

**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.

“ ” \_\_\_\_\_ 2022 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до дипломного проекту

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

на тему : Розробка універсальної формувальної установки.

Виконав: студент 4 курсу, групи ІЛС  
спеціальності 133 “Прикладна механіка ”

Абоуелсеоуд Мохамед

(прізвище, ім'я та по-батькові)

Керівник Косминський Ігор Владленович

(прізвище та ініціали)

к.т.н., доцент

(вчене звання, науковий ступінь)

м. Київ - 2022 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І  
АРХІТЕКТУРИ

Факультет автоматизації і інформаційних технологій  
Кафедра Машин і обладнання технологічних процесів  
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри МОТП

\_\_\_\_\_/д.т.н., проф. І.І. Назаренко/  
“           ” 2022 року

**З а в д а н н я**  
на дипломний проект студенту

**Абоуелсеуд Мохамед**  
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проекту: Розробка універсальної формувальної установки  
керівники проекту: Косминський Ігор Владленович, кандидат технічних  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчензвання)

наук, доцент.

Затверджені наказом ректора КНУБА № 2224/2 від “ 8” грудня 2021 року.

2. Строк подання студентом проекту 31 травня 2022 року.

3. Вихідні дані до проекту:

Розмір виробу, що формується 0,3 x 0,3 x 0,6 м.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що необхідно розробити): Вступ. Огляд та аналіз існуючих конструкцій подібних машин. Загальні розрахунки. Розрахунки на міцність деталей та вузлів. Техногенна безпека.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Загальний вид машини 1 арк.; креслення робочого обладнання з відповідними перерізами 1-2 арк.; складальні одиниці робочого обладнання 1-2 арк.; креслення деталей 1-2 арк.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Техногенна безпека	к.т.н., доцент Гаркавенко О.М.		

7.Дата видачі завдання 20 грудня 2022 року.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Огляд та аналіз існуючого устаткування. Загальні розрахунки.	22.03.22	25%
2.	Креслення загальних видів. Розробка та розрахунок вузлів.	19.04.22	50%
3.	Розрахунки та робочі креслення деталей.	17.05.22	75%
4.	Техногенна безпека. Рецензування. Попередній захист.	31.05.22	100%

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ Косминський Ігор Владленович, к.т.н., доцент.

## Зміст

ВСТУП. Загальна характеристика роботи -5

Р.1. Огляд та аналіз конструкції пристроїв для утворення дод. тиску на бетонну суміш- 7

Р.2. Розрахунок установки для утворення додаткового тиску на бетонну суміш при ущільненні на віброплощині - 13

Р.3. Техногенна безпека - 33

Список літератури - 44

## ВСТУП

Сучасне будівництво важко уявити без бетону. Це один з найбільш масових будівельних матеріалів, багато в чому визначає рівень розвитку цивілізації. Разом з тим бетон - найскладніший штучний композиційний матеріал, який може володіти абсолютно унікальними властивостями. Він застосовується в самих різних експлуатаційних умовах, гармонійно поєднується з навколишнім середовищем, має необмежену сировинну базу і порівняно низьку вартість. До цього слід додати високу архітектурно-будівельну виразність бетону, порівняльну простоту і доступність технології, можливість широкого використання місцевої сировини і утилізації техногенних відходів при його виготовленні, малу енергоємність, екологічну безпеку і експлуатаційну надійність. Саме тому бетон, без сумніву, залишиться основним конструкційним матеріалом і в недалекому майбутньому.

Будівельна галузь вимагає збільшення ефективності виробництва та якості бетону, що випускається, зокрема отримання високоміцних, швидко затвердіваючих та економічних бетонів. Розв'язання цієї проблеми пов'язано з застосування щільних бетонів з низькими водоцементними співвідношеннями та малою втратою в'язучого. Разом з тим використання жорстких сумішей викликає чисто технологічні проблеми. Тому виникає необхідність у формувальному обладнанні та методах підбору удосконалених режимів ущільнення. Формувальні установки (віброплощадки), які знайшли широке застосування, не завжди дозволяють якісно ущільнювати жорсткі бетонні суміші і та отримувати вироби з рівною поверхнею. Найбільш задовільне та відносно нескладне використання цієї задачі досягається шляхом використання установки для утворення додаткового тиску на бетонну суміш (далі скор. УУДТ). На сьогодні накопичено доволі значний досвід, їх використання на виробництві. Запропоновані рекомендації до визначення величини тиску з врахуванням інтенсивності статичного тиску на одиницю площі суміші, а також формул для розрахунку його раціональної величини.

Доволі часто маємо рекомендації та величини тиску які значно розходяться.

Тому дослідження параметрів подібних установок має практичну вагу.

В роботі запропонована конструкція стенду для визначення характеру зміни та кількісних величин сил внутрішнього тертя, вивчення поведінки суміші, що ущільнюється та віброплощадки, а також дослідження роботи УУДТ.

Мета і задачі роботи. Метою роботи є дослідження руху системи “віброплощадка – бетонна суміш – установка для утворення додаткового тиску” та розробка на цій основі розрахунку та проектування конструкції для проведення лабораторних досліджень.

Для досягнення означеної мети передбачає вирішення наступних задач:

- виконати системний аналіз стану проблеми;
- виконати спроектувати та розрахувати конструкцію для проведення лабораторних досліджень з використанням установки для утворення додаткового тиску.

# 1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ УТВОРЕННЯ ДОДАТКОВОГО ТИСКУ НА БЕТОННУ СУМІШ

## 1.1. Обґрунтування і аналіз поверхневої обробки при використанні установки для утворення додаткового тиску на бетонну суміш.

Відомо, що формування залізобетонних виробів з малорухомих та жорстких бетонних сумішей їх ущільнення здійснюється вібрацією або вібрацією у сполучі зі статичним тиском. Ущільнення бетонної суміші та надання виробу закінченої форми – формування є особливим етапом виробництва залізобетонних виробів.

Ступінь ущільнення бетонної суміші залежить від режиму вібрування, його інтенсивності та тривалості, а також від того, наскільки прийняті параметри вібрації відповідають характеристиці середовища, що ущільнюється, конфігурації та розмірам виробу [1].

Розрізняють, в залежності від способу прикладання збудника коливань до бетонної суміші: об'ємне, поверхневе, внутрішнє та зовнішнє вібрування. Досить часто ці види вібрування застосовують у різних сполуках один з одним.

Найбільш поширеним на виробництві - об'ємне віброформування, при якому (у відповідності до визначення) вібрація передається одночасно всьому об'єму виробу, який формується [1]. Ефект об'ємного віброформування забезпечується встановленням форми з бетонною сумішшю на віброплощадках.

Основний недолік такого виду віброформування залучення до коливального руху, окрім бетонної суміші, великої маси металевої форми та частин віброплощадки. А це збільшення потужності двигунів, створення складності для стабільного режиму коливань виробу, який формується з однаковими амплітудами у різних точках.

На виробництві збірного залізобетону іноді застосовують віброплощадки рамної та блочної конструкції. За траєкторією

коливального руху відрізняють машини з коловими еліптичними, напрямленими, багатоконпонентними низькочастотними та коловими коливаннями.

Застосування віброплощадок з коловими еліптичними коливаннями є ефективним при виготовленні ригелів, балок, паль, опор ліній електропередач і тощо.

Роздивляючись особливості віброплощадок рамної та блочної конструкції з напрямленими коливаннями відзначимо, що коливання виникають при синхронному обертанні спарених валів із дебаланснимвіброзбуджувачем, які мають однакову кутову швидкість.

Перевага блочних віброплощадок полягає у тому, що різні за вантажопідйомністю та за формою вони монтуються з уніфікованих складальних одиниць, що зменшує номенклатуру запасних частин, спрощує їх експлуатацію та ремонт. До недоліків таких машин слід віднести конструктивну складність, пов'язану з великою кількістю пружних опор, віброзбуджувачів, карданних валів, які потребують досить високої точності й трудомісткості монтажу, постійного контролю за станом багаточисельних з'єднань.

Якість віброущільнення бетонної суміші певної рухомості залежить від способу та режиму вібрування..

