту кількості бетонної суміші, витрат цементу і сталі так. Якщо взяти до уваги будинки виготовлені із залізобетонних конструкцій, то цілком очевидно, що перспектива розвитку такого будівництва на сьогоднішній день є монолітно-каркасне будівництво. Так для прикладу, проаналізувавши діяльність будівельних компаній у 1999 - 2007 роках в Україні, кількість робіт з використанням технологій монолітно-каркасного будівництва виросла в десятки разів, що підтверджується цілою низкою нових масивів житлових будинків. В умовах сучасного будівництва велику увагу приділяють якості бетонної суміші, адже від неї залежить міцність і довговічність майбутньої споруди.

Однак, останнім часом на світовому ринку є прояви відновлення актуальності збірних залізобетонних конструкцій і виробів. Обумовлено це декількома факторами, які вказують на переваги вказаної технології: швидкість монтажу будівель, зменшення витрат матеріалів.

У практиці виробництва збірного залізобетону в Україні широко застосовуються багатопустотні панелі для будівництва будівель. Доля багатопустотних панелей складає біля 10% від загального випуску збірного залізобетону, є резерви широкого використання залізобетонних виробів з порожнинами.

Тому сучасне будівництво направлене на спільне застосування як елементів залізобетонних конструкцій виготовлених монолітним способом, так і за технологією збірного залізобетону. Тому виникає нагальна потреба у

Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				
Розроб.		Гуменюк Д.С.				РОЗРАХУНОК ВІБРАЦІЙНОГО МАЙДАНЧИКА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консульт.								8	8
Керів.		Дедов О.П.					КНУБА МОТП		
Н.Контр.									
Зав. каф.		Назаренко І.І.							

створенні сучасних машин технологічного призначення, задовольнивши при цьому ряд вимог: забезпечувати інтенсивне ущільнення бетонної суміші за рахунок одночасної дії віброплощадки і пусто утворювачів; мати пристрій для гнучкого зв'язку між віброплощадкою і пусто утворювачами з метою динамічної активізації останніх; стало працювати в ударно-вібраційному режимі з вертикально напрямленими коливаннями; мати просту і надійну конструкцію.

Завданням даної роботи є:

1. Створення установки для виробництва багатопустотних панелей
2. Визначити вихідні дані для виготовлення запропонованої конструкції установки.

								Арк.
								9
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата			

1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ВІБРАЦІЙНИХ МАЙДАНЧИКІВ

1.1. Технологічний процес ущільнення бетонних сумішей.

У сучасній заводській технології застосовують різні способи ущільнення бетонних сумішей: вібрування, центрифугування, пресування і вакуумування, а також комбінації перерахованих способів [1]. За ефективністю і простотою обладнання вібрування є найбільш поширеним способом. Цим способом можна формувати різні вироби із сумішей з надто малим ступенем рухомості. При цьому знижуються витрати цементу, покращується структура бетону і, що особливо важливо, більш швидкими темпами зростає міцність на початковій стадії твердіння.

Ущільнення бетонної суміші центрифугуванням застосовуються в основному при виготовленні залізобетонних конструкцій трубчастої форми (труби, стояки, опори для ліній передач та інші подібні конструкції). При центрифугуванні на тіло або оброблюване середовище діють відцентрові сили. Машини, в яких здійснюється така дія, називаються центрифугами. Завантажена у форму бетонна суміш при обертанні форми під дією виникаючих відцентрових сил розподіляється за периметром форми і ущільнюється.

Пресування – це формування виробів шляхом прикладання тиску до сировинної суміші, яка знаходиться в замкненій формі або в порожнині формувального агрегату. За цим способом, який широко використовується в шнекових пресах, виготовляють деталі постійного перерізу у вигляді нескінченного бруса, що розрізається на відрізки необхідної довжини. Обладнання, яке використовується при пресуванні, називається пресами. Різновидом пресування є роликове формування виробів –плоских і трубчастих бетонних та залізобетонних. Основною перевагою способу пресування є

Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата			
Розроб.		Гуменюк Д.С.				Стадія	Аркуш	Аркушів
Консульт.							10	10
Керів.		Дедов О.П.				КНУБА МОТП		
Н.Контр.								
Зав. каф.		Назаренко І.І.						

простота обладнання і висока продуктивність. Фахівці рідше вдаються до цього методу ущільнення суміші, хоча він вважається ефективним, оскільки дозволяє підвищити міцність розчину при невеликих витратах цементу. Цей спосіб не отримав широкого поширення через свою дорожнечу. Тиск, необхідне для пресування бетону, має становити від 10 МПа. Преси, які володіють подібною потужністю, використовуються в суднобудівній сфері для створення нових кораблів. Однак слід зазначити, що вартість таких пристроїв для пресування не дозволяє ними користуватися для проведення приватних будівельних робіт. Під час приготування цементних розчинів пресування необхідно застосовувати тільки в якості додаткового навантаження при віброущільненням. Необхідна ступінь тиску може становити не вище 1 кПа. На сучасному ринку представлені плоскі і профільні штампи. Зокрема, профільні штампи потрібні для надання потрібної фактури того чи іншого виробу. Так виготовляються бетонні панелі, прольоти сходів і інші елементи і конструкції з цього матеріалу. Такий вид пресування називають штампуванням.

Збільшення виробництва бетонних конструкцій в останні роки, змушує до пошуків більш ефективних способів виробництва залізобетонних виробів. Процес ущільнення і формування сумішей є одним з найвідповідальніших процесів при виробництві готового бетонного виробу, від нього залежить форма, міцність, вологостійкість і довговічність кінцевого виробу. Для досягнення цих показників, потрібне суворе забезпечення регламентованих технологіями виробництва необхідних параметрів роботи вібраційного обладнання при ущільненні і формуванні.

При проектуванні машини для ущільнення бетонних сумішей, з рамною конструкцією і навісними збудниками коливань, потрібно забезпечити необхідні параметри жорсткості конструкції і рівномірний розподіл амплітуд коливань по всій поверхні машини. Тому пошук як фізичної так і математичної моделі, яка адекватно відповідає реальним умовам руху вібраційної машини є задачею актуальною, особливо для машини зі змінними параметрами робочого процесу.

									Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				11

При створенні бетонних і залізобетонних виробів, з яких будуються збірні панельні споруди та будинки, доцільно використовувати вібраційні установки для формування і ущільнення бетонних сумішей, що дозволяються зменшити витрату залізних конструкцій (арматури, проволочи і т.п.), а також підвищити міцність, якість і довговічність відформованих конструкцій.

На основі проведених досліджень процесу ущільнення і формування бетонних сумішей в заводських умовах, створено конструкцію високоефективної вібраційної установки.

Для ущільнення і формування бетонних і залізобетонних виробів в заводських умовах на заводах будіндустрії, пропонується використання спеціальної вібраційної установки, яка оснащена навісними пневматичними відцентровими збудниками високочастотних коливань, а також магнітними бортами і перегородками, що дозволяються формувати плити різних розмірів і форм.

Багатопустотні панелі перекриттів виготовляють по стендовій, агрегатно-поточній і конвеєрній технологіях. Вибір технології визначає метод виробництва багатопустотних плит і склад обладнання.

По агрегатно-поточній і конвеєрній технологіях виробництво багатопустотних панелей відбувається за такими основними методами:

1. На віброплощадках з використанням невіброуючих пусто утворювачів та та вібропривантаження чи при вантаження (рис. 1.1);
2. На формувальних установках з використанням віброуючих пусто утворювачів та вібропривантаження чи при вантаження (рис. 1.2).

Робочий процес. Укладається перший шар бетонної суміші. З допомогою каретки до бортенастки вводяться вібровкладиші 4. Укладається другий шар бетонної суміші, вмикаються вібровкладиші і проводиться ущільнення. Потім на виріб опускають вібропривантажувальний щит 5 і проводиться вібропроводка верхніх шарів бетонної суміші. Після закінчення процесу ущільнення вібровкладиші і вібропривантажувач вимикаються.

									Арк.
									12
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

Вібровкладиші витягуються з деформованого виробу, вібропривантажувач піднімається уверх, знімається бортенастка і виріб на піддоні відправляється на пропарювання. Після цього готовий виріб направляється на склад, а піддон на підготовчий пост.

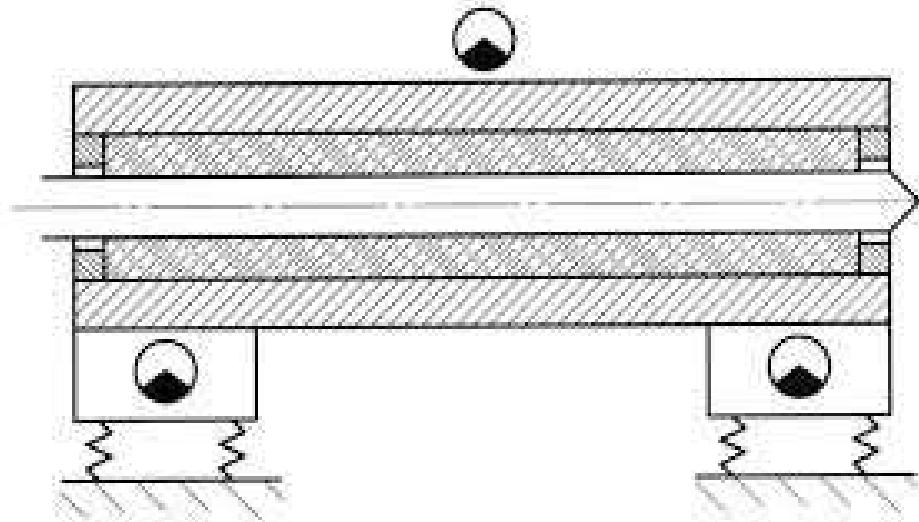


Рисунок 1.1 – Схема формотворчої установки з віброплощадкою, пусто утворювачами і вібропривантажувачем.

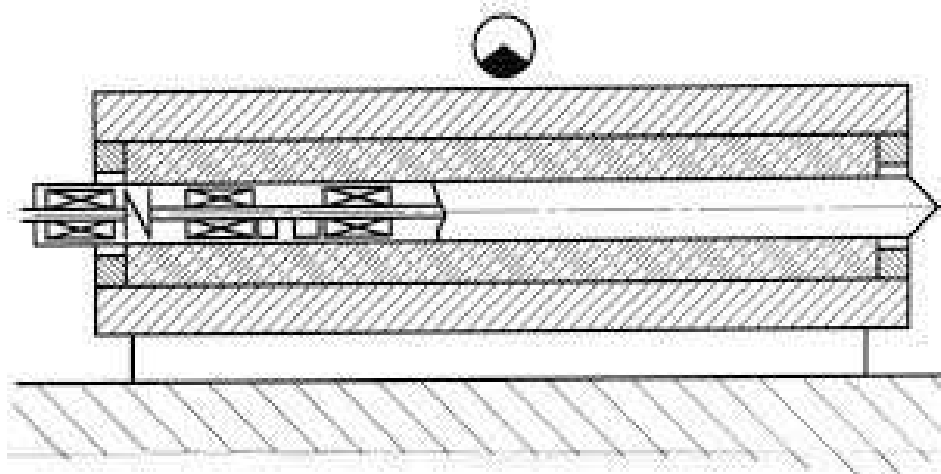


Рисунок 1.2 – Схема формотворної установки з вібровкладишами і вібропривантажувачем

Метод виробництва багатопустотних плит на віброплощадках з використанням вібровкладишів і вібропривантажувача представляє собою

								Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата			13

об'єднання перших двох способів (рис. 1.3). Форма, що складається з піддона 1(об'єднання перших способів) бортенастки 2, встановлюється на віброплощадку 3. Кареткою у форму вводяться вібровкладиші 4.

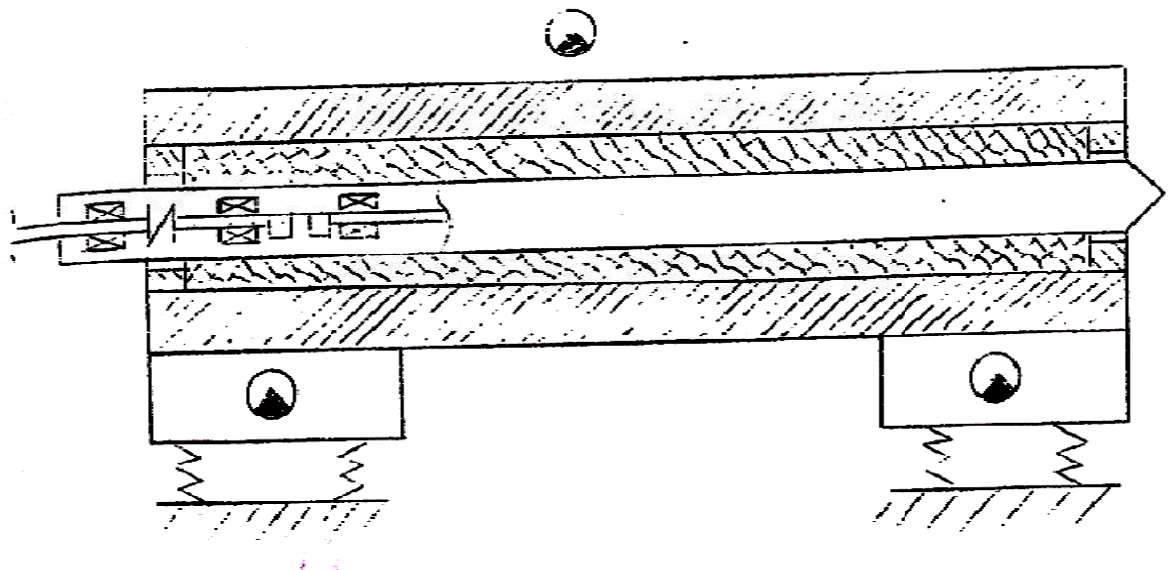


Рисунок 1.3 – Схема формотворчої установки з вібровкладишами, віброплощадкою і вібропривантажувачем

Вмикаються вібровкладиші і віброплощадка і проводиться складання та ущільнення бетонної суміші. На заключній стадії ущільнення на поверхню укладається вібропривантажувач 5 і пророка верхніх шарів виробу. Після закінчення процесу ущільнення всі вібратори, незалежно від способу формування, вимикаються, виймаються вібровкладиші, знімається вібропривантажувач і бортенастка. Віброформувальний виріб на піддоні подається в камеру термовологісної обробки, по закінченні якої виріб направляється на склад.

									Арк.
									14
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

1.2. Огляд конструкцій вібраційних майданчиків.

Найбільш енергоефективними по енергетичним показникам є метод формування багатопустотних панелей з використанням вібровкладишів. Це досягається завдяки безперервній передачі вібродії бетонної суміші від заглиблених до неї вібровкладишів і відсутності коливань форми, маса якої перевищує масу багатопустотного виробу. Ця ідея реалізована в серіях формових машинах 5467А, СМЖ – 227 (рис. 1.4), що розроблені інститутом «Дніпробудмаш». Але через зниження надійності вібровкладишів. Майже скрізь від цього типу відмовились. Низька надійність пов'язана насамперед зі складністю конструкції вібровкладишів і великою кількістю складальних одиниць. Наприклад: у формоутворюючої машини з дебалансно-планетарними вібраторами сім вібровкладишів мають 56 підшипників, 21 з'єднувальний вал, 35 муфт, 21 дебалансний вал, крім того усе знаходиться всередині труби довжиною біля 8 метрів.