Зі збільшенням водоцементного відношення покращується укладання суміші, тобто зменшується в'язкість. Однак як більша, так і менша в'язкість погіршує властивості бетонної суміші, викликаючи розшарування, що свідчить про недостатню кількість вологи.

На існуючому сьогодні обладнанні не завжди можливо отримання щільного укладання бетонної суміші з  $V/C = 0,4$ . Виняток складають вироби, які виготовляють зі застосуванням УУДТ, наприклад, багатопустотні плити, а також вироби, які виготовлені методом вібропресування: тротуарні плити, бортовий камінь, тощо.

Для досягнення найбільшої щільності бетону при максимальному зниженні  $V/C$ , на погляд багатьох дослідників, слід застосовувати ефективні методи ущільнення бетонної суміші, такі, як пресування та

вібрація в сполученні із утворенням додаткового тиску на поверхню виробу.

Згідно отриманих даних з роботи, добова міцність зразків, що ущільнюються вібрацією із утворенням додаткового тиску на поверхню виробу на 130...200 % вище міцності зразків, які ущільнюються пресуванням. При цьому значно збільшується й міцність на згин. Більш щільні контакти між частинками та високий ступінь ущільнення суміші зі змістом дрібних фракцій складових, які обумовлюють розвиток молекулярних сил зчеплення.. Сьогодні така технологія активно застосовується при формуванні стінових каменів [] (величина тиску 5...10 кПа, жорсткість суміші 40..50 с), що забезпечує збільшену формотворну міцність каменів та економію цементу.

Поряд із технологічними характеристиками суміші на якісні показники впливають чинники пов'язані з режимом вібрування – амплітуда та частота коливань.

Застосування УУДТ, як встановлено в роботах[], зменшує в 2...4 рази тривалість ущільнення жорстких бетонних сумішей, покращує рівномірність ущільнення, перешкоджає розшаруванню суміші.

Ступінь, а так само і якість ущільнення бетонної суміші залежить як від характеристик середовища, так і від режиму вібрування, який задається механізмом, що повторює в плані форму виробу. Для додаткової силової дії на поверхню виробу який формується, застосовують УУДТ, які за конструктивними особливостями дуже різні.

## 1.2 Особливості конструкцій УУДТ

УУДТ повторює в плані форму виробу, який застосовують для додаткової силової дії на поверхню виробу, що формується. Ця дія реалізується за допомогою тиску чи сполукою тиску з вібрацією або ударом.

Ґрунтуючись на рекомендаціях багатьох дослідників[] треба констатувати переваги використання УУДТ:

1. Зменшення тривалості в 2 – 4 рази формування жорстких сумішей.
2. Покращення рівномірності ущільнення.
3. Підвищення якості поверхні виробів.
4. Запобігання розшаруванню сумішей на легких та особливо важких заповнювачах.
5. Ліквідація обертання зерен великого заповнювача та розтріскування поверхні.

Розрізняють, в залежності від природи утворення додаткової дії, два основних види УУДТ: активні та пасивні.

До пасивних відносять ( рис. 1) пневматичні, гравітаційні, підресорені, з пневматичними або гідравлічним натисканням.

Активними вважаються установки, які мають в своїй конструкції джерело вібраційної дії. При цьому, рух самої установки може бути безвідривним або відривним – ударний.

За конструктивними особливостями пасивні установки поділяють на дві основні групи: інерційні та безінерційні.

Інерційні - являють собою масивну конструкцію, яка створює тиск на всю поверхню виробу за рахунок власної маси. Як найбільш прості, за конструкцією такого типу використовують досить широко.

Застосування інерційної установки передбачено в багатьох пристроях для виготовлення виробів різних конфігурацій із будівельних сумішей[]. Конструкції цих пристроїв відрізняються лише вдосконаленнями окремих деталей приводів пересування, підіймання та

опускання УУДТ тощо.

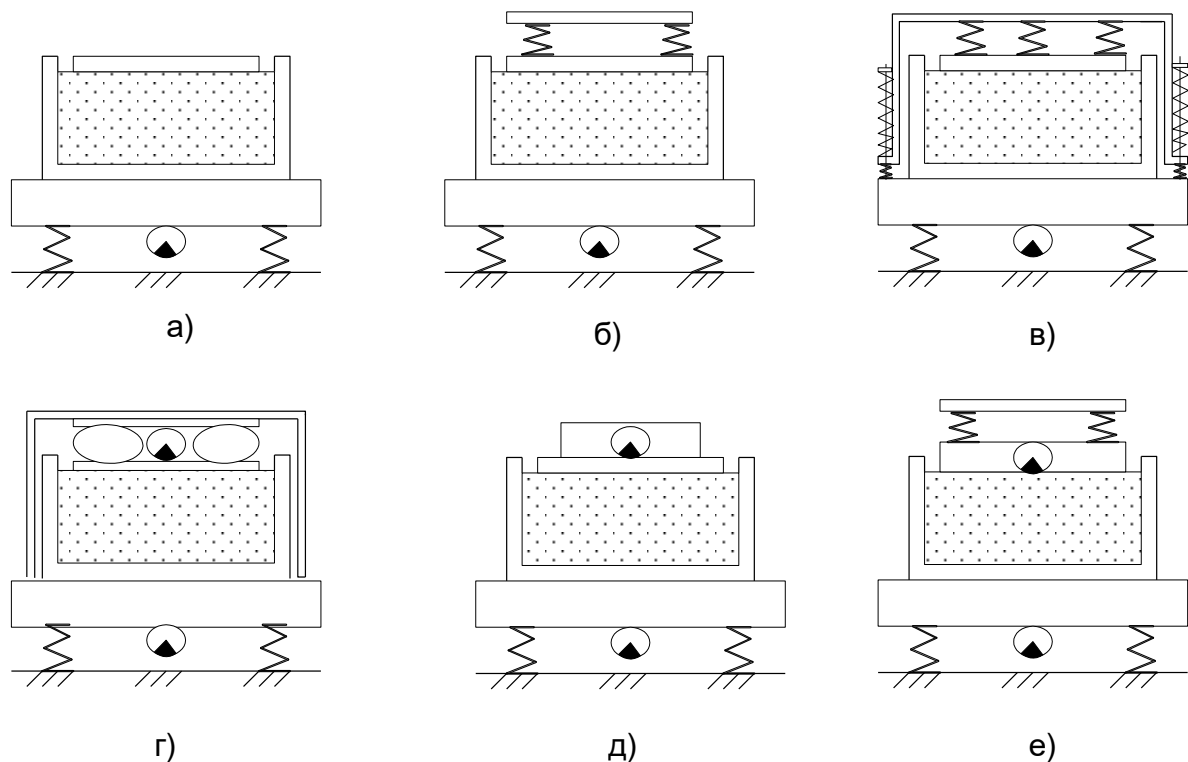


Рис. 1 Види УУДТ:

а, б, в – пасивних; г, д, е – активних []

Практично у всіх установках використовують інерційну УУДТ при формуванні багатопустотних панелей []. Для таких виробів УУДТ являє собою масивну зварну раму, на якій встановлено чотири захвати, які керуються пневматичними циліндрами.

Таким чином, порівнявши конструкції вібраційних УУДТ, необхідно відзначити, що за допомогою цих механізмів можливим є вплив на суміш за допомогою різних частот або одночасний двохчастотний, що не можливо при застосуванні інших видів подібних установок. У випадку застосування вібраційної УУДТ не потрібно утворення великого тиску на поверхню виробу.[]

Завершуючи аналіз типів УУДТ можна зробити наступні висновки:

1. При формуванні жорстких бетонних суміш переваги застосування УУДТ й не викликають сумнівів[].

2. В інерційних УУДТ основною перевагою є простота конструкції

й застосування. Неправильно підібрана маса не забезпечує процес ущільнення; перевищення маси блокує виділення надлишкового повітря із суміші, що ущільнюється.