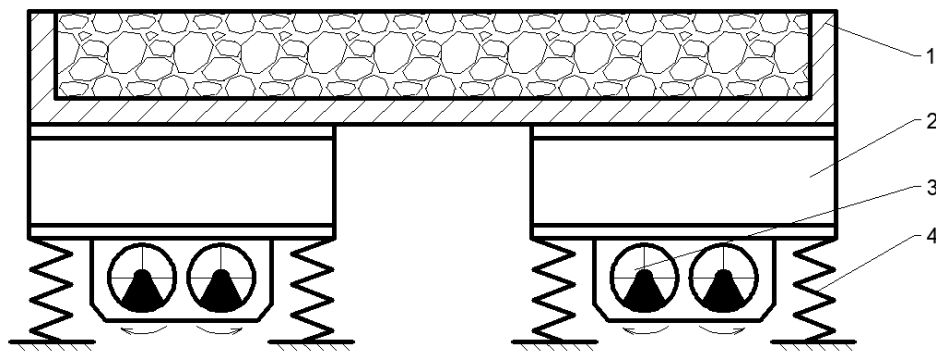
Рисунок 1.4 – Вібромайданчик СМЖ-227

							Арк.
							15
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата		

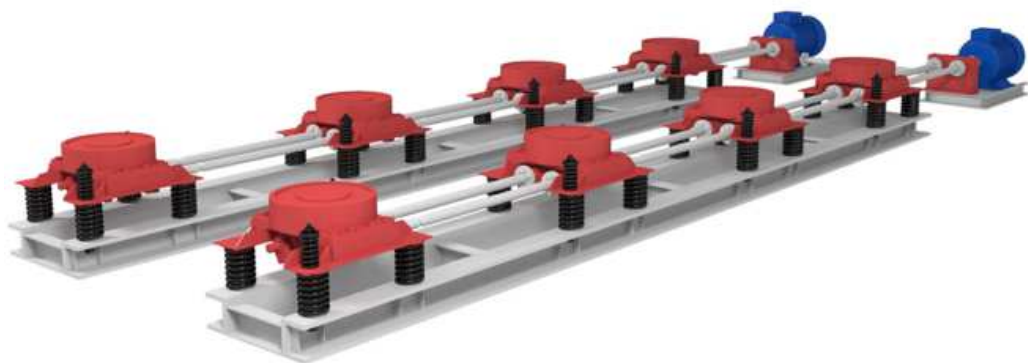
Труднощі, що виникли, примусили інженерів, механіків, технологів заводів використовувати вібратори загального призначення, встановлюючи їх на зовнішній поверхні пустоутворювачів.

Проте, це рішення не принесло бажаних наслідків. Розміщення вібраторів з одного боку вібровкладиша, за зоною формування, не дозволяє забезпечити достатніх для інтенсивного ущільнення бетонної суміші амплітуд коливань дальнього кінця пустоутворювачів внаслідок затихання коливань в робочій зоні. Крім цього вібратори досить часто виходять з ладу.

Вібромайданчики серійного виробництва без рамного типу: СМЖ-187Б (рис. 1.5), СМЖ-164, СМЖ-199А.



а)



б)

Рисунок 1.5 – Вібромайданчик СМЖ-187Б: а – схема вібромайданчика, б – загальний вигляд; 1 – форма з бетонною сумішшю, 2 – вібраційний стіл, 3 – віброзбуджувач коливань, 4 – пружні опори.

							Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата		16

Він складається із загальних для всіх типорозмірів вібромайданчиків уніфікованих вузлів: віброблоки, синхронізаторів, карданних валів і пружних пристроїв. Компонуючи конструкцію майданчиків з певної кількості блоків з віброзбудниками, можна отримати машини з різною вантажопідемністю і габаритами виробів, які формуються. За рахунок підвищення стійкості роботи цих машин покращилася технологія ущільнення бетонних сумішей.

Конструктивна особливість вібромайданчика СМЖ-164 полягає у наявності трьох секцій: у комплекті двох секції по чотири віброблоки, розташовані у два ряди; третя секція має шість віброблоків теж розташованих у два ряди. Кожна секція має окремий привод від двох електричних двигунів. Така конструкція дозволяє формувати вироби різної довжини приводячи в дію певні комбінації секцій. Таким чином на одній короткій секції можна формувати вироби довжиною до чотирьох метрів, а на довгій секції до семи метрів, відповідно на двох коротких секціях – до дев'яти метрів; для виготовлення довших виробів застосовують коротку і довгу секцію.

Вібромайданчик СМЖ-538Б призначений для ущільнення бетонної суміші при формуванні залізобетонних виробів масою (разом з формою) до 18 т і розмірами до 7200x3600x450 мм. Вібромайданчик (рис. 1.5) складається з вібростолів, двох електроприводів, двох опорних рам, електрообладнання.

Кожен вібростіл є зварною балкою, на кінцях якої знизу приварено два механічні віброзбуджувачі і направляючі для опорних пружин. Карданні вали віброзбудників на кожному вібростолі обертаються в протилежних напрямках і за рахунок самосинхронізації забезпечуються направлені ударні коливання у вертикальній площині. Віброзбуджувач одновальний, на кінцях якого змонтовані дебаланси зі змінними вантажами. Між вібростолом і опорною рамою встановлені опорні пружини, які знижують передачу вібрації на фундамент. Карданний вал має трубчасту конструкцію з еластичними муфтами. Кожен привід складається з електродвигуна, проміжної опори та еластичної муфти.

									Арк.
									17
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

Кожен вібростіл є зварною балкою, на кінцях якої знизу приварено два механічні віброзбуджувачі і направляючі для опорних пружин. Карданні вали віброзбудників на кожному вібростолі обертаються в протилежних напрямках і за рахунок самосинхронізації забезпечуються направлені ударні коливання у вертикальній площині. Віброзбуджувач одновальний, на кінцях якого змонтовані дебаланси зі змінними вантажами. Між вібростолом і опорною рамою встановлені опорні пружини, які знижують передачу вібрації на фундамент. Карданний вал має трубчасту конструкцію з еластичними муфтами. Кожен привід складається з електродвигуна, проміжної опори та еластичної муфти.

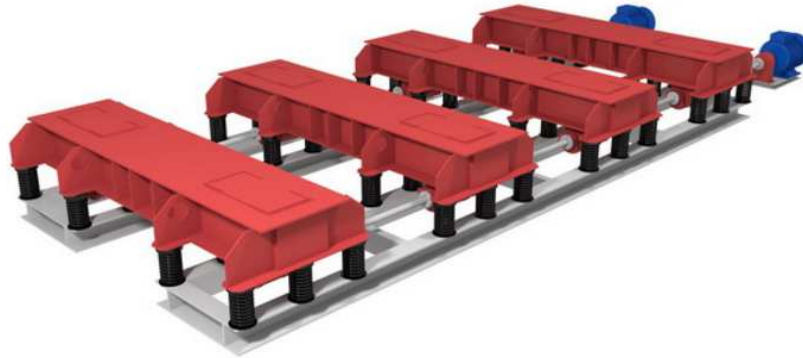


Рисунок 1.5 – Вібромайданчик СМЖ-538Б

Одночасно передача вібрації від вібровкладишів і віброплощадки підвищує якість продукції і скорочують час формування, тому що при цьому коливання передаються також зовнішнім шаром бетонної суміші від бортів і дна форми. Але цей метод також не знайшов широкого застосування через ненадійність вібровкладишів. Інститутом «Дніпробудмаш» була розроблена нова установка, де разом з віброплощадкою використовуються пустоутворювачі і вібропривантаження. Пустоутворювачі при цьому грають пасивну роль. Це запобігає проходженню жорсткої бетонної суміші через вузькі проміжки між рами і веде до зниження якості формування. Було використано багато засобів позбавлення від цих недоліків, проте потрібного результату досягти не вдалось.

								Арк.
								18
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата			

Причина – пасивність пустоутворювачів не усувалась. Тому повне рішення проблеми формування потребує додаткових досліджень.

Аналіз режимів формування показує, що найбільшу ефективність формування з найменшими затратами енергії забезпечує ударно-вібраційний режим з вертикально направленими коливаннями.

1.3. Критерії оцінки технічних конструкцій вібраційних майданчиків

Створення нової машини або удосконалення існуючої – повинно бути обґрунтоване на основі вибору бажаних тих чи інших параметрів даного типу машин. Для порівняння варіантів сукупності параметрів машини слугують критерії оцінки.

В загальному випадку для оцінки машин використовують критерії [] наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1– Критерії оцінки машин.

Рівень оцінки	Показник	Аналітична залежність	Умова оптимізації	Призначення
1	2	3	4	5
1	Відношення потужності двигуна до маси машини (питома потужність)	$Z_{num}=C_{num}+E_H K_{num}$	$Z_{num} \rightarrow \min$	Інтегральна оцінка техніко-економічної ефективності
2	Енергоємність	$P_{mun}=P/\Pi$	$P_{mun} \rightarrow \min$	Оцінка економії енергетичних ресурсів
3	Матеріалоємність	$m_{num}=m/\Pi$	$m_{num} \rightarrow \min$	Оцінка економії матеріальних ресурсів
4	Питома продуктивність	$\Pi_{num}=\Pi/m$	$\Pi_{num} \rightarrow \min$	Оцінка економії матеріальних ресурсів
5	Загальний показник енергоємності та матеріалоємності	$\Pi_{Pm}=P_{num}/\Pi_{num}$ $\Pi_{Pm}=P \cdot m/\Pi^2$	$\Pi_{Pm} \rightarrow \max$	Загальна оцінка по економії енергетичних і матеріальних ресурсів праці при постійному значенні
6	Виробіток на одного робітника	$\Pi_{num}=\Pi/\Pi_p$	$\Pi_{num} \rightarrow \max$	Оцінка економії трудових ресурсів
7	Продуктивність (теоретична, технічна, експлуатаційна)	$\Pi=V/T_{ц}$ $\Pi=SV_p$	$\Pi \rightarrow \max$	Оцінка збільшення продуктивності

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5
8	Довго тривалість циклу і робочих операцій	$T_{ц} = \sum_{i=1}^m t_i$	$T_{ц} \rightarrow \min$	Оцінка довготривалості циклу і робочих операцій
9	Відносні величини (питомий опір, ККД, ін.)	K_{num}, η, \dots	$K_{num} \rightarrow \min$ $\eta \rightarrow 1$	Оцінка часткових ефектів
10	Оцінка надійності	$K_{в.ч.}, K_{г.}$	$K_{в.ч.} \rightarrow 1$ $K_{г.} \rightarrow 1$	Оцінка якості машини
11	Окремі технічні параметри (потужність, маса, лінійні параметри та ін.)	P, m, l	-	Оцінка окремих параметрів

1.4. Аналіз конструкцій вібраційних майданчиків.

Проведемо оцінку параметрів даних ущільнюючих машин за деякими критеріями, а саме:

Критерій оцінки сили:

$$K_1 = \frac{P}{M \cdot g}, \quad (1.1)$$

де P – потужність приводу, кВт;

M – маса віброустановки, кг;

g – прискорення вільного падіння, m/c^2 .

$$K_2 = \frac{M}{Q}, \quad (1.2)$$

де Q – вантажопідйомність, кг;

M – маса віброустановки, кг;

$$K_3 = \frac{a}{g}, \quad (1.3)$$

									Арк.
									20
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

де a – прискорення робочого органу машини, м/с²;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

Амплітуда коливань визначалась виходячи із співвідношення зовнішньої сили до інерційних складових:

$$A = \frac{F_0}{m \cdot \omega^2}, \quad (1.4)$$

де F_0 – вимушуюча сила;

ω – кутова частота вимушуючих коливань;

m – сумарна маса системи, що коливається:

$$m = \alpha \cdot m_{\sigma} + m_{p.o.}$$

α – емпіричний коефіцієнт;

m_{σ} – маса бетонної суміші;

$m_{p.o.}$ – маса робочого органу з урахуванням маси форми.

Таблиця 1.2 – Числові значення критеріїв оцінки

№ з/ч	Індекс машини, країна	Енергоємність	Металоємність	Частота коливань робочого органу	Частота коливань робочого органу f , Гц	Прискорення a в долях від g , $k_a = a/g$
1	СМЖ-200Г (Росія)	5,87	0,44	2.0-0,5	45	2-5
2	СМЖ-538А (Росія)	2,44	0,42	0,8-1,0	24	2,25
3	СМЖ-773 (Росія)	2,2	0,43	1,5-25	25	2.5-3,5
4	ВБ-20 (Україна)	0,96	0,31	1,0	27	2.25
5	ВПГ-3x7-30	0,73	0,27	0,8-1,0	24	0,5-1,0

	(Україна)			(гори- зонт.) 0,2-0,3 – (вер- тик.)		
6	SV-5 (Польща)	2,0	0,44	0,2-0,3	58	2,3
7	32-2x5 (Німеччина)	1,53	0,28	0,12	66	2

За результатами розрахунків (таблиця 1.2) були побудовані гістограми (рис. 1.8 – 1.10).

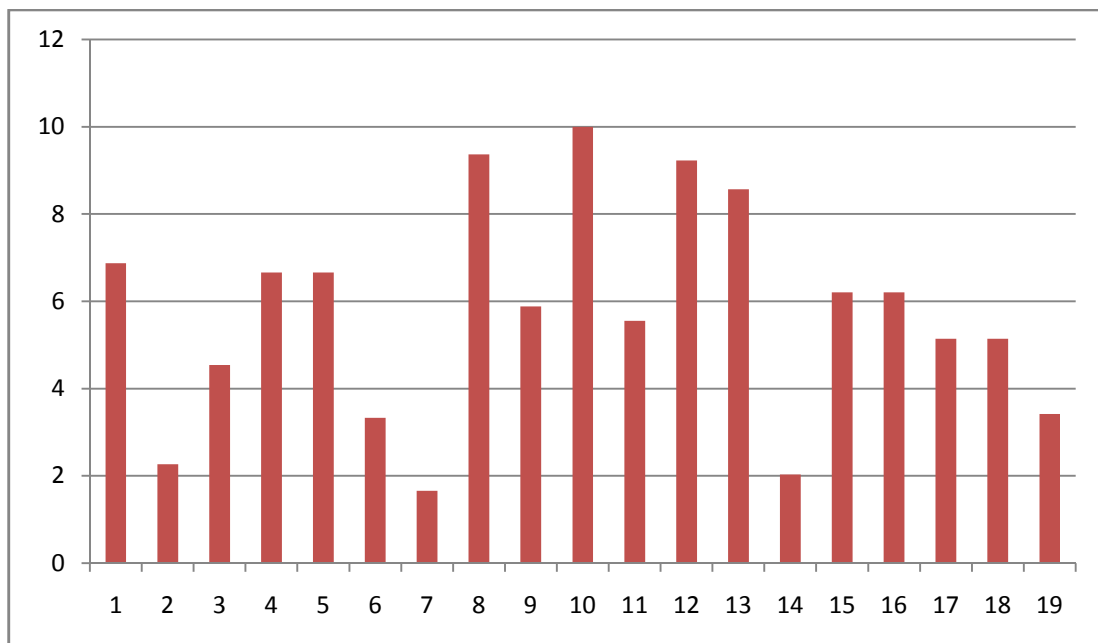


Рисунок 1.8 – Зміна критерію k_1 в залежності від типу вібромайданчику.

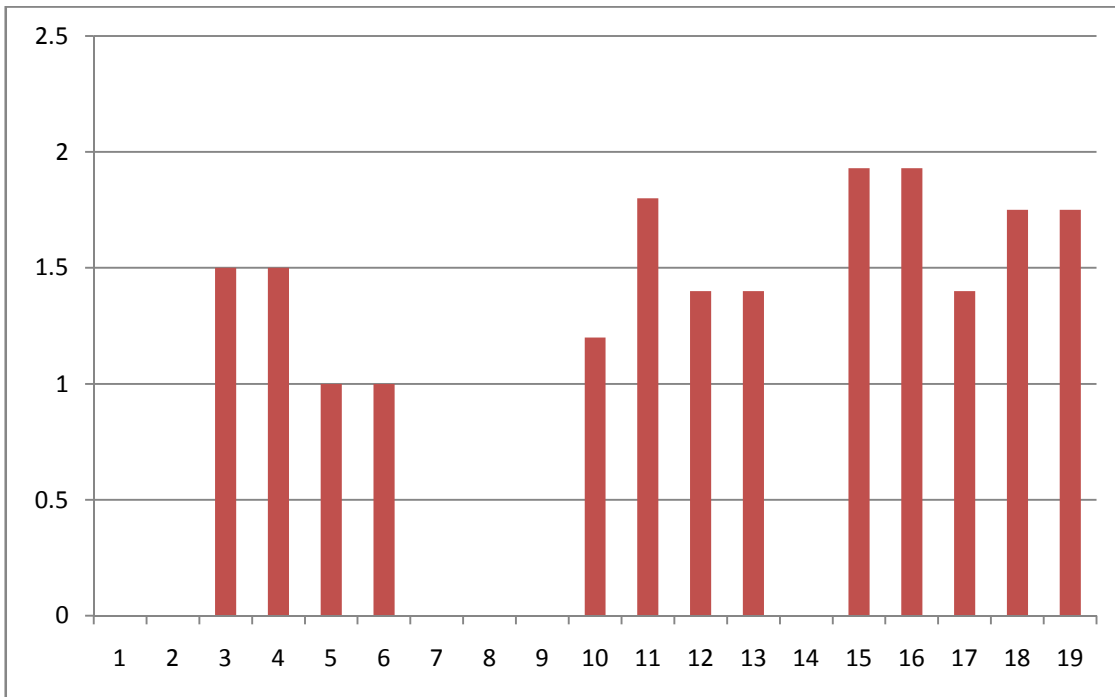


Рисунок 1.9 – Зміна критерію k_2 в залежності від типу вібромайданчику.

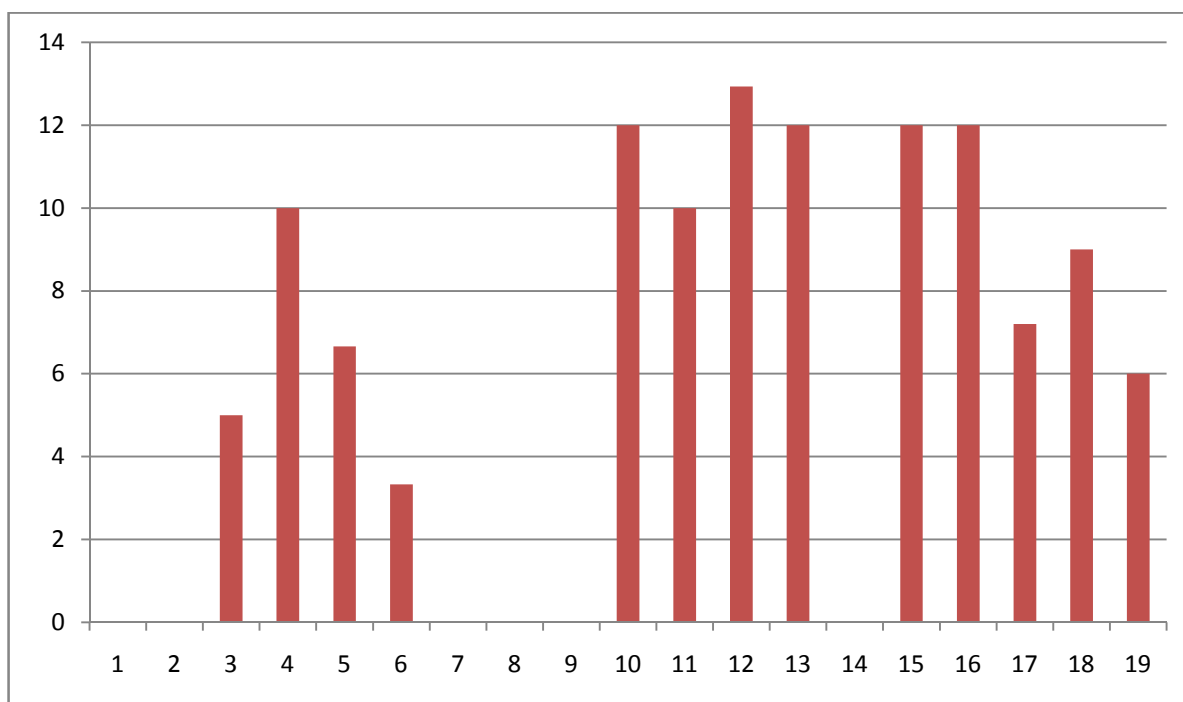


Рисунок 1.10 – Значення критерію k_3 в залежності від типу вібромайданчику.

1.4. Висновки по розділу.

Із наведених гістограм слідує, що числові значення обраних критеріїв змінюються в широких межах.

На основі проведеної оцінки конструктивних та технологічних параметрів прийнята конструктивна схема та основні параметри вібротрамблера для виготовлення плоских залізобетонних виробів з пустотами.

								Арк.
								24
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата			

2. РОЗРАХУНОК ВІБРАЦІЙНОГО МАЙДАНЧИКА

2.1. Визначення основних параметрів машини, що проектується.

Вихідні дані до розрахунку установки для формування багатопустотних плит:

Роміри виробу:

Висота - 220 мм

Ширина - 1490 мм

Довжина - 7200 мм

Кількість пустот - 7

Параметри роботи:

Частота - 151 с

Амплітуда коливань - 0,8 мм

Характеристики бетонної суміші

Тип суміші - жорстка

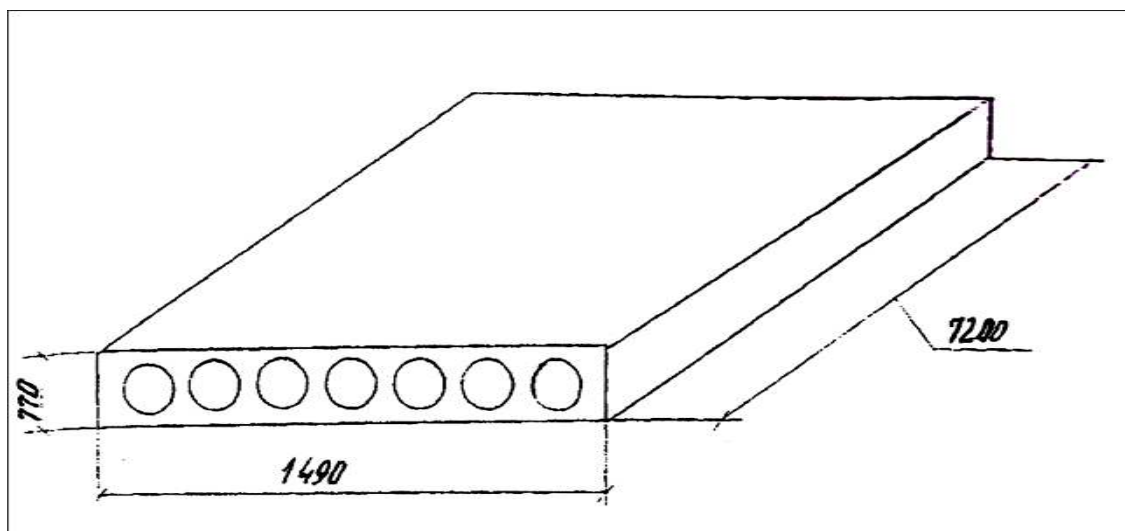


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд виробу, який формується

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Гуменюк Д.С.					25	25
Консульт.						КНУБА МОТІ		
Керів.		Дедов О.П.						
Н.Контр.								
Зав. каф.		Назаренко І.І.						

Вібраційні майданчики є найбільш масовим видом обладнання, що застосовується для ущільнення бетонних сумішей при виготовленні залізобетонних виробів. Для укріплення форми до рами вібромайданчика застосовують механічні електромагнітні і пневматичні пристрої.

Найбільшого поширення набули вібромайданчики блочного типу з вертикально направленими коливаннями (рис. 2.2), що обрана для подальших розрахунків у якості конструктивної схеми.

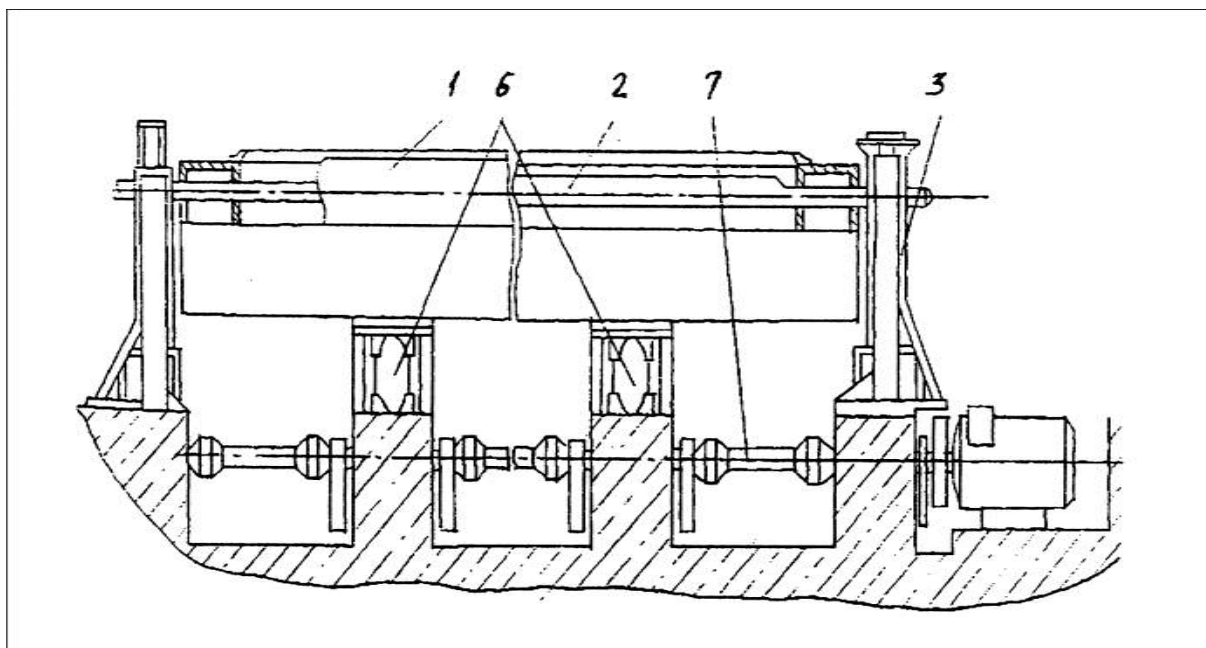


Рисунок 2.2 – Конструктивна схема машини

Робочий процес, який реалізується даною установкою: в не завантажену форму 1 вводять пустоутворювачі 2, які по обидві сторони форми прижимаються захватами 3, пустоутворювачі попадаючи на площини притискних пластин і захвата 3 розсувають їх, а пластини, в свою чергу стискають притискні прокладки 5.

Після цього з бункера в форму засипається бетонна суміш і вмикається віброплощадка. Проводиться процес ущільнення бетонної суміші.

В конструкції віброплощадки відсутні синхронізатори, так як синхронізація здійснюється двома електродвигунами. Крутний момент від електродвигунів передається на віброблоки через карданні вали 7.

Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ор.	

										Арк.
										26
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата					

Після ущільнення суміші установка вимикається, вантажопідіймальним механізмом прибирається вібропривантажувальний щит 8 і пустоутворювачі вилучаються з форми, а виріб у формі направляється на термообробку.

2.2. Загальний розрахунок вібромайданчика.

Для забезпечення стійкості ударно-вібраційного режиму коливань параметри q і f із співвідношення 2,85 [2]

$$\left. \begin{array}{l} 0,9 \leq q \leq 1,3 \\ 1,3 \leq f \leq 1,6 \end{array} \right\} q = 1,3; \quad f = 1,3 \quad (2.1)$$

Коефіцієнти підсилення параметрів K_x , Швидкість K_v і прискорення K_a коливань приймаються по таблиці 4.6

$$K_x = 2,36; \quad K_v = 1,09; \quad K_a = 5,88$$

Визначення мас системи, що коливаються

Маса бетонної суміші

$$m_0 = \rho \cdot L \cdot B \cdot H, \quad (2.2)$$

$$m_0 = 2,4 \cdot 10^3 (7,2 \cdot 1,49 \cdot 0,22 - ((\pi \cdot 0,159)/4) \cdot 7 \cdot 7 \cdot 2) = 3263 \text{ кг}$$

Приведена маса бетонної суміші

$$m_0 = 0,6 \dots 0,8 \text{ мб} \quad (2.3)$$

$$m_0 = 0,7 \cdot 3263 = 2,28 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Маса форми

$$m_\phi \approx m_0 \quad (2.4)$$

$$m_\phi \approx 2 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Маса частин віброплощадки, що коливаються:

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									27
Зм.	Кільк	Арк.	№доку	Підп.	Дата				

$$m_6 = (0,3 \dots 0,6)(m_\phi + m_\delta) = 0,45 * (2 + 2,28) * 10^3 \text{ кг} \quad (2.4)$$

Таким чином, маса системи, що коливається:

$$M = 1,93 * 10^3 \text{ кг}$$

$$M = (m_\phi + m_\delta) = 4,28 * 10^3 \text{ кг}$$

Приведена маса системи:

$$m_{np} = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} = \frac{1,93 \cdot 10^3 \cdot 4,28 \cdot 10^3}{1,93 \cdot 10^3 + 4,28 \cdot 10^3} = 1,33 \cdot 10^3 \text{ кг} \quad (2.5)$$

Змушуюча сила і сумарний статичний момент дебалансів

$$F_o = \frac{(m_1 + m_2) * g}{q} = \frac{(1,93 + 4,28) * 10^3 * 9,8}{1,3} = 46,8 * 10^3 \text{ Н} \quad (2.6)$$

$$F_o = \frac{Xd * W^2}{K_x} (m_1 + m_2) = \frac{0,8 * 10^3 * 157^2 (1,93 * 10^3 + 4,28 * 10^3)}{2,36} = 51,8 * 10^3 \text{ Н}$$

$$\varepsilon = \frac{51,8 - 46,8}{46,8} * 100\% = 10,6\%$$

Похибка більше 5%, змінюємо параметри q , K_x .

$$q = 0,9; \quad K_x = 1,73$$

$$F_o = \frac{(1,93 + 4,28) * 10^3 * 9,8}{0,9} = 67,6 * 10^3 \text{ Н}$$

$$F_o = \frac{0,8 * 10^3 * 157^2 (1,93 * 10^3 + 4,28 * 10^3)}{1,73} = 70,7 * 10^3 \text{ Н}$$

$$\varepsilon = \frac{70,7 - 67,6}{67,6} * 100\% = 4,5\%$$

Похибка менше 5%, тоді для подальшого розрахунку приймаємо:

Інв. №ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк.
									28
			Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	

$$F_0 = 70,7 * 10^3 \text{ Н}$$

Сумарний статичний момент:

$$m_0 r_0 = \frac{Fd}{W^2} = \frac{70,7 * 10^3}{157} = 2,87 \text{ кг} * \text{ м}$$

Коефіцієнт пружності обмежувачів

$$C = f^2 M_{np} * W^2 = 1,5^2 * 1,33 * 10^3 * 157^2 = 7,38 * 10 \text{ Н/м}$$

2.3. Визначення потужності

Потужність на витрати в обмежувачі

$$P_{об} = \frac{\psi * C * f^2 * W}{4\Pi} = \frac{0,6 * 7,38 * 10 (1,6 * 10^{-3})^2 * 157}{4\Pi} = 1416,9 \text{ Вт}$$

Потужність на ущільнення бетонної суміші:

$$P_{б} = (0,33 \dots 0,54) * P_{об} = 0,54 * 1416,9 = 765 \text{ Вт}$$

Потужність на тертя:

$$P_{тр} = Fd * \mu * D1 * W = 70,7 * 10^3 * 0,01 * 70/2 * 10^3 * 157 = 3884 \text{ Вт}$$

Потужність приводу:

$$P = \frac{P_{об} + P_{б} + P_{тр}}{r} = \frac{1416,9 + 765 + 3884}{0,95} = 6385 \text{ Вт}$$

Інв. №ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк.
									29
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

2.4. Основні параметри віброопор та обмежувачів

Для вібромайданчика з вертикальними коливаннями найбільш доцільною є конструкція із двох спільно працюючих пружин загальною жорсткістю (рис.2.3).