3. При використанні безінерційних УУДТ основний тиск на шар суміші утворюється додатковою масою, яка не приймає участь у коливаннях системи, але рух цієї маси забезпечується опосередковано через пружні елементи. Разом із тим, ці механізми відрізняються збільшеною металоємкістю конструкцій та необхідністю регулювання величини тиску в залежності від властивостей суміші та геометрії виробу, або заміни пружних елементів.

4. Перевагою використання пневматичних УУДТ при умові безвідривного руху є можливість безперервного регулювання тиску в процесі формування, тим самим забезпечення раціонального режиму ущільнення, знижена матеріалоємність та підвищення якості продукції

5. За допомогою вібраційних установок можливо здійснювати одночасно двохчастотний або різночастотний вплив на суміш, що не можливо при застосуванні інших видів подібних установок.

## РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК УСТАНОВКИ ДЛЯ УТВОРЕННЯ ДОДАТКОВОГО ТИСКУ НА БЕТОННУ СУМІШ ПРИБИ УЩІЛЬНЕННІ НА ВІБРОПЛОЩАДЦІ

### 2.1 Розрахунок віброблоку

#### Вихідні дані:

Потрібно визначити основні параметри віброблоку для формування бетонного виробу: довжиною  $l = 0,3$  м, шириною  $b = 0,3$  м, висотою  $h = 0,6$  м. Виріб формується з помірно жорсткої бетонної суміші щільністю  $\rho = 2400$  кг/м<sup>3</sup>. Необхідна амплітуда переміщень робочого органа  $x_0 = 5 \times 10^{-3}$  м, кутова частота коливань  $\omega = 157$  рад/с.

#### 1. Вибір конструктивної схеми віброплощадки.

Обираємо площадку відповідно до вихідних даних. А конструкцію установки для утворення додаткового тиску вибираємо відповідно з умов проведення досліджень та проведених розрахунків віброблоку.

#### 2. Визначення мас системи, що коливаються.

Маса бетонної суміші:

$$m_6 = \rho V \quad (1)$$

де  $\rho$  – густина бетонної суміші ( $\rho = 2400$  кг/м<sup>3</sup>),

$V$  – об'єм форми.

$$V = lbh \quad (2)$$

де  $l$  – довжина форми,

$b$  – ширина форми,

$h$  – висота форми.

$$V = 0,3 \times 0,3 \times 0,6 = 0,054 \text{ м}^3$$

$$m_{\text{г}} = 2400 \times 0,054 = 129,6 = 130 \text{ кг}$$

Маса форми

$$m_{\text{ф}} = (0,6 \dots 1,0) m_{\text{г}}$$

$$m_{\text{ф}} = 0,8 \times 130 = 104 \text{ кг} \quad (3)$$

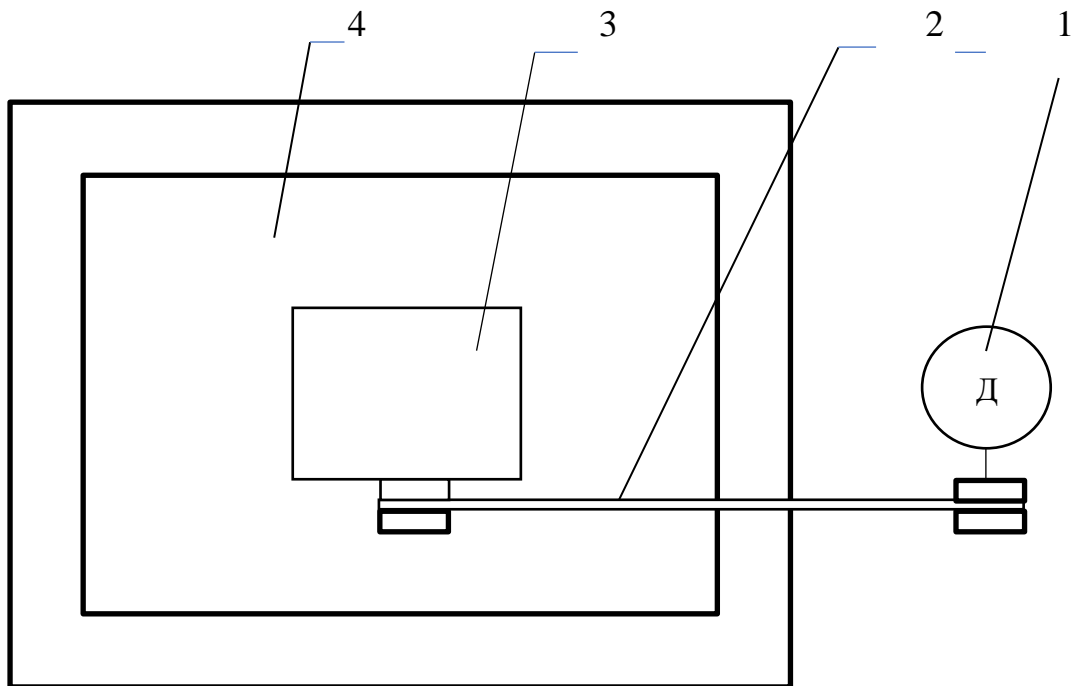


Рисунок 2 Схема установки для утворення додаткового тиску

1- двигун, 2 – клинопасова передача, 3 – віброблок, 4 – установки для утворення додаткового тиску

Маса частин віброплощадки, що коливаються

$$m_{\text{в}} = 0,25(m_{\text{г}} + m_{\text{ф}})$$

$$m_B = 0,25(104 + 130) = 58,5\text{кг} \quad (4)$$

Повна маса, що коливається

$$m_{\text{повн}} = (m + m_G) \quad (5)$$

де  $m = (m_B + m_G)$

$$m = (58,5 + 104) = 162,5\text{кг}$$

$$m_{\text{повн}} = (162,5 + 130) = 292,5\text{кг}$$

3. Забезпечення необхідного режиму коливань.

Віброплощадка являє собою одномасну систему. Тоді для виконання умов санітарно-гієнічних норм та забезпечення за резонансного режиму коливань сумарна жорсткість пружних опор визначається за формулою:

$$c_0 = \omega_0^2 m_{\text{повн}} \quad (6)$$

де  $\frac{\omega}{\omega_0} = 7 \dots 10$  – умова віброізоляції,

$$\text{тоді} \quad \omega_0 = 157/9 = 17,44\text{рад/с}$$

$$c_0 = 17,44^2 \times 292,5 = 89010,27 \text{ Н/м}$$

Саме за цієї добуткової жорсткості пружних опор буде забезпечений заданий режим роботи.

4. Визначення загального статичного моменту маси дебалансів

Обирається вихідна розрахункова залежність для статичного моменту маси дебалансів. За для цього необхідно визначити співвідношення мас  $m_G/m$ .

Співвідношення мас  $m_G/m$

$$m_G/m = \frac{129,6}{162,5} = 0,79 \quad (7)$$

Відповідно, ми можемо використовувати табл.3.5 «Числовые значения коэффициента динамичности  $\mu$ » (Чубук Ю.Ф., Назаренко И.И., Гарнец В.Н. Вибрационные машины для уплотнения бетонных смесей).

З таблиці беремо співвідношення  $m_6/m$  для помірно жорсткої суміші  $\mu=1,36$ .