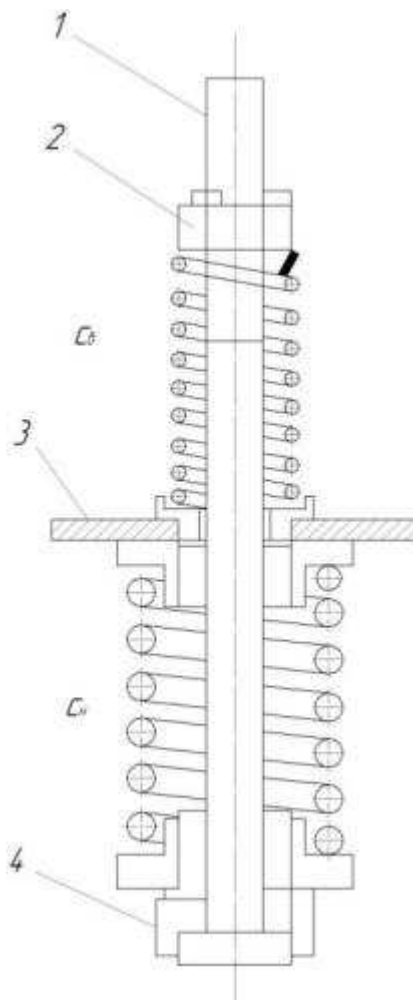


Рисунок 2.3 – Конструкція віброопори

Максимальне стиснення обмежувачів:

$$F_o = 2X_o(1 - ctg \frac{\pi}{2}) = 1.6 * 10^3$$

Висота обмежувача:

$$h_{об} = 15fd + 5 * 10^{-3} = 15 * 1.6 * 10^{-3} + 5 * 10^{-3}$$

Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ор.	

Зм.	Кільк	Арк.	№одок	Підп.	Дата

Визначення умов, що забезпечують заданий режим коливань

$$(X_0 = 0,5\text{мм}; W = 157\text{с}^{-1})$$

Маса пустоутворювачів:

$$M_{\text{П}} = 1459,5 \text{ кг}$$

Маса рами

$$M_{\text{р}} = 500 \text{ кг}$$

Приєднана маса бетонної суміші:

$$M'_{\text{б}} = 0,2 m_{\text{б}} = 0,2 * 3263 = 652,6 \text{ кг}$$

Повна маса, що коливається:

$$M_2 = M'_{\text{п}} + M'_{\text{б}} = 1459,6 + 652,6 = 2112,2 \text{ кг}$$

$$M_2/2 = 1056 \text{ кг}$$

$$M_1 = 500 \text{ кг}$$

Приймаємо відношення $W_0/W_{01} = 7$, далі знаходимо сумарну жорсткість опор:

$$C_0 = 22,4^2 * 1056 = 5,3 * 10^6 \text{ н/м}$$

Виходячи з умови біля резонансного режиму коливань

$$\frac{W}{W_{0.2}} = (0.85 \dots 0.95)$$

Визначаємо сумарну жорсткість пружинних зв'язків:

$$W_{0.2} = \frac{157}{0.95} = 165.26 \text{с}^{-1}$$

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№								Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№доку	Підп.	Дата		

$$L = W_0^2 \frac{m_1 * m_2}{m_1 + m_2} = 165.26^2 \frac{500 * 1056}{500 + 1056} = 9.2 * 10^6 \text{ Н} / \text{м}$$

Визначення сумарного статичного моменту маси дебалансів і змушуючої сили

Визначаємо коефіцієнти динамічності μ_2 .

Приймаючи, що пружні зв'язки виконані з гуми, для якої $U_M = 0,5$

$$\mu_2 = \sqrt{\frac{1 + U_M^2}{(1 - (w/w_0)^2)^2 + \gamma^2 m}} = \sqrt{\frac{1 + 0.5^2}{(1 - 0.95^2)^2 + 0.5^2}} = 2.19$$

Сумарний статичний момент:

$$M_{0G_0} = \frac{X_{0,2} * (m_1 + m_2)}{\mu_2} = \frac{0,5 * 1556 * 10^{-3}}{2,19} = 0,36 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

Змушуючи сила:

$$F_0 = M_{0G_0} * W^2 = 0.36 * 157^2 = 8873.6 \text{ Н}$$

2.5. Визначення потужності приводу

Потужність на коливання визначаємо в залежності від амплітуди коливань маси m , яка знаходиться із співвідношення X_{01} / X_{02}

$$\frac{X_{01}}{X_{02}} = \sqrt{\frac{1 - (w/w_0)^2 * (1 + m_2/m_1)^2 + \gamma^2}{1 + \gamma^2}} = \sqrt{\frac{(1 - 0,95)^2 * (1 + 1056/500)^2 + 0,5^2}{1 + 0,5^2}} = 1,678$$

$$X_{01} = 1,678 * X_{02} = 1,678 * 0,5 = 0,84 \text{ мм}$$

$$P_k = 1/4 F_0 (X_{01} + X_{02}) * w = 1/4 * 8873,6 * (0,5 + 0,84) * 157 * 10^{-3} = 466,7 \text{ Вт}$$

Потужність на тертя:

Інв. №ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк.
									33
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

$$P_{тр} = F_0 * \mu * dy / 2 * w = 8873,6 * 6 * 0,1 * 0,07 / 2 * 157 = 487,6 \text{ Вт}$$

Сумарна потужність:

$$P_{дв} = (P_k + P_{тр}) / Z = (466 + 487,6) / 0,95 = 1003 \text{ Вт}$$

$$\sum P_{дв} = 2 * P_{дв} = 2 * 1003 = 2006 \text{ Вт}$$

Сумарна потужність установки:

$$P_{дв} = 2006 + 6835 = 8841 \text{ Вт}$$

З каталогу вибираємо два двигуни 4А112М4УЗ

$$N = 5,5 \text{ кВт}; \Pi = 1500 \text{ хб}^{-1}$$

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата		

3. РОЗРАХУНОК ПРИВОДУ ВІБРАЦІЙНОГО МАЙДАНЧИКА

3.1. Вибір форми дебаланса.

Із міркувань технологічності при індивідуальному ті дрібносерійному виробництві на неспеціалізованих підприємствах приймаємо плоский дебаланс постійної товщини, який виготовляють зі сталевого листа, секторіальної форми в плані з плоскими боковими поверхнями, кут між якими приймаємо 90° з тим, щоб можна було використати прямий кут заготовки. Матеріал дебаланса – сталь Ст 3. Вибрана форма дебалансу зображена на рисунку 3.1.

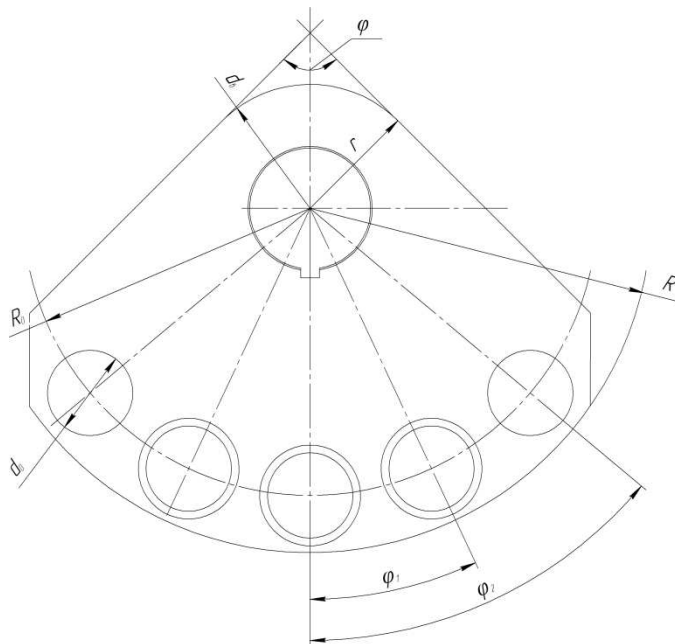


Рисунок 3.1 – Форма дебаланса

Вихідні дані

Частота $n=1450(1850)$ обертання номінальна, об./хв

Вимушуюча сила: максимальна, Н

Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Гуменюк Д.С.					35	35
Консульт.						КНУБА МОТІ		
Керів.		Дедов О.П.						
Н.Контр.								
Зав. каф.		Назаренко І.І.				РОЗРАХУНОК ВІБРАЦІЙНОГО МАЙДАНЧИКА		

$$F_{\max}=6600(11000)\pm 5\%, F_{\min}=4000(6500)\pm 10\%$$

Типорозмір підшипника	3618
Внутрішній і зовнішній діаметр підшипника, мм	D=190, d=90
Зовнішній мінімальний діаметр корпуса підшипника, мм	D _{кп} =255
Товщина листа дебаланса (приймаємо), мм	δ=50
Радіус округлення бокових площин (приймаємо), мм	r = 80
Максимальний радіус дебаланса по умові габаритних розмірів вібробудувача (задаємо), мм	R _{max} = 222.

3.2. Визначення розмірів дебаланса

При визначенні розмірів дебаланса і додаткового його вантажу враховуємо можливість розміщення отворів у дебалансі й умови виймання вантажу.

Із попереднього установлюємо:

- при R=222 мм d₀ може бути не більше 55 мм, R₀= 185 мм;
- при ψ=90° можна розмістити 5 отворів під мінімальними кутами φ₁=25° та φ₂=50°.

Дебалансний момент, необхідний для створення вимушуючої сили F_{min}, S`₀, Н·м,

$$S'_0 = \frac{F_{\min}}{\omega^2} = \frac{50000 \cdot 10^2}{170,61^2} = 171,77, \quad (3.1)$$

де ω – кутова швидкість дебалансу, рад/с,
ω=Π·n/30=3,14·1630/30=170,61.

Враховуючи значну глибину регулювання вимушуючої сили, приймаємо попередньо п'ять отворів у дебалансі, z=5.

Визначаємо спочатку дебалансний момент вібробудувача при наявності 5-ти отворів і радіуса дебаланса R=222 мм.

Відношення μ, мм,

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									36
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

$$\mu=r/R=80/222=0,36. \quad (3.2)$$

Функція f для дебаланса з п'ятьма отворами при $\varphi_1=25^\circ$ та $\varphi_2=50^\circ$

$$f=2 \cdot (\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2) = 2 \cdot (\cos 25^\circ + \cos 50^\circ) + 1 = 4,098. \quad (3.3)$$

Величина дебалансного моменту при $R=222$ мм, $R_0=185$ мм і $d_0=55$ мм,
 S_0 , Н·м

$$S_0 = \rho \cdot \delta \cdot \left[(1 - \mu^2) \cdot R^3 \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot \sqrt{1 - \mu^2} \cdot \sin \frac{\Psi}{2} + \mu \cdot \cos \frac{\Psi}{2} \right) - \frac{\Pi}{4} \cdot d_0^2 \cdot R_0 \cdot f \right] =$$

$$= 7850 \cdot 0,05 \times \left[\begin{array}{l} (1 - 0,36^2) \cdot 0,222^3 \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot \sqrt{1 - 0,36^2} \cdot \sin 45^\circ + 0,36 \cdot \cos 45^\circ \right) \\ - \frac{3,14}{4} \cdot 0,055^2 \cdot 0,185 \cdot 4,098 \end{array} \right] = 171,9, \quad (3.3)$$

де ρ – густина сталі, кг/м³, $\rho = 7850$.

Величина дебалансного моменту при прийнятих розмірах незначно відрізняється від потрібної, приблизно на 1%, тому при $\mu=0,36$ уточнюємо значення радіуса дебаланса R .

Радіус дебаланса R , м, (уточнене значення) розраховується наступним чином

$$R = \sqrt[3]{\frac{\frac{S_0'}{\rho \cdot \delta} + \frac{\Pi}{4} \cdot d_0^2 \cdot R_0 \cdot f}{\frac{2}{3} \cdot (1 - \mu^2)^{3/2} \cdot \sin \frac{\Psi}{2} + \mu \cdot (1 - \mu^2) \cdot \cos \frac{\Psi}{2}}} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{\frac{1,685}{7850 \cdot 0,05} + \frac{3,14}{4} \cdot 0,055^2 \cdot 0,185 \cdot 3,098}{\frac{2}{3} \cdot (1 - 0,36^2)^{3/2} \cdot \sin 45^\circ + 0,36 \cdot (1 - 0,36^2) \cdot \cos 45^\circ}} = 0,220. \quad (3.4)$$

Враховуючи те, що при виготовленні дебаланса повинен бути допуск, приймаємо виконуваний розмір $R=222_{-2}$

Мінімальна вимушуюча сила вібробудувача, F_{\min} , Н,

$$F_{\min} = S_0 \cdot \omega^2 = 1,719 \cdot 170,61^2 = 50036. \quad (3.5)$$

Маса дебаланса $m_{\text{деб}}$, кг

Зам.інв.№						
Підпис і дата						
Інв.№ор.						
Зм.	Кільк	Арк.	№одок	Підп.	Дата	Арк.
						37

$$m_{\text{деб.}} = \rho \cdot \delta \cdot \left\{ R^2 \cdot \left[\frac{\Psi}{2} + \arcsin \mu + \mu \cdot \sqrt{1 - \mu^2} + \frac{1}{2} \cdot (\Pi - \Psi) \cdot \mu^2 \right] - \frac{\Pi}{4} \cdot (d_{\text{в}}^2 + z \cdot d_0^2) \right\} =$$

$$= 7850 \cdot 0,05 \cdot \left\{ \begin{array}{l} 0,222^2 \cdot \left[0,872 + \arcsin 0,36 + 0,36 \cdot \sqrt{1 - 0,36^2} + \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \cdot (3,14 - 0,872) \cdot 0,36^2 \right] - \\ \left. - \frac{3,14}{4} \cdot (0,11^2 + 5 \cdot 0,055^2) \right\} = 24,7, \quad (3.6)$$

де $d_{\text{в}}$ – діаметр отвору дебаланса під вал, м, приймаємо $d_{\text{в}} = 0,11$.