Тоді загальний статичний момент мас дебалансів визначаємо за формулою:

$$m_0 r_0 = x_0 m / \mu \quad (8)$$

де  $x_0$  – амплітуда переміщень робочого органа,

$\mu$  – коефіцієнт динамічності;

$$m_0 r_0 = 5 \times 10^{-3} \times 162,5 / 1,36 = 0,59 \text{ кг х м}$$

5. Визначення статичного момента та конструктивних мас дебалансу

Статичний момент маси одного дебалансу визначається в залежності від загального статичного момента маси дебалансів  $m_0 r_0$  та прийнятного числа дебалансів  $n_{дб} = 4$

$$m_{01} r_{01} = m_0 r_0 / n_{дб} \quad (9)$$

$$m_{01} r_{01} = 0,59 / 4 = 0,14 \text{ кг х м}$$

### Конструктивна схема дебалансу

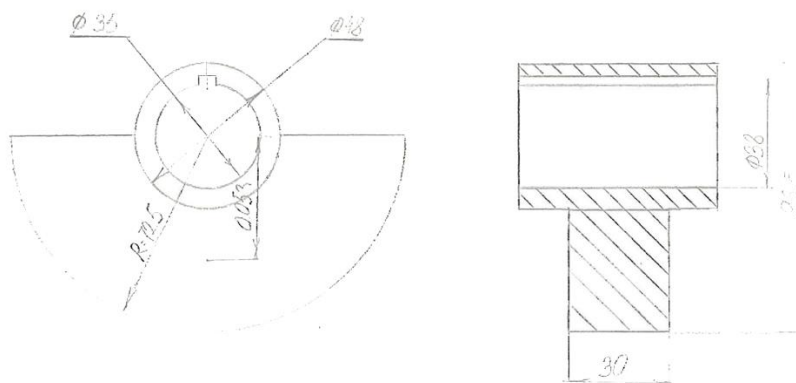


Рис. 3 Дебаланс

6. Визначення вимушуючої сили.

$$F_0 = m_0 r_0 \omega^2 = 14725,9 \text{ Н} \quad (10)$$

де  $\omega$  – кутова частота коливань

Виконуючи розрахунок валів віброблоку та вибору для них вальниць визначаємо навантаження від вимушуючи сил кожного дебалансу

$$F_{01} = m_{01}r_{01}\omega^2 \quad (11)$$

де  $m_{01}r_{01}$  – статичний момент одного дебалансу.

$$F_{01} = 0,14 \times 157^2 = 3450,86 \text{ Н}$$

## 7. Вибір конструкції опор та розрахунок пружин.

Розраховуємо жорсткість пружин. Знаходимо жорсткість одного комплекту пружиню.

$$c_1 = c_0/n_{\text{пр}} \quad (12)$$

де  $n_{\text{пр}}$  – кількість комплектів пружин.

$$c_1 = 89010,27/4 = 22252,5 \text{ Н/м}$$

Жорсткість пружин визначаємо за залежністю:

$$c_H = c_1 - c_B \quad (13)$$

де  $c_B$  – жорсткість верхньої пружини.

$$c_H = 22252,56 - 5563,14 = 16689,42 \text{ Н/м}$$

$$\text{верхньої } c_B = 1/4 \times c_1 = 0,25 \times 22252,56 = 5563,14 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

За співвідношенням жорсткостей нижньої та верхньої пружин встановлюється, що їх співвідношення дорівнює 3.

Обираємо конструктивну схему пружної опори. найбільш доцільно для даного типу машин схема показана на рис.4 . На віброблоці встановлено чотири комплекти пружин.

Рама робочого органу 3 розміщена між нижньою та верхньою пружинами, які мають відповідно жорсткості  $c_H$  та  $c_B$ . Обидві пружини з'єднані

стяжним болтом 1 і можуть попередньо затягуватись гайкою 2. головка болта закріплена на опорній конструкції машини 4. Відрив конструкції, яка коливається 3 від пружних опор неприпустимо тому що, в такому випадку порушується режим коливань. Оскільки УУДТ працює в зарезонансному режимі, в момент пуску та зупинці вона обов'язково проходить через резонанс, і саме в ці моменти амплітуда досягає свого максимального значення.

Визначення діаметра пружин та кількості витків пружини. задаємося діаметром прутка та середнім діаметром пружини за умови  $D/d \gg 4$ , можна визначити із формули

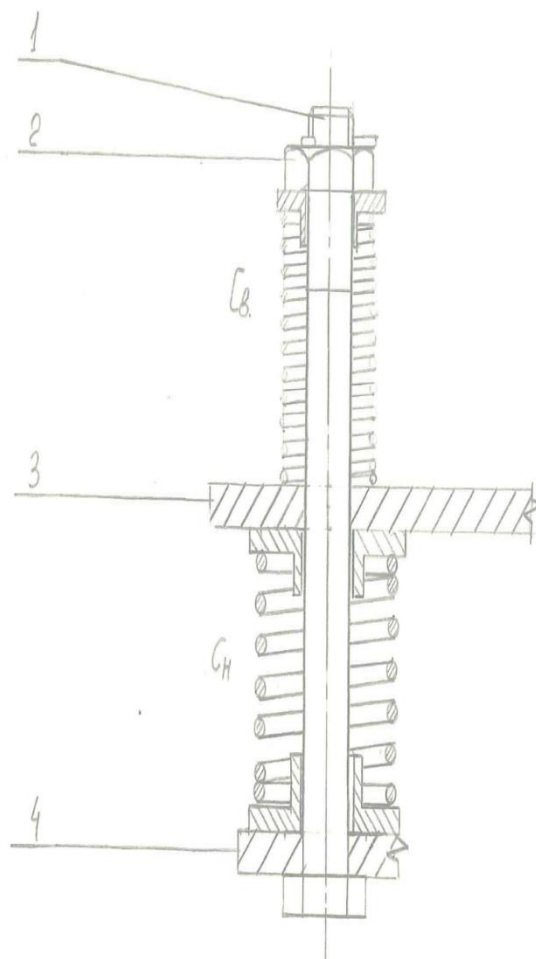


Рис.4 Конструкція пружної опори  
число робочих витків  $n$ .

Приймаємо, що діаметр прутка пружини 4 мм тоді середній діаметр пружини  $D$ :

$$D = d \times 5 = 4 \times 5 = 20 \text{ мм} \quad (15)$$

Число робочих витків  $n$

$$n = \frac{G \times d^4}{G_1 \times 8 \times D^3} \quad (16)$$

де  $G = 8 \times 10^{10}$  Па – модуль зсуву;

$D$  – середній діаметр пружини, м;

$d$  – діаметр прутка, м.

$$n = \frac{8 \times 10^{10} \times 0,004^4}{22252,5 \times 8 \times 0,02^3} = 14,36 \approx 14$$

### 8. Розрахунок діаметра вала

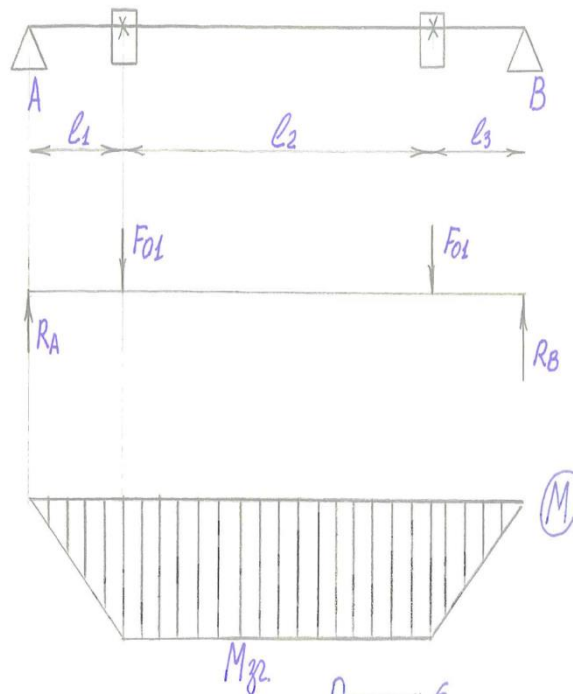


Рис. 5 Розрахунок вала

$$l_1 = l_3 = 56 \text{ мм}$$

$$l_2 = 307 \text{ мм}$$

$$M_{3r} = F_0 l_1 = 3450,86 \times 0,056 = 193,24 \text{ Н} \times \text{м} \quad (17)$$

Розрахунок діаметра вала

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{3г} \times 10}{[\sigma]}} \quad (18)$$

де  $[\sigma]$  – 90...130 МПа

$$d = \sqrt[3]{\frac{193,24 \times 10}{100 \times 10^6}} = 0,035 \text{ м}$$

Отже приймаємо діаметр валів 35 мм.

9. Визначаємо динамічну вантажопідйомність.

$$C = P_e \left( \frac{60 \times n \times L_h}{10^6} \right) \quad (19)$$

де  $L_h$  – довговічність (5000 годин);

$$P_e = F_{01} k_6;$$

де  $k_6$  – коефіцієнт безпеки (2)

$$P_e = 3450 \times 2 = 6900 \text{ Н} \quad (20)$$

$$n = \frac{30 \times \omega}{\pi} = 30 \times 157 / 3,14 = 1500 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (21)$$

$$C = 6900 \times \left( \frac{60 \times 1500 \times 5000}{10^6} \right) = 28650 \text{ Н}$$

Обираємо вальницю

$$d = 35 \text{ мм } D = 72 \text{ мм } B = 17 \text{ мм } C = 30000 \text{ Н}$$

10. Розрахунок дебалансу.

Конструктивну схему дебалансу приймаємо у вигляді кільцевого сектора. Значення радіуса приймаємо наступним  $R = 0,72 \text{ м}$ ,  $r = 0,048 \text{ м}$ , кут  $\alpha = 180^\circ$ .

Параметри дебалансу.

Площа дебалансу

$$S = \alpha(\text{рад}) \times (R^2 - r^2) \quad (22)$$

де  $\alpha$  (рад) = 3,14

$$S = 3,14 \times (0,145^2 - 0,048^2) = 0,058 \text{ м}^2$$

Ексцентриситет

$$r_{01} = \frac{2}{3} \times \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} = \frac{2}{3} \times \frac{0,725^3 - 0,048^3}{0,725^2 - 0,048^2} = 0,107 \text{ м} \quad (23)$$

Маса дебалансу

$$m_{01} = \frac{m_{01} \times r_{01}}{r_{01}} = \frac{0,14}{0,107} = 1,3 \text{ кг} \quad (24)$$

11. Визначаємо потужність привода вібраційної установки для утворення додаткового тиску.

Потужність на коливання

$$\max P_{\text{cp}} = \frac{1}{4} \times F_0 \times x_6 \times \omega \quad (25)$$

звідки

$$x_6 = \frac{m_0 r_0}{m_6 a_1 + m} \quad (26)$$

$$\max P_{\text{cp}} = \frac{1}{4} \times 14725,9 \times 2,5 \times 10^3 \times 157 = 1155,9 \text{ Вт}$$

Потужність на тертя в вузлах вальниць площадки визначаємо за формулою , в якій для попередніх розрахунків можна прийняти діаметр шийки вала  $d = 0,035$  м, а умовним коефіцієнт тертя для вальниць  $\mu = 0,008$

$$P_1 = \frac{1}{2} \times F_0 \times \mu \times d_{\text{ц}} \times \omega = \frac{1}{2} \times 14725,9 \times 0,008 \times 0,035 \times 157 = 4045 \text{ Вт}$$

(27)

Потужність привода з врахуванням ККД

$$P_{\text{ср}} = \frac{\max P_{\text{ср}} + P_{\text{т}}}{0,9} = \frac{1155,9 + 404,5}{0,9} = 1733 \text{ Вт}$$

(28)

де 0,9 ККД привода

Отже обираємо двигун 4A90L4Y3

Потужність двигуна 2,2 кВт

Частота обертання 1500 обертів за хвилину

Пусковий момент

максимальний - 2,2

номінальний – 1,6

початку пуску – 20

### 3.2 Розрахунок механізму підйому УУДТ

Вихідні дані:

Вантажопідйомність  $Q = 200$  кг

Швидкість підйому  $v = 0,22$  м/с

Висота підйому  $H = 1,7$  м

**Розрахунок механізму.**

1. Кінематична схема механізму підйому УУДТ.

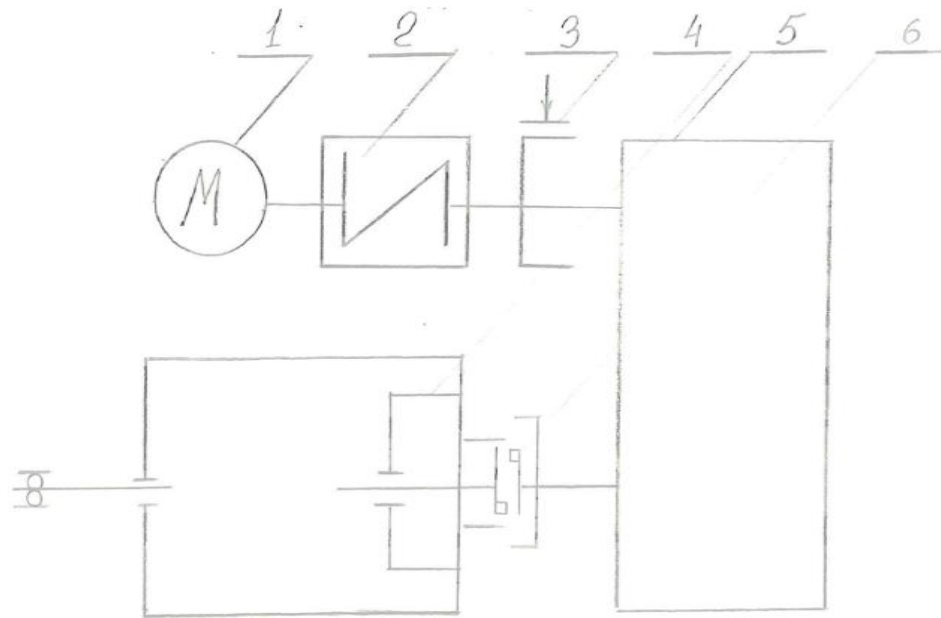


Рис.6 Схема механізму підйому

1- двигун; 2 - МПВП; 3 – гальмо; 4 – барабан; 5 – редуктор; 6 – зубчаста передача.

2. Схема запасовки канату.

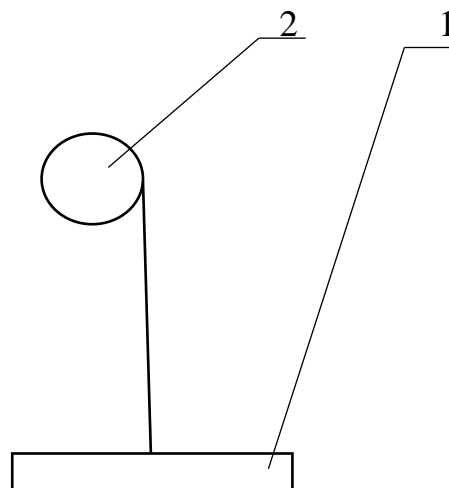


Рис.6 Запасовка канату

1 – установка для утворення додаткового тиску; 2 – барабан.

3. Вага вантажу, що підіймається:

$$G = Q \times g \quad (29)$$

де  $Q$  – вантажопідйомність;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $9,81 \text{ м/с}^2$

$$G = 0,2 \times 9,81 = 1,962 \text{ кН}$$

4. Найбільше розривне зусилля в канаті:

$$S = \frac{G}{m \times \eta} \quad (30)$$

$m$  – кратність поліспасту, 1;

$\eta$  – ККД канатно – блочної системи, 0,98.

$$S = \frac{1,962}{1 \times 0,98} = 2000 \text{ Н} = 2 \text{ кН}$$

5. Потрібне розривне зусилля в канаті:

$$S_{\text{роз}} = S \times n \quad (31)$$

де  $n$  – запас міцності, для режиму роботи 2М коефіцієнт  $n$  приймаємо –

5.

$$S_{\text{роз}} = 2 \times 5 = 10 \text{ кН}$$

6. Обираємо тип канату.

За таблицею Д4 ( Станевський В.П. « Розрахунок кранових механізмів», Київ, 1994) обираємо канат подвійної завивки типу ЛК-Р 6х19 дротів з одним органічним осердям  $d = 6.9 \text{ мм}$ , розривне зусилля якого за маркувальній групі 1568 МПа становить 24 кН.

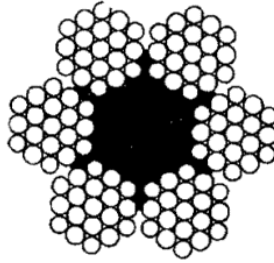


Рис. 8 Поздовжній переріз канату ЛК-Р 6х19

7. Визначаємо мінімальний припустимий діаметр блоків та барабана.