3.3. Визначення розмірів вантажу

Вантажі приймаємо однаковими.

Маса вантажу, необхідна для створення максимальної вимушуючої сили

$m_{\text{гр.}}$, кг,

$$m_{\text{гр.}} = \frac{F_{\text{max}} - F_{\text{min}}}{\omega^2 \cdot R_0 \cdot f} = \frac{85000 - 50036}{170,61^2 \cdot 0,185 \cdot 4,098} = 2,19. \quad (3.7)$$

Намічаємо ступінчасту конструкцію вантажу. На рисунку 3 вказані конструктивні розміри вантажу.

Розміри вантажу приймаємо $d_0 = 55$ мм, $d_{\text{гр}} = 51$ мм, $D_{\text{гр}} = 65$ мм, $h = 30$ мм, $\delta' = \delta + 2$ мм = 52 мм.

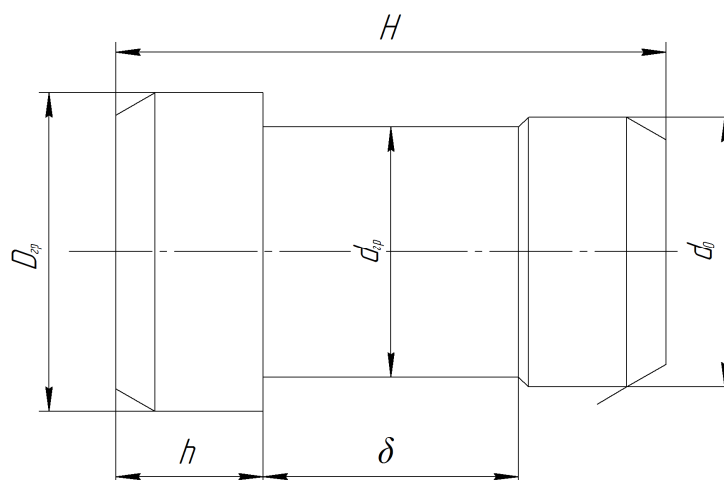


Рисунок 3.2 – Конструктивні розміри вантажу

Інв. №ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №					Арк.
							38
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата		

Розрахункова висота вантажу Н, м,

$$H = h + \delta' + \frac{\frac{4m_{\text{зр.}}}{\Pi \cdot \rho} - D_{\text{зр.}}^2 \cdot h - d_{\text{гр.}}^2 \cdot \delta'}{d_0^2} = \quad (3.8)$$

$$= 0,03 + 0,052 + \frac{4 \cdot 2,19}{3,14 \cdot 7850} - 0,065^2 \cdot 0,03 - 0,051^2 \cdot 0,051}{0,055^2} = 0,112.$$

3.4. Визначення положення вантажів в дебалансі

Розрахунок проводимо при $\omega=172,26$ рад/с, $S_0=1,719$ Н·м, $S_1=m_{\text{гр}} \cdot R_0=2,19 \cdot 0,185=0,409$ Н·м. Розрахунок зводимо у таблицю 1.

Таблиця 3.1 – Визначення залежності дебалансного моменту і вимушуючої сили від кількості та положення вантажів у дебалансі

Положення вантажів	Формула для дебалансного моменту	S, кг·м	При n=1450 хв ⁻¹ F, Н	При n=1850 хв ⁻¹ F, Н
○○○○○	$S = S_0$	1,719	39720	65360
●○○○○	$S = \sqrt{S_0^2 + S_1^2 + 2 \cdot S_0 \cdot S_1 \cdot \cos \varphi_1}$	2,007	46220	76330
○○○○●	$S = \sqrt{S_0^2 + S_1^2 + 2 \cdot S_0 \cdot S_1 \cdot \cos \varphi_1}$	2,007	46220	76330
○○●○○	$S = S_0 + S_1$	2,128	49160	80930
●○○○●	$S = S_0 + 2 \cdot S_1 \cdot \cos \varphi_2$	2,245	51870	85380
○●○○○	$S = S_0 + 2 \cdot S_1 \cdot \cos \varphi_1$	2,461	56860	93590
○●●○○	$S = \sqrt{S_0^2 + 2 \cdot S_1 \cdot (S_0 + S_1) \cdot (1 + \cos \varphi)}$	2,506	60000	95300
●●○○●	-	2,622	60390	99710
○●●●○	$S = S_0 + S_1 \cdot f$	2,870	66310	109150
●●○○●	-	2,986	68990	-
●●●●○	-	3,212	74210	-
●●●●●	-	3,500	80860	-

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	Арк.
						39

Амплітуда вібропереміщень рухомої рами під навантаженням по горизонталі 0,8...1,0. Легко регулюється шляхом ступінчатої зміни статичного моменту дебалансів віброзбуджувача за рахунок швидкого встановлення, або знімання додаткових вантажів в отвори дебаланса.

Зміною кількості вантажів і їхнього розташуванням в отворах дебаланса забезпечується регулювання вимушуючої сили у діапазоні від 50 до 100% її максимального розміру ступенями через 3...5 кН, що цілком достатньо для корекції режиму вібрації рухливої рами, тому що більш точне регулювання не потрібно, і дозволяє використовувати ті самі віброзбуджувачи для віброплощадок різної вантажопідйомності.

3.5. Розрахунок вантажопідйомного механізму.

Вихідні дані:

$$Q=700 \text{ кг}$$

$$v_v=0,6 \text{ м/с}$$

$$H=5 \text{ м}$$

легкий режим праці

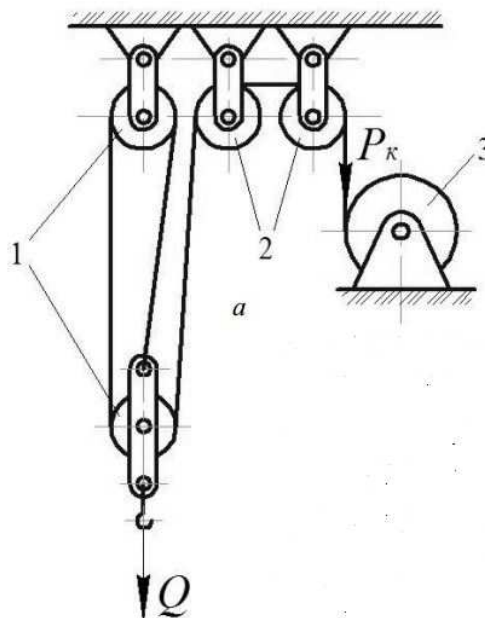


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема лебідки:
1 – поліспаст; 2 – відхиляючі блоки; 3 – лебідка

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
							40
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата		

Визначаємо зусилля в канаті:

$$P_K = \frac{(Q+Q_2)*9,81}{m*\eta_{пол}*\eta_{\delta,\delta}^n} = \frac{(700+150)*9,81}{3*0,96*0,98^2} = 3014,7 \text{ Н}, \quad (3.10)$$

де: Q – маса вантажу; Q_г – гакової обойми та спроп.

Визначаємо коефіцієнткорисної дії поліспасти:

$$\eta_{пол} = \frac{\eta_{\delta} * (1-\eta_{\delta}^m)}{m * (1-\eta_{\delta})} = \frac{0,98 * (1-0,98^3)}{3 * (1-0,98)} = 0,96, \quad (3.11)$$

де: η_б – ККД блока поліспасти; η_{в.б.} – ККД відхиляючого блока;

Відповідно до розривного зусилля підбираємо діаметр канату:

Оскільки пристрій працює у легкому режимі роботи, отже коефіцієнт запасу k=5. Тому вибираємо канат діаметром d=5,6 мм. Маркувальна група 1569 МПа.

Визначаємо найменш допустимі діаметри блоків та барабана:

$$\begin{aligned} D_{\delta л} 16d_k &= 16*5,6 = 89,6 \text{ мм} \\ D_{\delta} &= 1,35D_{\delta л} = 1,35*89,6 = 120,96 \text{ мм} \end{aligned} \quad (3.12)$$

Призначаємо D_{бл}=90мм, D_б=125мм.

Визначаємо кількість витків каната на барабані при укладанні його в один шар:

$$\begin{aligned} Z_0 &= \frac{H*m}{\pi*(D_{\delta}+d_k)} + Z_{зап} + Z_{кр} \\ Z_0 &= \frac{5*3}{3,14*(0,125+0,056)} + 2 + 2 = 40,02 \approx 40 \end{aligned} \quad (3.13)$$

Визначаємо довжину барабана:

$$\begin{aligned} L_{\delta} &= Z_0 * t \leq 3 * D_{\delta} \\ L_{\delta} &= 4 * 7,6 = 304 \leq 3 * 125 = 375 \text{ мм} \end{aligned} \quad (3.14)$$

де: Z_{зап} – число запасних витків; Z_{кр} – число закріплюючих витків;

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
							41
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата		

Визначаємо потрібну потужність двигуна лебідки:

$$P = \frac{(Q + Q_2) * 9,81 * v_{\delta}}{\eta_{\text{пол}} * \eta_{\delta}^2 * \eta_{\text{л}}} \quad (3.15)$$

$$P = \frac{(750 + 150) * 9,81 * 0,6}{0,96 * 0,98^2 * 0,85} = 6759,6 \text{ Вт}$$

Вибираємо двигун АОП2 типорозміру 51-4, P=7,5 кВт, n₀=1440 хв⁻¹

Визначаємо оберти барабана лебідки:

$$n_{\delta} = \frac{60 * m * v_{\delta}}{\pi * (D_{\delta} + d_k)} \quad (3.16)$$

$$n_{\delta} = \frac{60 * 3 * 0,6}{3,14 * (0,125 + 0,0056)} \approx 263 \text{ хв}^{-1}$$

Визначаємо передаточне відношення редуктора привода лебідки:

$$U = \frac{n_0}{n_{\delta}} \quad (3.17)$$

$$U = \frac{1440}{263} = 5,47$$

Призначаємо редуктор Ц2-250, частота обертання вихідного вала складає 600 хв⁻¹.

Уточнюємо величину довжини каната:

$$L_k = m * H + 4 * \pi * (D_{\delta} + d_k) \quad (3.18)$$

$$L_k = 3 * 5 + 4 * 3,14 * (0,125 + 0,0056) = 16,64 \text{ м}$$

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									42
Зм.	Кільк	Арк.	№одок	Підп.	Дата				

4. РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ

4.1. Розрахунок вала дебаланса.

Збір навантажень, які діють на вал.

На вал діють навантаження від дії дебалансів, власна вага в зборі та крутний момент [8].

Будуємо епюру згинаючих моментів від дії сил інерції P_{in}, H дебалансів, рисунок 4.1.

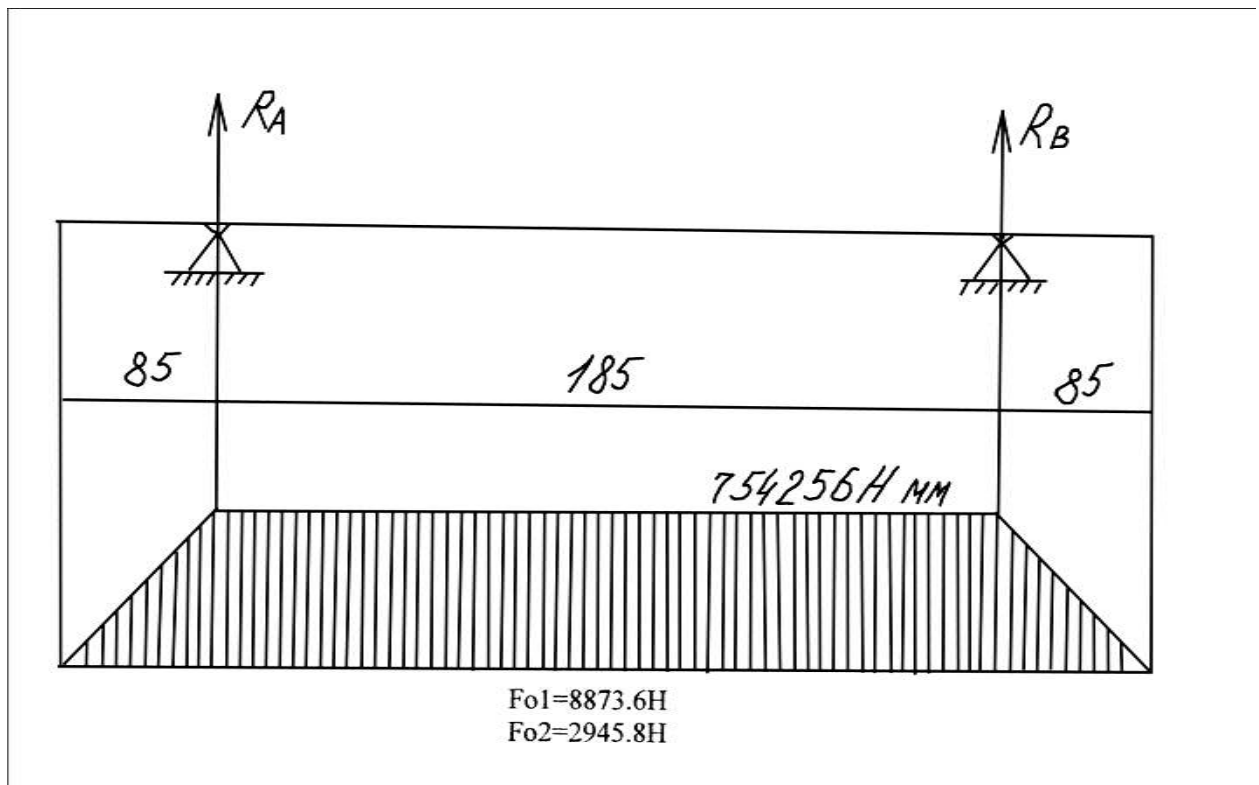


Рисунок 4.1 – Епюра згинального моменту валу дебаланса

Діаметр вала визначаємо за формулою

$$D = \sqrt{Mu / 0,1[G]} = \sqrt{75426 / 0,1 * 130} = 38,7 \approx 40 \text{ мм}$$

приймаємо $d = 40 \text{ мм}$.

Вибір підшипника:

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				
Розроб.		Гуменюк Д.С.				РОЗРАХУНОК ВІБРАЦІЙНОГО МАЙДАНЧИКА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консульт.								43	43
Керів.		Дедов О.П.					КНУБА МОТП		
Н.Контр.									
Зав. каф.		Назаренко І.І.							