Мінімальний діаметр блока та барабана:

$$D_{\min} = d(e - 1) \quad (32)$$

де  $d$  – діаметр канату;

$e$  – коефіцієнт вибираємо за таблицею Д.5, відповідно - 18.

$$D_{\min} = 6,9(18 - 1) = 117,3 \text{ мм}$$

Згідно

з

посиланням

<http://www.leonorm.com/portal/Default.php?Page=stlist&ObjId=281&CatId=6&code=&TableNum=2> з ряду нормальних лінійних розмірів обираємо діаметр блока  $D_{\text{бл}} = 125 \text{ мм}$ .

8. Визначаємо основні розміри барабана.

Діаметр барабана в першому наближенні визначаємо також з ряду нормальних лінійних розмірів:  $D = 185 \text{ мм}$ .

Кількість витків нарізки барабана:

$$Z = \frac{H_{\max} \times m}{\pi \times D_c} + Z_3 + Z_k \quad (33)$$

де  $m$  – кратність поліспасти;

$Z_3 = 2$  – число запасних витків;

$Z_k = 1$  – число витків для кріплення канату притискною планкою;

$D_c$  – середній діаметр канату на барабані:

$$D_c = D + d = 160 + 8,9 = 176,9 = 0,1769 \text{ м} \quad (34)$$

$H_c = H$  – можлива висота підйому, відповідно 1,8 м.

$$Z = \frac{1,8 \times 1}{3,14 \times 0,1769} + 2 + 1 = 6,24 \quad (35)$$

Знаючи кількість витків на барабані та крок витків на барабані знаходимо довжину нарізної частини барабана.

$$L_{\text{нар}} = z \times t \quad (36)$$

де  $t$  – крок нарізки барабана, відповідно 7,59.

$$L_{\text{нар}} = 6,24 \times 7,59 = 47,36$$

Співвідношення  $L_{\text{нар}}/D = 47,36/160 = 0,29 < 3$  отже барабан короткий.

10. Розрахункова потужність двигуна:

$$N = \frac{G \times v}{\eta_3} \quad (37)$$

де  $\eta_3$  – загальний ККД механізму.

$$\eta_3 = \eta_{\text{кб}} \times \eta_6 \times \eta_{\text{л}} \quad (38)$$

де  $\eta_6$  – ККД барабану, відповідно 0,98;

$\eta_{\text{л}}$  – ККД двохступеневого редуктора, відповідно 0,93.

$$\eta_3 = 0,98 \times 0,98 \times 0,93 = 0,89$$

$$N = \frac{1,962 \times 0,22}{0,89} = 0,48 \text{ кВт}$$

11. За каталогом електродвигунів обираємо електродвигун з фазним ротором 4А80В8У3 з наступними характеристиками:

потужність – 0,55 кВт,

частота обертання – 750 об/хв.,

максимальний момент двигуна - 190 Н,

момент інерції ротора – 0,027 кг х м<sup>2</sup>

Кутова швидкість вала двигуна:

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{\pi \times n_{\text{дв}}}{30} \quad (39)$$

де  $n_{\text{дв}}$  – частота обертання вала двигуна.

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{3,14 \times 750}{30} = 78,53 \text{ с}^{-1}$$

Номінальний момент:

$$M_{\text{Н}} = \frac{N_{\text{дв}}}{\omega} = \frac{550}{78,53} = 7,00 \text{ Н} \times \text{м} \quad (40)$$

Середній пусковий момент двигуна:

$$M_{\text{Г}} = k_{\text{Г}} \times M'_{\text{С}} \quad (41)$$

де  $k_{\text{Г}}$  – коефіцієнт який згідно з вимогами для групи режиму роботи механізму 2М дорівнює 1,5;

$M'_{\text{С}}$  - статичний момент на валу гальмівного шківка, коли вантаж рухається  
вниз:

$$M'_c = \frac{G \times D_c \times \eta_3}{2m \times i_3} \quad (42)$$

де  $i_3$  – загальне передаточне число вантажної лебідки:

$$i_3 = \frac{n_{дв}}{n_б} \quad (43)$$

де  $n_б$  – частота обертання барабана.

$$M'_c = \frac{1962 \times 0,1769 \times 0,85}{2 \times 1 \times 31,57} = 4,67 \text{ Н} \times \text{м} \quad (44)$$

13. Частота обертання барабана:

$$n_б = \frac{60 \times m \times v}{\pi \times D_c} \quad (45)$$

де  $m$  – кратність поліспасти;

$v$  – швидкість підйому установки для утворення додаткового тиску ;

$D_c$  – середній діаметр канату на барабані.

$$n_б = \frac{60 \times 1 \times 0,22}{3,14 \times 0,1769} = 23,75 \text{ хв}^{-1}.$$

За даними таблиці Дю49 обираємо гальмо ТКП-100/200 з гальмівним моментом 32 Н х м та діаметром гальмівного шківa  $D_r = 200$  мм.

14. Перевіряємо електродвигун на тривалість пуску:

$$t_n = \frac{1,2 \times (I_p + I_M) \times \omega_{дв} + \frac{Q \times v^2}{(\omega_{дв} \times \eta_3)}}{M_{пс} - \frac{G \times D_c}{(2 \times m \times i_3 \times \eta_3)}} \quad (46)$$

де  $I_P$  – момент інерції ротора;

$I_M$  – момент інерції муфти;

$M_{ПС}$  – середній пусковий момент двигуна;

$i_3$  – загальне передаточне число вантажної лебідки;

$\eta_3$  - загальний ККД.

$$t_n = \frac{1,2 \times (0,027 + 0,24) \times 78,53 + \frac{200 \times 0,22^2}{(78,53 \times 0,89)}}{7,3 - \frac{1,962 \times 0,1769}{(2 \times 1 \times 31,57 \times 0,89)}} = 5,07 \text{ с}$$

що більше (1...2) с

15. Прискорення пуску:

$$a_n = \frac{v}{t_n} \quad (47)$$

де  $t_n$  – час пуску.

$$a_n = \frac{0,21}{5,07} = 0,043 \text{ м/с}^2$$

16. Перевіряємо вибраний електродвигун на короткочасне перевантаження:

$$M_{дв}^{max} > k_{зм} (M_c + D_{дин}) \quad (48)$$

де  $k_{зм}$  – коефіцієнт запасу за моментом,  $k_{зм} = 1,25$ ;

$M_{дв}^{max}$  – максимальний момент на валу двигуна при підйомі вантажу.

Статичний момент на валу двигуна при підйомі вантажу:

$$M_c = \frac{G \times D_c}{2m \times i_3 \times \eta_3} \quad (49)$$

$$M_c = \frac{1962 \times 0,1769}{2 \times 1 \times 31,69} = 5,49 \text{ Н} \times \text{м}$$

Динамічний момент за тих же самих умов

$$M_{\text{дин}} \frac{1,2(I_p + I_M) \times \omega_{\text{дв}}}{t_n} + \frac{Q \times a_n \times D_c}{2m \times i_3 \times \eta_3} \quad (50)$$

$$M_{\text{дин}} \frac{1,2(0,027 + 0,24) \times 78,53}{5,07} + \frac{1962 \times 0,043 \times 0,1769}{2 \times 21,57 \times 0,89} = 4,61 \text{ Н} \times \text{м}$$

$$13,3 > 1,25 \times (5,59 + 4,61) = 12,65$$

Таким чином, обраний електродвигун витримає перевірку на час пуску на короткочасне перевантаження.

17. Відповідно до передаточного числа  $i_3 = 31,54$  обираємо редуктор. Максимальний обертальний момент на тихохідному валу редуктора:

$$M_T^{\text{max}} = M_{\text{дв}}^{\text{max}} \times i_3 \times \eta_L \quad (51)$$

$$M_T^{\text{max}} = 14 \times 31,54 \times 0,93 = 410,6 \text{ Н} \times \text{м}$$

За даними таблиці Д.51 приймаємо редуктор Ц2 – 300, який має передаточне число  $i_H = 32,4$  і обертальний момент на тихохідному валу при групі режиму роботи 2М 4,3 кН х м (частота обертання швидкохідного вала  $n_{\text{ш}} = 16 \text{ с}^{-1}$ ). Перевіряємо найбільше консольне навантаження на тихохідний вал (табл. Д.52), який для редуктора Ц2 -300 дорівнює 28,5 кН. Для порівняння найбільше зусилля в канаті, яке може передатися на тихохідний вал при розміщенні канату на краю барабана біля редуктора  $S = 2 \text{ кН}$ . Таким чином, редуктор Ц2 – 300 задовольняє, що до навантаження.