Довговічність підшипника $L_p = 8500$ год.

Визначаємо еквівалентне динамічне навантаження:

$$P = (V_x * F_r + I * F_a) K_o * K_T = 8873,6 * 2,5 * 1,1 = 25378,49 \text{ Н}$$

Де $V = 1$ – коефіцієнт обертання;

$X = 1$ – коефіцієнт радіальної сили F_r ;

$K_o = 2,5$ – коефіцієнт безпеки;

$K_T = 1,1$ – коефіцієнт що враховує вплив температури.

За таблицями для даної довговічності і частоти обертання знаходимо значення:

$$C/P = 7,3$$

Звідси слідує, що динамічна вантажопідйомність, яка необхідна:

$$C = p * 7,3 = 25378,49 * 7,3 = 185269,97 \text{ Н}$$

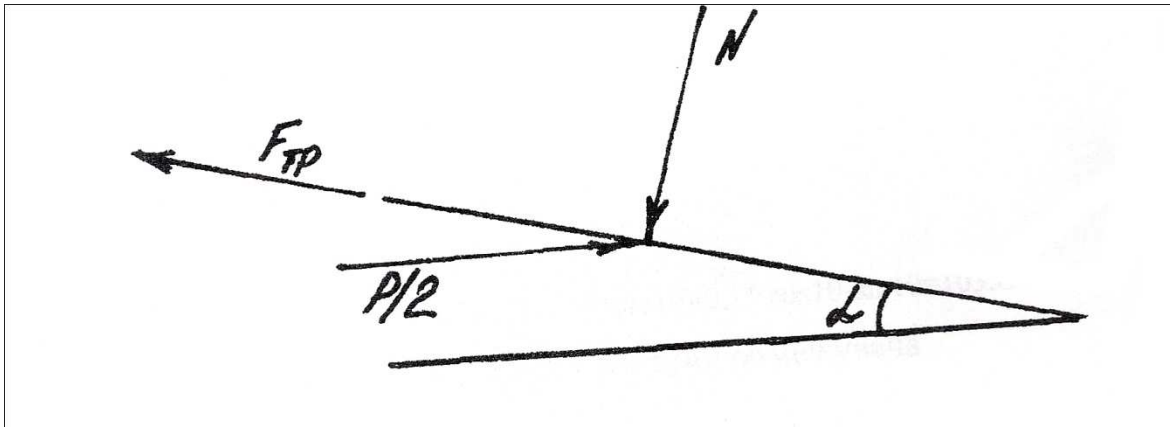
З таблиці вибираємо підшипник радіальний сферичний роликотпідшипник середньої широкої серії з динамічною вантажопідйомністю 187000 Н . Умовне позначення якого 3314, $d = 70 \text{ мм}$;

$$O = 150 \text{ мм}; B = 51 \text{ мм}.$$

Так як внутрішній діаметр підшипника $d = 70 \text{ мм}$, то конструктивно приймаємо діаметр вала під підшипник $D = 70 \text{ мм}$.

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									44
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

4.2. Розрахунок зусиль, що діють на пустоутворювачі



Мал.14 Сили, що діють на клин

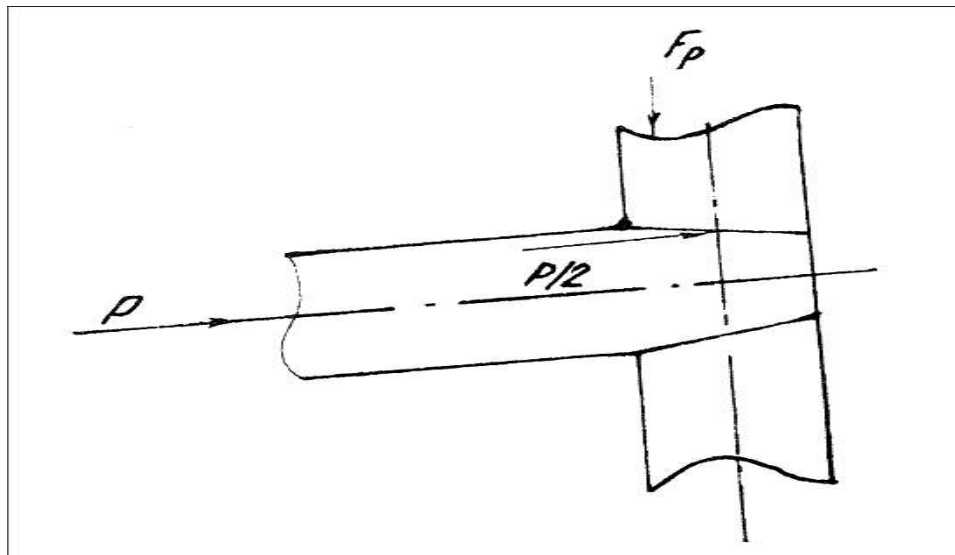


Рисунок 4.2 – Розрахункова схема

Сила, що діє на клин під стисненням гуми:

$$F_p = C \cdot \Delta X$$

$$\Delta X = 2 \text{ мм}$$

$$C = 92 \cdot 10 \text{ н/м}$$

$$F_p = 9,2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 18400 \text{ Н}$$

Сила тертя:

$$F_p = N \cdot f$$

Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ор.	

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

Знаходимо суму проєкцій усіх сил на вісь X:

$$\sum X=0$$

$$-N\sin l - F_{TP} \cdot \cos l + P/2 = 0$$

$$-N\sin l - N \cdot f \cdot \cos l + P/2 = 0$$

$$P = 2N(f \cdot \cos l + \sin l)$$

Знаходимо суму проєкцій усіх сил на вісь Y:

$$\sum Y=0$$

$$-F_p + N \cdot \cos l - F_{TP} \cdot \sin l = 0$$

$$-F_p + N \cdot \cos l - N \cdot f \cdot \sin l = 0$$

$$N = F_p / (\cos l - f \cdot \sin l)$$

Виходячи з цього:

$$P = 2F_o \cdot (f \cdot \cos l + \sin l) / (\cos l - f \cdot \sin l) = 2 \cdot 18400 \cdot (0.1 \cdot \cos 10 + \sin 10) / (\cos 10 - 0.1 \cdot \sin 10) = 10351 \text{ Н}$$

Перевірка на міцність перетину обмежувача

Розрахунок зварного з'єднання.

Так як перетин вибрано конструктивно, то проводимо перевірний розрахунок

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№									Арк.
											46
			Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата			

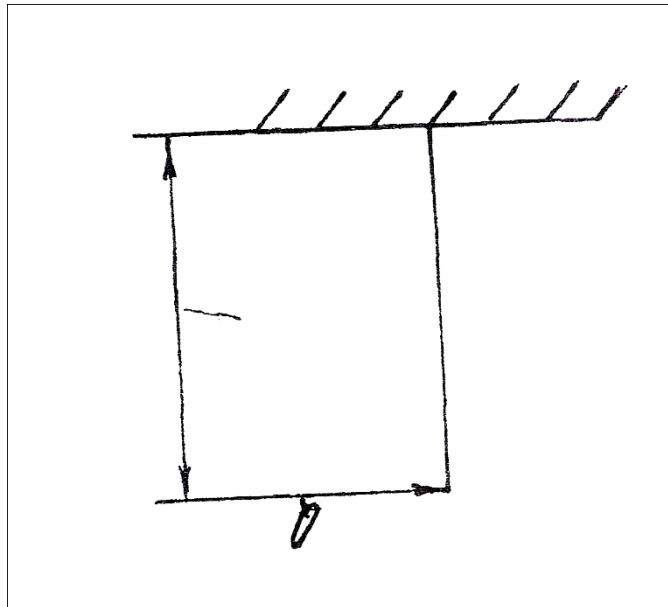


Рисунок 4.3 – Розрахункова схема

$$Q = P/2 = 10351/2 = 5175,5 \text{ Н}$$

$$l = 0,565 \text{ м}$$

Розрахунки проводимо за формулою:

$$G = \sqrt{G^2 + 3\varepsilon^2} \leq [G] = 160 \text{ Мпа}$$

Для цього необхідно визначити нормальне G і дотичне ε напруження:

$$G_{\max} = M_{\max} / W$$

Де M_{\max} – максимальний згинаючий момент:

$$M_{\max} = Q \cdot l = 5175,5 \cdot 0,565 = 2942 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

W – момент опору перетину відносно нейтральної вісі.

Так, як перетин виконано у вигляді короба, виготовленого з двох швелерів $N=12$, то?

$$W = 2W_x = 2 \cdot 50,6 = 101,2 \text{ см}^3$$

$$G_{\max} = 2,924 \cdot 10^3 / 101,2 \cdot 10^{-1} = 29 \text{ МПа}$$

Де S_{\max} - статичний момент напівперетину

$$\varepsilon_{\max} = 29,6 \text{ см}^2;$$

$$b = 4,8 \text{ мм};$$

Інв. №ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №						Арк.
								47
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата			

$$l = 304 \text{ см}$$

$$Z_{\text{max}} = 5175,5 * 29,6 * 10 * 10 / 2 * 304 * 10 * 0,48 * 10^{-2} = 5,24 \text{ МПА}$$

Тоді:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{29^2 + 3 * 5,24} = 29 \text{ МПА} < 160 \text{ МПА}$$

Перетин має великий запас міцності.

Розрахунок зварного з'єднання проводимо за формулами:

$$R = P / 0,7 * S * l \leq [\sigma] = 80 \text{ МПА}$$

Де: $P = 5175,5 \text{ Н}$ – зусилля розтягу;

$S = 4 * 10^{-3} \text{ м}$ – катет шва;

$L = 0,12 \text{ м}$ – довжина шва.

$$\sigma = 5175,5 / 0,7 * 4 * 10^{-3} * 0,12 = 15,4 \text{ МПА} < 80 \text{ МПА}$$

Зварний шов дане зусилля витримає.

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									48
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

5. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Технологічний процес виготовлення вала

В основу розробки технологічного процесу виготовлення деталі покладено два принципи : технологічний і економічний. Відповідно до технологічного принципу , спроектований технологічний процес має повністю відповідати вимогам робочого креслення і технічних умов на виготовлення даного виробу. Відповідно до економічного принципу виготовлення виробу повинно вестися з мінімальними витратами праці і витратами виробництва. Технологічний процес виготовлення виробів повинен виконуватися з найбільш повним використанням технічних можливостей засобів виробництва при найменших витратах часу і собівартості виробів.

Згідно з ГОСТ 3.1404-88. карта технологічного процесу призначена для описування технологічного процесу виготовлення або ремонту виробу (складових частин виробу) в технологічній послідовності всіх операцій одного виду формоутворення, обробки, складання чи ремонту із зазначенням переходів, технологічних режимів і даних про засоби технологічного оснащення, матеріальні та трудові затрати. За конструкцією вал є нежорсткий, відношення $L/D > 15$. Для оброблення таких деталей застосовується допоміжна опору – нерухомий люнет.

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				
Розроб.		Гуменюк Д.С.				Розрахунок Вібраційного Майданчика	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консульт.								49	49
Керів.		Дедов О.П.					КНУБА МОТП		
Н.Контр.									
Зав. каф.		Назаренко І.І.							

5.2 Вибір матеріалу та заготовки

Згідно з конструктивними особливостями вала, застосовуємо сталь 45 (ГОСТ 1050 88) гарячекатану круглу нормальної точності за ГОСТ 2590-88. Орієнтуючись на конструктивні розміри вала (рисунок 4.1.), вибираємо таку заготовку (рисунок 5.2.)

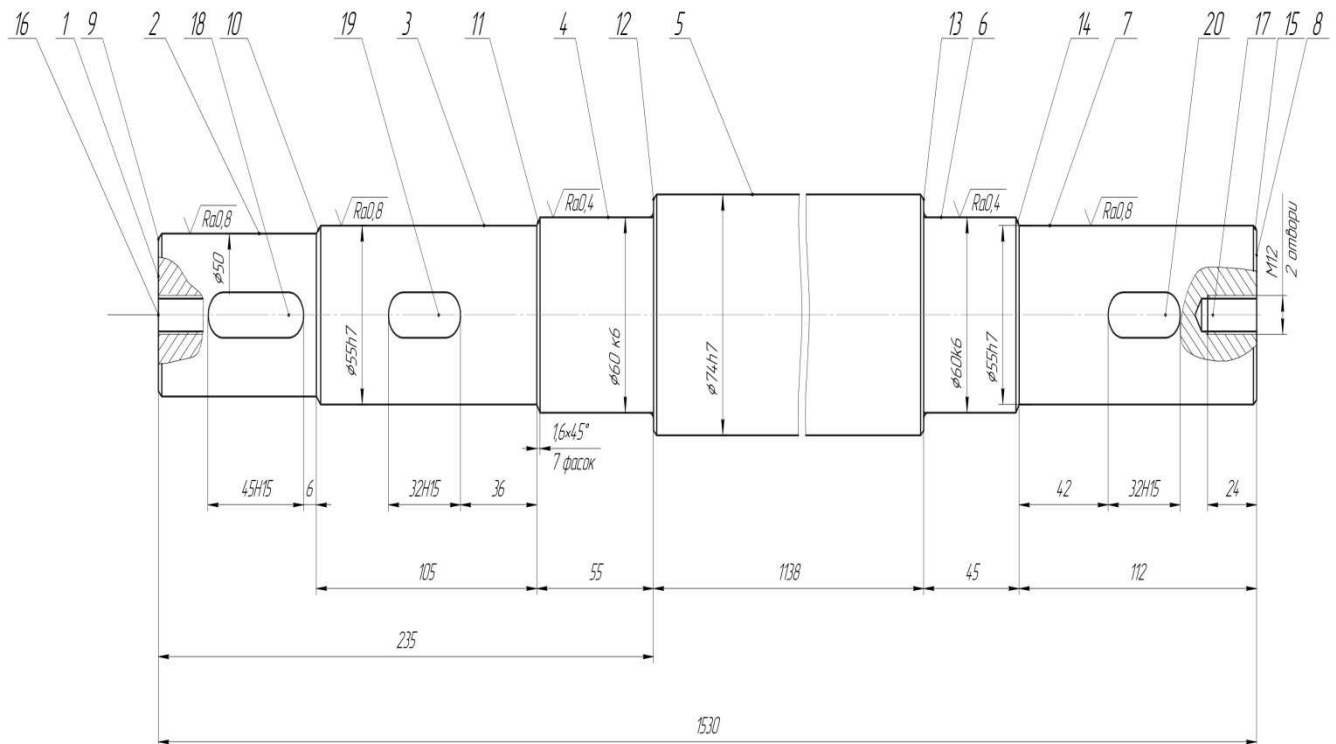


Рисунок 5.1–Вал

5.3 Призначення припусків на обробку

Припуск на обробку поверхні деталей може бути визначений по відповідних довідкових таблицях, або на основі розрахунково-аналітичного методу.

Таблиці дозволяють призначати припуски незалежно від технологічного процесу обробки деталі й умов його здійснення і тому в загальному випадку є

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№					Арк.
			Зм.	Кільк	Арк.	№док	
							50

завищеними , містять в собі резерви зниження витрати матеріалу і трудомісткості роботи.

Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків на обробку (РАМВП) , розроблений професором В.М.Кованом базується на аналізі показників , що впливають на припуски попередніх і виконуваного переходів технологічного процесу обробки поверхні. Значення припуску визначається методом диференційованого розрахунку за елементами , що складають припуск. РАМВП передбачає розрахунок припусків за усіма послідовно виконаними технологічними переходами обробки даної поверхні деталі (проміжні припуски) , їхнє підсумування для визначення загального припуску на обробку поверхні і розрахунок проміжних розмірів, що визначають становище поверхні, і розміри заготовки. Розрахунковим розміром є мінімальний припуск на обробку, достатній для усунення на виконуваному переході похибок обробки і дефектів поверхневого прошарку, отриманих на попередньому переході, і компенсації похибок, що виникають на виконуваному переході.

Застосування РАМВП скорочує в середньому відхід металу в стружку в порівнянні з табличними значеннями , створює єдину систему визначення припусків на обробку і розміри деталі за технологічними переходами і заготівель, сприяє підвищенню культури виробництва. Але використаємо, більш доступний , опитно-статистичний метод розрахунку перехідних припусків, що не потребує великих затрат часу та широкого використовується в машинобудівному та ремонтному виробництві. Недоліком даного метода є деяке завищення величини припусків на обробку.

При цьому методі використовуються вже розроблені таблиці перехідних припусків та допусків. Складемо таблицю результатів по припускам (таблиця. 5.1)

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									51
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

Таблиця 5.1–Припуски на обробку

№ п/п	Найменування	Припуск, мм
1.	Чорнова обробка	7
2.	Чистова обробка	2,5
3.	Шліфування	0,6

Таблиця 5.2 – Проміжних та загального припуску і допусків

Маршрут обробки та розміри, що визначаються	Розмір, мм	Допуск, мм	Припуск, мм
Розмір вала за кресленням	74	- 0,071	-
Припуск на шліфування	-	-	0,6
Розмір після чистового обточування	75,5	- 0,14	-
Припуск на чистове обточування	-	-	2,5
Розмір після чорнового обточування	78	- 0,52	-
Припуск на чорнове обточування	-	-	7
Загальний припуск	-	-	10,1
Розмір заготовки	85	-	-

Приймаємо заготовку $\varnothing 85 \times 1530$ (рисунок 5.2)

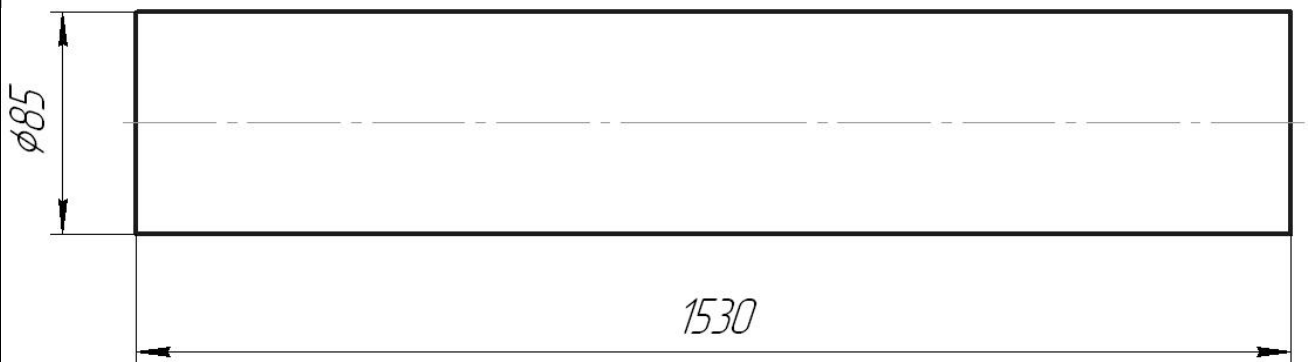


Рисунок 5.2–Заготовка вала

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									52
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

Визначення сили подачі

По таблиці нормативів "сила подачі", знаходимо, що при $v = 51$ м/хв, та глибиною до 5мм з різцем E5K10 $\phi = 45^\circ$ сила подачі $P_x = 2.65$ кН.

Визначення числа обертів шпинделя

По встановленій швидкості різання визначаємо число обертів шпинделя стакана, об/хв.

$$n = v \cdot 1000 / \pi \cdot D ; \quad (5.1)$$

де v - швидкість різання , $v = 51$ м/хв

D - діаметр вала, що точиться, $D = 250$ мм

Тоді

$$n = 51 \cdot 1000 / 3,14 \cdot 85 = 151. \quad (5.2)$$

Згідно з паспортними даними станка призначаємо число обертів шпинделя : $n = 160$ об/хв.

Перевірка вибраного режиму різання по потужності

Перевіряємо підібраний режим різання по карті "мощность нужная на резание" визначаємо, що потужність, яка використовується $N = 5,8$ кВт , тобто менша за максимальну для станка, тобто вибраний режим різання по потужності прийнятний.

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									54
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

$S_{XB.3B.X}$ – хвилинна подача зворотного ходу, приймаємо
 $S_{XB.3B.X} = 5000$ мм/хв.;

L – довжина проходу; $L=85$ мм.

$$t_0 = \frac{85}{91,7} + \frac{85}{5000} = 0,94 \quad (5.7)$$

$$t_{ш} = t_0 + t_{B.C.} = 0,94 + 5 = 5,94 \quad (5.8)$$

Час на підрізання торців, хв.:

$$t_0 = \frac{\pi \cdot D^2}{4000 \cdot v \cdot S} \quad (5.9)$$

де D – діаметр обточуваної поверхні, мм;

S – подача ($S = 0,05$ мм/об);

V – швидкість різання ($v = 70$ м/хв).

$$t_0 = \frac{3,14 \cdot 85^2}{4000 \cdot 70 \cdot 0,05} = 1,62 \quad (5.10)$$

Час на центрувальну операцію, хв.:

$$t_0 = \frac{\pi \cdot D \cdot L}{1000 \cdot v \cdot S} \quad (5.11)$$

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									56
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

де L – довжина проходу , мм;

D – діаметр отвору, $D = 5$ мм;

S – подача;

V – швидкість різання.

Тоді:

$$t_0 = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 10}{1000 \cdot 100 \cdot 0,3} = 0,0052, \quad (5.12)$$

$$t_{ш} = t_0 + t_{в.с.} = 0,0052 + 5 = 5,0052. \quad (5.13)$$

Оскільки ця операція виконується двічі то час на її виконання збільшується вдвічі. $t = 10.01$ хв.

Час на токарні операції, хв.:

Розрахунок ведемо по формулі (5.9) , лише міняємо швидкість різання та подачу : для чорнового точіння - $v=105$ м/хв; $S = 0,4$ мм/об ; для чистового точіння - $v=120$ м/хв ; $S = 0,15$ мм/об;

Для точіння проточок- $v = 105$ м/хв; $S = 0,4$ мм/об ; такі ж значення і для точіння фасок.

Точіння поверхні 5. $D = 74$ мм, $L = 1530$ мм. Чистове точіння :

$$t_0 = \frac{3,14 \cdot 74 \cdot 1530}{1000 \cdot 100 \cdot 0,3} = 11,85. \quad (5.14)$$

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{в.с.}=5$ хвилин.

Загальний час, хв.

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									57
Зм.	Кільк	Арк.	№одок	Підп.	Дата				

$$t_{ш} = t_0 + t_{B.C.} = 11,85 + 5 = 16,85. \quad (5.15)$$

Точіння поверхні 2,3,4,6,7. $D = 60$ мм, $L = 112 + 45 + 235 = 392$ мм.

Чистове точіння :

$$t_0 = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 392}{1000 \cdot 100 \cdot 0,3} = 2,46 \quad (5.16)$$

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{B.C.} = 5$ хвилин.

Загальний час, хв.

$$t_{ш} = t_0 + t_{B.C.} = 2,46 + 5 = 7,46. \quad (5.17)$$

Точіння поверхні 2,3,7. $D = 55$ мм, $L = 112 + 180 = 292$ мм. Чистове точіння :

$$t_0 = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 292}{1000 \cdot 100 \cdot 0,3} = 1,68 \quad (5.18)$$

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{B.C.} = 5$ хвилин.

Загальний час, хв.

$$t_{ш} = t_0 + t_{B.C.} = 1,68 + 5 = 6,68. \quad (5.19)$$

Точіння поверхні 2. $D = 50$ мм, $L = 75$ мм. Чистове точіння :

$$t_0 = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 75}{1000 \cdot 100 \cdot 0,3} = 0,39 \quad (5.20)$$

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{B.C.} = 5$ хвилин.

Загальний час, хв.

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									58
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

$$t_{ш} = t_0 + t_{B.C.} = 0,39 + 5 = 5,39 . \quad (5.21)$$

Загальний час на токарну обробку, хв.

$$t_{ш} = \sum t_0 = 16,85 + 7,46 + 6,68 + 5,39 = 36,38 . \quad (5.22)$$

Час на нарізання шпоночних пазів, хв.:

Основний технологічний час на нарізання одного шпоночного паза t_{01} , хв, буде рівний [б, див. дод. 31]

$$t_0 = L_i / S_{хв} , \quad (5.23)$$

де, L_i – довжина шпоночного паза;

$S_{хв}$ – подача шпоночної фрези, приймається $S_{хв} = 170$ мм/хв [б, див. дод. 31]

Нарізання шпоночного паза 19,20:

$$t_{01} = 32 / 170 = 0,188 , \quad (5.24)$$

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{B.C.} = 5$ хвилин.

$$t_{01} = t_0 + t_{B.C.} = 0,188 + 5 = 5,188 . \quad (5.25)$$

Загальний час на проточку паза умножаємо на два бо два паза, хв.

$$t_{01,02} = t_{01} \cdot 2 = 5,188 \cdot 2 = 10,376 . \quad (5.26)$$

Нарізання шпоночного паза 18:

$$t_{03} = L_3 / S_{хв} = 49 / 170 = 0,28 . \quad (5.27)$$

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{B.C.} = 5$ хвилин.

$$t_{01} = t_0 + t_{B.C.} = 0,28 + 5 = 5,28 . \quad (5.28)$$

Інв. №ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк.
									59
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

Тоді основний технологічний час на нарізання шпоночних пазів буде рівний

$$t_{0}^{unn} = t_{01,02} + t_{03} = 10,376 + 5.28 = 15.65 . \quad (5.29)$$

Час на нарізання різьби різьбонарізним різцем, хв.:

Нарізання різьби різьбонарізним різцем

Основний технологічний час при нарізанні різьби на необхідну поверхню сторони $1,8, t_0^H$, хв, визначається по формулі (4.34)

$$t_0^H = \pi \cdot D \cdot L \cdot a / 1000 \cdot V \cdot S , \quad (5.30)$$

де $D = 10$ мм – діаметр отвору в якому необхідно нарізати різьбу;

$L = 24$ мм – довжина поверхні на яку необхідно нарізати різьбу;

a – коефіцієнт ;приймається $a=1,85$ [6, див. дод.31];

V – швидкість подачі різця; приймається $V = 9,1$ [6, див. дод.31];

S – подача різця ; приймається $S = 2$ [6, див. дод.31].

$$t_0^H = 3,14 \cdot 10 \cdot 24 \cdot 1,85 / 1000 \cdot 9,1 \cdot 2 = 0,07. \quad (5.31)$$

Оперативний час на нарізання різьби , $t_{шт}$, хв, буде розраховуватись по формулі 5.4

$$t_{шт} = t_0 + t_{вс} = 0,07 + 0,035 = 0,64, \quad (5.32)$$

де $t_{вс}$ – допоміжний час хв. , встановлюється в процентному відношенні від основного часу від 30-50%; прийнято

$$t_{вс} = 0,5 \cdot 0,07 = 0,035. \quad (5.33)$$

Так як у нас дві різьби умножаємо на 2.

$$t_{шт} = 0,64 \cdot 2 = 1,28 \quad (5.34)$$

Час на шліфувальну операцію, хв.:

Інв. №ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк.
									60
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

$$t_0 = \frac{\pi \cdot D \cdot L \cdot h \cdot f}{1000 \cdot v \cdot S \cdot t}, \quad (5.35)$$

де S - повздовжня подача ($S=10$ мм/об)

v - швидкість різання ($v = 30$ м/хв)

h - товщина металу, що знімається ($h = 0,1$)

t - поперечна передача ($t = 0,008$ мм/позд.хід)

f - коефіцієнт, що враховує зернистість круга ($f = 1,4$)

Шліфувати поверхні 2,5. $D = 55$ мм, $L = 45 + 55 = 100$ мм

$$t_0 = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 100 \cdot 0,6 \cdot 1,4}{1000 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 0,008} = 6,04 \quad (5.36)$$

Величину допоміжного часу приймаємо в розмір $t_{B.C.} = 5$ хвилини.

Загальний час, хв.

$$t_{ш} = t_0 + t_{B.C.} = 6,04 + 5 = 11,04. \quad (5.37)$$

Основний оперативний час, $t_{шв}$, хв, на виготовлення вала дорівнює

$$t_{шв} = 81,5 + 5,94 + 1,62 + 5,0052 + 36,38 + 11,04 + 15,65 + 1,28 + 11,04 = 169,45 \quad (5.38)$$

Інв. №ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №							Арк.
									61
Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				

6. ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

6.1. Аналіз потенційних небезпечних і шкідливих факторів, що пов'язані із станами об'єкту

При роботі бетонозмішувача на оператора постійно чи періодично діють небезпечні і шкідливі фактори:

- 1.Забруднення повітря шкідливими речовинами, пилом, мікроорганізмами.
- 2.Невідповідність нормам параметрів мікроклімату.
- 3 Зміна балансу концентрації іонного складу повітря.
- 4.Підвищений рівень шуму на робочому місці.
- 5.Підвищений рівень вібрації на робочих місцях
- 6.Відсутність чи недолік природного світла.
- 7.Недостатня освітленість робочої зони.
- 8.Тривале перебування в тому самому положенні, і повторення тих самих рухів приводить до синдрому тривалих статичних навантажень (СТСН).
- 9.Нераціональна організація робочого місця.
- 10.Монотонність праці.
- 11.Нервово-психічні навантаження.
- 12.Нервово-емоційні стресові навантаження.
- 13.Небезпека виникнення пожежі.

Небезпечні та шкідливі фактори, що можуть виникнути в процесі експлуатації машини для земляних робіт представлені в таблиці 6.1.

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				
Розроб.		Гуменюк Д.С.				Розрахунок Вібраційного Майданчика	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консульт.								62	62
Керів.		Дедов О.П.					КНУБА МОТП		
Н.Контр.									
Зав. каф.		Назаренко І.І.							