18. Для з'єднання вихідного вала редуктора з барабаном застосовує вмонтовану в барабан зубчасту муфту. Розміри кінця тихохідного вала у вигляді зубчастої напівмуфти.

Зубчасту напівмуфту вибираємо за табл. Д.54, а розміри зовнішньої напівмуфти за табл. Д.3.

19. Час гальмування механізму:

$$t_r = \frac{1,2 \times (0,027 + 0,24) \times 78,53 + 200 \times 0,22^2 \times 0,89 / 78,53}{M_r - M_c} = 1,84 \text{ с} \quad (52)$$

Час гальмування перебуває в припустимих межах.

20. Розрахуємо середнє прискорення вантажу при запуску та гальмуванні:

$$a_n = \frac{v}{t_n} = \frac{0,22}{5,07} = 0,043 \text{ с}^{-2} \quad (53)$$

$$a_r = \frac{v}{t_r} = \frac{0,22}{1,84} = 0,11 \text{ с}^{-2}$$

21. Визначаємо шлях, який проходить вантаж:

$$\text{при пуску } S_n = v \times t_n / 2 = 0,22 \times \frac{5,07}{2} = 0,55 \text{ м} \quad (54)$$

$$\text{при гальмуванні } S_r = v \times t_n / 2 = 0,22 \times \frac{1,84}{2} = 0,2 \text{ м} \quad (55)$$

## ПАСПОРТ УСТАНОВКИ

Установка призначена для дослідження роботи установки для утворення додаткового тиску при ущільненні бетонної суміші на віброплощадці.

### Технічна характеристика

Амплітуда коливань віброплощадки та установки для утворення додаткового тиску, м –  $5 \times 10^{-3}$

Кутова частота коливань, рад/с	- 157
Потужність, кВт:	
двигуна приводаустановки для утворення додаткового тиску	- 2,2
двигуна механізму підйому установки для утворення додаткового тиску	- 0,55
Частота обертання двигунів, об/хв.;	
Привода установки для утворення додаткового тиску	- 1500
віброплощадки	- 1400
механізму підйомуустановки для утворення додаткового тиску	- 750

Габаритні розміри, мм:

висота	- 2710
довжина	- 1475
ширина	- 800

### 3. Техногенна безпека.

#### 3.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників, що пов'язані з якимось станом об'єкта.

Таблиця 1

#### Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників, що пов'язані з експлуатацією бетоноукладаючого комплексу

Чинник	Джерело	Кількісна оцінка чинника	Норматив
Шкідливі виробничі чинники			
Шум	Робота віброплощадки	Менше 80 Дб для промисловості	ДСТУ ГОСТ 31170:2006
Вібрація		Амплітуда 0,5 мм	
Мікроклімат на робочому місці	Відкритий майданчик	Відносна вологість 70 відсотків, температура 18...20 градусів Цельсія	ДБН 3.3.6.042 - 1999
Запиленість	Будівельні матеріали	ЛДК – 4 мг на метр кубічний	ДСТУ 2456 -94
Психофізіологічний	Відповідальність за життя людей у зоні роботи дробарок	Збереження обладнання	
Електричний струм	Електродроти машини та інші.	Сила струму, час дії на організм людини	ДСТУ Б А.2.4 - 24:2008

В процесі роботи на установці оператор та люди, що знаходяться в зоні дії машини наражаються на дію небезпечних і шкідливих чинників.

Під небезпечними виробничими чинниками розуміється дія небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Під небезпечними виробничими чинниками розуміється дія на людину, яка в певних умовах призведе до травми або різкого погіршення здоров'я.

Під шкідливими виробничими чинниками розуміється дія на людину, що призведе в певних умовах до професійного захворювання або зниження працездатності.

Місця над і біля яких відбувається процес дроблення гірських порід, а також зона праці людей біля об'єкту відноситься до зон стало діючих небезпечних виробничих чинників.

Далі розглянемо деякі з цих чинників:

повітря робочої зони;

робота, яка виконується робочими, відноситься до роботи середньої важкості (енерговитрати 80 Дж/год);

Згідно з ДБН 3.3.6.042-99 оптимально температура повітря дорівнює 17 ...23 °С. В холодний період року температура забезпечується системою повітряного опалення. Вентиляція в цеху по способу переміщення є природною.

За методом дії – загальною.

Вібрація та шум .

В робочому приміщенні шум викликають наступні чинники:

робота електроприводу;

робота підшипників;

зношені деталі та вузли;

металеві конструкції огорожі та інше.

Шум на виробництві спричиняє велику шкоду, впливаючи на організм людини, що спричиняє зниження продуктивності праці. За ДБН 3.3.6.037-99 шум не повинен перевищувати 80 Дб.

Значне послаблення шуму можна отримати завдяки якісному монтажу отриманих вузлів машини, динамічному балансуванню та своєчасному проведенню технічних обслуговувань та ремонтів. Для зменшення шуму, який виникає в роботі електроприводу, необхідно застосовувати звукоізоляцію, задля цього привод розміщують в звукоізоляційному кожусі.

Причиною виникнення вібрації при роботі машини і механізмів може бути виникнення не зрівноважених силових систем. В нашому випадку джерелом вібрації є механізм бетоноукладача.

Систематичний вплив загальних вібрацій (з рівнем віброшвидкості більше 108 Дб) може бути причиною вібраційної хвороби – стійких порушень фізіологічних функцій організму, обумовлених дією вібрації на центральну нервову систему людини.

За ДБН 3.3.6.039 – 99 гігієнічна норма вібрації, які діють на людину в виробничих умовах:

Віброшвидкість –  $1,3\text{м/с} * 10^{-2}$ , не більше;

Рівень віброшвидкості – 108 Дб, не більше.

Для зменшення вібрації при конструюванні машин і проектуванні технологічних процесів перевага повинна віддаватися таким кінематичним та технологічним схемам, за яких динамічні процеси були б зведені до мінімуму. Також для боротьби з вібрацією використовуються: вібродемфування та віброізоляційні матеріали

### **3.2 Пожежна безпека**

При роботі бетоноукладачої установки використовуються матеріали, які не горять.

Виникнення пожежі можливе лише внаслідок загоряння електропроводки(коротке замкнення), неякісне з'єднання дротів, перевантаження тощо.

Виробнича споруда по вибухо- та пожежній безпеці відноситься до категорії В. Ступінь вогнестійкості споруди -1. Протипожежний захист

забезпечується застосуванням засобів пожежогасіння, а також пожежною сигналізацією та організацією евакуації людей. В якості засобів пожежогасіння використовують вуглекислотні вогнегасники марки ОУ – 5 . В процесі експлуатації, монтажу, ремонту обладнання забороняється перекривати та загороджувати проходи і виходи з споруди, доступу до засобів гасіння пожежі. Число виходів для евакуації людей з врахуванням всіх вимог згідно ДБН 1.1.7 – 2002.

### **3.3 Електробезпека**

В умовах експлуатації потужних енергосистем, електричних машин та апаратів та комп'ютеризації виробництва важливого значення набуває проблема в електробезпеці — захисті електротехнічного персоналу та інших осіб, які обслуговують електроустаткування від ураження електричним струмом.

60-85% смертельних уражень електричним струмом відбувається в електроустановках напругою до 1000 В (127-380 В).

Безпека людини на виробництві залежить від багатьох факторів і, зокрема, від рівня електробезпеки. Грамотне вирішення проблеми електробезпеки має забезпечувати людині використання електричної енергії в будь-яких умовах без ризику для життя.

Електробезпека - це система організаційних та технічних заходів і засобів, які забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики.