Таблиця 6.1–Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело небезпечного або шкідливого фактора	Кількісна оцінка фактора (регламентуючий норматив)	Нормативний документ (розділ, пукнт, параграф)
1	2	3	4
Незадовільний мікроклімат робочої зони	Тепло-випромінення при роботі будівельних машин і обладнання	Для робіт категорії легка – 1а/1б період року: холодний температура, T, °C відносна вологість, W, % швидкість руху повітря, V, м/с теплій температура, t °C відносна вологість, W, % швидкість руху повітря, V м/с	СН 4088-86 ССБП ГОСТ 12.1.005-88 ДСанПІН 3.3.2.007-98 ДСН 3.3.6.042-99
Негативна зміна балансу концентрації іонного складу повітря	Робоче обладнання будівельних машин на протязі виробничої зміни	Кількість іонів в 1см ³ повітря n ⁺ n ⁻	ДНАОП 0.03-3.06-80 СН 2152-80 ДСанПІН 3.3.2.007-98 ДНАОП 0.00-1.31-99
Забруднення повітря робочої зони операторів будівельних машин, підвищення концентрації азоту, оксидів та пилу	Робоче обладнання будівельних машин механіки, водії та оператори в приміщеннях	Вміст азоту в повітрі робочої зони, ГДК, мг/м ³ Вміст оксидів азоту, ГДК мг/м ³ Вміст пилу, ГДК мг/ м ³	ГОСТ 12.1.005-88 ДНАОП 0.00-1.31-99
Підвищений рівень шуму на робочому місці/робочих приміщень	Будівельні машини і обладнання	Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку, L _p дБА / дБАекв Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку, L _p дБА / дБАекв	ГОСТ 28100-89 ДСанПІН 3.3.2.007-98 ДСН 3.3.6.042-99 СН 3223-85 ГОСТ 12.1.003-88 ССБТ ДСТУ 2325-93 ГОСТ 23426-79 ДСН 3.3.6.037-99 СН 3077-84

Інв.№ор.	Зам.інв.№
Підпис і дата	

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата	Арк.
						63

Закінчення таблиці 6.1

1	2	3	4
Підвищений рівень вібрації на робочих місцях	Будівельні машини і обладнання	Категорія 3 технологічного процесу типу "В" Рівень віброприскорення, L_a , м./с ² , дБ Рівень віброшвидкості, L_v , м/с дБ	СН 3044-84 ГОСТ 12.1.012-90 ДНАОП 0.00-1.31-99 ДСанПІН 3.3.2.007-98 ДСТУ 2300-93
Недостатній рівень освітленості на робочому місці та в приміщенні	Природне і штучне освітлення	КПО, % Нормований рівень освітлення на робочому столі в зоні розташування документів Е, Лк	ДБН В.2.5-28-2006 ГОСТ 12.1.046-85
Небезпека ураження електричним струмом, замикання через тіло людини: - промислові; - атмосферні; - статична електрика	Будівельні машини і обладнання, електрообладнання і освітлення приміщення та робочих місць Робоче обладнання, освітлювальні і силові мережі Грозний разряд, блискавка Будівельні машини і обладнання	Мережі електроживлення і освітлення Допустимі, U, В F, Гц I, А I, А U, В F, Гц U, В N, 1/рік I, А U, В	ГОСТ 12.1.045-84 ВСН 59-88 ГОСТ 12.1.006-84 ДНАОП 0.00-1.31-99 ДНАОП 0.00-1.21-98 ГОСТ 12.1.030-81 ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ ПУЭ, ПТЕ ДНАОП 1.1.10-1.07-01 РД 34.21.122-87 НПАОП 401.-1.21-98
Пожежна безпека Вибухонебезпека	Коротке замикання електрообладнання будівельних машин та освітлення приміщень. Попадання блискавки. Підвищення температури	Категорія вибухопожежонебезпеки будівель Ступінь вогнетривкості будівель T, °C	ДБН В.1.1.-7-2002 СН 512-78 СНІП 2.04.09-84 ГОСТ 12.1.004-076 ССБТ НАПБ А.01.001-2004 НАПБ Б.01.004-2000 ДСТУ 22-72-93 ДСТУ 2273-93 ДБН В.2.5-13-98* СТ СЭВ 383-87

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата

6.2. Заходи профілактики щодо небезпечних і шкідливих умов праці

6.2.1. Мікроклімат робочої зони приміщення

Для забезпечення на робочому місці оператора гарних умов і гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в повітрі в відповідності з нормами ГОСТ 12.1.005-84, 12.1.007-84, 12.2.019-84 і 12.2.023-84 встановлюють природну вентиляцію (люки, фіранки, скло, що опускається) і примусову, а також пилеуловлювачі, повітроохолоджувачі, кондиціонери і отоплювачі.

Параметри мікроклімату можуть мінятися в широких межах, у той час як необхідно умовою життєдіяльності людини є підтримка сталості температури тіла завдяки терморегуляції, тобто здатності організму регулювати віддачу тепла в навколишнє середовище. Принцип нормування мікроклімату – створення оптимальних умов для теплообміну тіла людини з навколишнім середовищем.

Кількість тепла, що утворюється в організмі, залежить від фізичного навантаження працівника, а рівень тепловіддачі – від мікрокліматичних умов виробничого середовища. Для того, щоб фізіологічні процеси в організмі людини відбувалися нормально, тепла енергія, що виділяється під час роботи організмом, повинна повністю відводитись у навколишнє середовище. Порушення теплового балансу може призвести до перегрівання або ж переохолодження організму людини і, зрештою, до захворювання.

6.2.2. Забруднення повітря на робочих місцях

Як відомо ремонт та експлуатація будівельних машин супроводжується виділенням пилу, газів, парів та інших шкідливих речовин. Потрапляння цих речовин в організм може спричинити отруєння, хвороби шкіри, слизових оболонок, опіки та ін.

Особливу небезпеку щодо впливу на здоров'я представляє підвищена концентрація озону – високотоксичного подразнюючого газу. З цієї причини він

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									65
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

був внесений у список речовин, максимальні значення концентрації яких на робочих місцях обмежені та строго визначені.

Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 вміст озону в повітрі робочої зони не повинен перевищувати 0.1 мг/куб. м, а вміст оксидів азоту – 5 мг/м³.

Промисловий пил виникає внаслідок розлому, дроблення та транспортування будівельних матеріалів, при виготовленні бетону та фарб тощо. Склад пилу вимірюють в міліграмах на 1 м³ повітря. Найбільш шкідливий дрібний пил розміром до 10мк, бо ним можуть бути викликані хвороби дихальних шляхів.

ГОСТ 12.1.007-76 “ССБТ Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности”.

Для попередження впливу пилу та інших шкідливих речовин має бути забезпечена система природної та механічної вентиляції та кондиціонування. Для запобігання ураження виробничим пилом, машиніст працює з засобами індивідуального захисту.

6.2.3. Освітленість на робочому місці

Недостатність освітлення призводить до напруги зору, послаблює увагу, приводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве освітлення викликає осліплення, роздратування і різь в очах.

Існує три види освітлення – природне, штучне та поєднане (природне та штучне разом).

Природне світло підрозділяється на бічне, верхнє і комбіноване. Природне світло, потрапляючи в робочу зону через бічні, розподіляється нерівномірно в залежності від конструкції світлових прорізів.

Віброплощадка працює не лише в денний час. У вечірні години в літню пору року, а взимку – зранку та більшу частину по обіді необхідно додатково освітлювати приміщення.

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									66
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

попереджувальна сигналізація, блокування, знаки безпеки, засоби захисту і запобіжні пристосування тощо.

До організаційних належать призначення осіб відповідальних за організацію і виконання робіт, документальне оформлення, допуск, нагляд за працюючими та ін.

Заходами захисту від статичної електрики є заземлення виробничого обладнання, резервуарів, трубопроводів тощо, нейтралізація статичної електрики, регулювання швидкості взаємного переміщення речовини зі станом навколишнього повітря.

6.3. Інженерні рішення питань в охороні праці при експлуатації машини для виробництва будівельних матеріалів

6.3.1. Розрахунок захисту від дії вібрації

Покращення умов праці та росту продуктивності праці нерозривно зв'язані з проблемою зменшення вібрації.

Робота переважної більшості машин незмінно супроводжується вібрацією та шумом, що генерується ними. Вібрація та шум – наслідки переміщення та рухів, закладених у принципі дії машини.

Вібрація – це складний коливний процес пружних тіл, що характеризуються періодичністю зміни амплітуди коливань, вібро-швидкості, віброприскорення та частоти коливань.

Встановлено, що вібрація передчасно виводить з ладу машини та обладнання, обмежує їх технологічні можливості, негативно впливає на організм людини.

Вібрація передається людині як безпосередньо під час її контакту з машиною, так і через конструкції, підлогу, спричиняючи при цьому загальну вібрацію людського тіла, що проявляється в його коливаннях. Із збільшенням амплітуди цих коливань (вібрації) збільшується енергія коливних рухів, реакція людини на них сильнішає. Особливо шкідливі для людини вібрації з частотою

Зам.інв.№	
Підпис і дата	
Інв.№ор.	

										Арк.
										68
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата					

6...9 Гц, близькою до частоти коливання її тіла. Для людини, що стоїть на віброповерхні має два резонансні піки на частотах 5...12 та 17...25 Гц, для сидячої – 4...6 Гц. Постійна дія вібрації спричиняє вібраційну хворобу з втратою працездатності. Отож, дуже важливо знизити вібраційну активність машини до можливо невеликих рівнів, у всякому разі не допустити перевищення її гігієнічних нормативів.

6.4. Пожежна безпека

Пожежна безпека – стан об’єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Правовою основою діяльності в області пожежної безпеки є Конституція, Закон України “Про пожежну безпеку”, закони, постанови Верховної Ради України, укази і розпорядження Президента, постанови і розпорядження Президента, постанови і розпорядження Кабінету Міністрів України, рішення органів державної виконавчої влади, місцевого і регіонального самоврядування, прийняті в межах їх компетенції.

Забезпечення пожежної безпеки – невід’ємна частина державної діяльності щодо охорони життя та здоров’я людей, національного багатства та навколишнього середовища. Відповідно до статті 4 Закону України “Про пожежну безпеку” державні органи виконавчої влади та органи самоврядування усіх рівнів в межах своєї компетенції організують розроблення та впровадження у відповідних галузях і регіонах організаційних і науково-технічних заходів щодо запобігання пожежам та їх гасіння, забезпечення пожежної безпеки населених пунктів і об’єктів.

Пожежна профілактика.

Чітке виконання встановленого протипожежного режиму гарантує безпечну експлуатацію промислових підприємств, окремих будівель, споруд, виробничих установок, машин, приладів та апаратів. Цей режим ґрунтується на

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									69
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

заздалегідь розроблених правилах та інструкціях, які відповідають умовам роботи виробничого устаткування і технологічному процесу підприємства. Тому всім, хто працює на даному підприємстві, необхідно добре знати, насамперед, технологічний процес виробництва і причини відхилення від нормальних умов роботи устаткування.

Начальники цехів, опоряджувальних діляниць (майстерень, складів тощо) або особи, відповідальні за пожежну безпеку, перш ніж допустити до роботи новоприйнятого працівника, зобов'язані впевнитись у тому, що він пройшов первинний протипожежний інструктаж.

Крім проведених протипожежних інструктажів слід організувати і проводити пожежно-технічні мінімуми.

Причини пожежі:

1. Несправність електропроводки. Найбільшу небезпеку представляють іскри, які можуть виникнути при поганій ізоляції або короткому замиканні. При попаданні на поверхню із залишками технічних рідин вони можуть призвести до займання.

2. Аварія, в результаті якої порушується цілісність проводки і герметичність різних трубок або ємностей обладнання. У слідстві чого технічні рідини або пальне можуть потрапити на відкриті проводи.

3. Використання горючих рідин для видалення бруду з деталей бетонозмішувача.

Пожежа в районі бетонозмішувача, як правило, починається непомітно. Від моменту тління до займання може пройти кілька хвилин. Таким чином, до появи характерних ознак (запаху і диму) виявити проблему практично неможливо. За цей час пожежа може досягти розмірів, коли річний вогнегасник виявиться безсилий.

Залежно від причини загорання, час, коли полум'я охопить територію біля бетонозмішувача, може зайняти від декількох секунд до 2-3 хвилин. За 10 хвилин повністю згорає легковий автомобіль. Тому сподіватися на приїзд

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									70
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

пожежного розрахунку, особливо, якщо ви знаходитесь далеко від міста, не варто. Єдиний шанс врятувати обладнання – це постаратися самому загасити його. Для цього у машиніста повинен бути під рукою персональний вогнегасник.

бетонозмішувач, крім металевоїрами, являє собою сукупність різних легкозаймистих рідин і матеріалів та електричну систему, що знаходиться під напругою. Для гасіння пожеж такого роду необхідний спеціальний вогнегасний склад, здатний зупинити процес горіння.

Призначення вогнегасників.

Залежно від типу зарядженого вогнегасної речовини вогнегасники використовуються для гасіння пожеж наступних класів:

Класи пожеж:

A горіння твердих речовин;

B горіння рідких речовин;

C горіння газоподібних речовин;

D горіння металу і металомістких речовин;

E гасіння речовин, які знаходяться під електричною напругою.

Таким чином вогнегасника необхідно вибрати той, чий тип відповідає класам пожежі від *A* до *E*.

Вогнегасники за видом вогнегасних засобів поділяють на рідинні, вуглекислотні, повітряно-пінні, хладонові, порошкові і комбіновані.

Для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, необхідно передбачити вогнегасники вуглекислотного (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) (рис. 6.1) або порошкового (ОП-1, ОП-10А, ОП-250) типу, виконані по ГОСТ 12.4.009-75.

Інв.№ор.	Підпис і дата	Зам.інв.№							Арк.
									71
Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				

Зм.	Кільк	Арк.	№ док	Підп.	Дата				
Розроб.		Гуменюк Д.С.				РОЗРАХУНОК ВІБРАЦІЙНОГО МАЙДАНЧИКА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консульт.								73	73
Керів.		Дедов О.П.					КНУБА МОТП		
Н.Контр.									
Зав. каф.		Назаренко І.І.							

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Назаренко І.І. Вібраційні машини і процеси будівельної індустрії. Навчальний посібник. К.: КНУБА, 2007. 230с.
2. Назаренко І.І. Машини для виробництва будівельних матеріалів.К.: “Віпол”, 1999. 486с.
3. Назаренко І.І. Прикладні задачі теорії вібраційних систем: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Назаренко І. І.. – 2-ге вид. К.: Вид. дім "Слово", 2010. 440 с.
4. Ivan Nazarenko, Viktor Gaidaichuk, Oleg Dedov, Oleksandr Diachenko. Determination of stresses and strains in the shaping structure under spatial load. EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol 6, No 7 (96). P. 13–18.
5. Ivan Nazarenko, Oleg Dedov, Anatoly Svidersky, Serhii Oryshchenko. Experimental studies of forming design at dynamic load. Technology audit and production reserves. 2018. Vol 6, No 1(44). P. 8–13.
6. Нестеренко М. П. Закономірності просторового руху робочого органа вібраційної установки з двома дебалансними віброзбудниками Нестеренко М.П., Нестеренко М. М., Склярєнко Т. О.Збірник наукових праць (Галузеве машинобудування, будівництво). Полтава.: ПолтНТУ. 2005. Вип. 16. С 182–191.
Bathe K.J. Finite Element Procedures. [Text] K.J. Bathe. New-York.: Prentice Hal

Зм.	Кільк	Арк.	№док	Підп.	Дата				
Розроб.		Гуменюк Д.С.				РОЗРАХУНОК ВІБРАЦІЙНОГО МАЙДАНЧИКА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консульт.							74	74	
Керів.		Дедов О.П.					КНУБА МОТІ		
Н.Контр.									
Зав. каф.		Назаренко І.І.							

ДОДАТКИ