Електричний струм, який проходить крізь живий організм, чинить термічну, електролітичну та біологічну дію. Термічна та електролітична дія властива будь-яким провідникам, а біологічна - тільки живій тканині.

Термічна (теплова) дія струму виявляється в опіках окремих ділянок тіла, нагріванні до високої температури кровоносних судин, нервів, серця, мозку та інших органів, які перебувають на шляху протікання струму, що викликає серйозні функціональні розлади цих органів й організму в цілому.

Електролітична (хімічна) дія струму виражається в розкладі (електролізі) органічних рідин, в тому числі й крові, що супроводжується значними порушеннями їх фізико-хімічного складу.

Біологічна дія струму виявляється в подразненні та збудженні живих тканин організму, а також у порушенні внутрішніх біоелектричних процесів, які протікають у нормально діючому організмі й тісно пов'язані з його життєвими органами.

Подразнювальна біологічна дія на тканини організму може бути прямою, коли струм проходить безпосередньо по цих тканинах, і рефлекторною, тобто дія відбувається через центральну нервову систему, а шлях струму пролягає за межами цих тканин.

Механічна (динамічна) дія струму виявляється в розшаруванні, розриві та інших подібних пошкодженнях різних тканин організму, в тому числі м'язової тканини, стінок кровоносних судин легеневої тканини тощо внаслідок електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари від перенагрітої струмом рідини тканини і крові.

Різноманітність дій електричного струму на організм людини може призвести до різних електротравм, які умовно можна звести до двох видів: місцевих електротравм, коли виникає місцеве пошкодження організму, і загальних електротравм, так званих електричних ударів, коли уражається (або створюється загроза ураження) весь організм через порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем.

Електричний опік - найбільш поширена електротравма. Залежно від умов виникнення розрізняють два основних види опіків: струмовий (або

контактний), який виникає в електроустановках з відносно невеликою напругою - не вище 2 кВ, при проходженні струму безпосередньо крізь тіло людини внаслідок контакту зі струмопровідною частиною. При більш високій напрузі, як правило, утворюється електрична дуга або іскра, яка й спричиняє виникнення опіку другого виду — дугового

Електрометалізація шкіри — проникнення у верхні шари шкіри дрібних частинок металу, що розплавилася під дією електричної дуги. Уражена частина шкіри має жорстку поверхню, колір якої визначається кольором сполуки металу, який потрапив у шкіру. Електрометалізація шкіри не становить небезпеки і з часом зникає, як і електричні знаки.

Електрофтальмія - запалення зовнішньої оболонки ока, роговиці та кон'юнктиви (слизової оболонки, яка покриває очне яблуко), що виникає у разі дії потужного потоку ультрафіолетових променів, які енергійно поглинаються клітинами організму і викликають у них фізичні зміни. Таке можливе при появі електричної дуги - джерела інтенсивного випромінювання не тільки видимого світла, а й ультрафіолетових та інфрачервоних променів. Звичайно хвороба триває кілька днів. У разі ураження рогової оболонки лікування є складнішим і довготривалішим.

Електричний удар - електротравма, зумовлена рефлекторною дією електричного струму (який діє через нервову систему), внаслідок чого починаються спазми м'язів або інших тканин, порушується серцево-судинна діяльність. Залежно від виду ураження електричні удари поділяються на чотири групи (ступеня):

I - спазматичне скорочення м'язів без втрати свідомості;

II - спазматичне скорочення м'язів зі втратою свідомості, але з працюючим серцем та системою дихання;

III - втрата свідомості з порушенням серцевої діяльності або дихання (або того й іншого разом);

IV - клінічна смерть. Відсутність дихання та кровообігу.

Клінічна смерть - короточасний перехідний стан від життя до смерті, який настає з моменту припинення діяльності серця та легенів. У людини, яка перебуває у стадії клінічної смерті, відсутні усі ознаки життя: вона не дихає, серце не працює, больові подразнення не викликають ніякої реакції, зіниці ока дуже розширені й не реагують на світло. Тривалість клінічної смерті визначається з моменту припинення серцевої діяльності та дихання до початку загибелі клітин кори головного мозку, у більшості випадків вона триває 4-6 хвилин. При загибелі здорової людини від випадкової причини, наприклад, від електричного струму, тривалість клінічної смерті може становити 7—8 хвилин, а в разі смерті людини через тяжку хворобу серця, легень тощо лише кілька секунд. Проте якщо в цей період надати постраждалому допомогу, тобто штучним диханням забезпечити збагачення його крові киснем, а непрямим масажем серця налагодити в організмі штучний кровообіг і тим самим забезпечити клітини організму киснем, то розвиток смерті можна буде припинити, а життя повернути.

Біологічна, або істинна, смерть - необоротне явище, яке характеризується зупинкою біологічних процесів у клітинах та тканинах і розкладом білкових структур. Вона починається після закінчення періоду клінічної смерті.

### **3.4 Технічні заходи попередження електротравм при переході напруги на неструмоводні частини електроустановок**

Захисне заземлення застосовують у мережах з напругою до 1000 В з ізолюваною нейтраллю та в мережах, напругою вище 1000 В з будь-яким режимом нейтралі джерела живлення.

Захисне заземлення — це навмисне електричне з'єднання із землею або з її еквівалентом металевих струмопровідних нормально неструмовідних частин, які можуть опинитися під напругою.

Захист від ураження струмом забезпечується шляхом приєднання корпусу до заземлювача, який має малий опір заземлення  $R$  та малий коефіцієнт напруги доторкання  $\alpha$ . Оскільки опір заземлення малий, то основна частина струму замикання на землю пройде саме через нього, а через людину, пройде малий (безпечний) струм. У цьому і полягає суть захисного заземлення. Причому струм, що пройде через людину зменшиться у стільки разів, у скільки опір людини більший за опір заземлення.

Заземлювальним пристроєм називають сукупність конструктивно об'єднаних заземлювальних провідників та заземлювача.

Заземлювач — провідник або сукупність електрично з'єднаних провідників, які перебувають у контакті із землею або її еквівалентом.

Опір захисного заземлення в електроустановках напругою до 1000 В і потужністю понад 100 кВА не повинен перевищувати 4 Ом.

Відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) захисне заземлення потрібно робити: при напрузі змінного струму 380 В і вище та 440 В і вище для постійного струму — у всіх електроустановках; при номінальних напругах змінного струму вище 42 В та постійного струму вище 110 В — лише в електроустановках, що знаходяться у приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних, а також у зовнішніх електроустановках; при будь-якій напрузі змінного та постійного струму — у вибухонебезпечних установках.

Занулення застосовується у чотири провідних мережах, напругою до 1000 В з глухо заземленою нейтраллю.

Занулення — це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих нормально неструмовідних частин, які можуть опинитись під напругою.

Нульовий захисний провідник — це провідник, який з'єднує частини, що підлягають зануленню, з глухо заземленою нейтральною точкою обмотки джерела струму або її еквівалентом.

При зануленні у випадку замикання фазного провідника на корпус електроустановки виникає однофазне коротке замикання, тобто замикання між фазним та нульовим провідниками. Струм короткого замикання, який виникає при цьому, повинен забезпечити спрацювання елементів максимального струмового захисту.

При зануленні надзвичайно важливе значення має правильний вибір запобіжників та автоматичних вимикачів відповідно до величини струму короткого замикання петлі фаза-нуль.

Захисне вимикання — це швидкодіючий захист, який забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки (не більше ніж за 0,2 с) при виникненні в ній небезпеки ураження струмом.

Таблиця 2

Частота октавних полос, Гц	63	125	250	100	2000	4000			8000
$\alpha_{пл}$	0,02	0,08	0,25	0,56			1		

Знаходимо сталу в приміщенні на частотах та записуємо дані до табл. 3

Визначаємо величину очікуємого зниження рівнів звукового тиску в октавних полосах для акустичної обробки приміщення звукопоглинаючих

плит забезпечує зниження рівнів відбитого звуку, а рівні звукового тиску на робочих місцях не перевищує використання припустимих величин.

Таблиця 3

Показники	Середньогометрична частота октавних полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\mu$	0,5		0,55	0,7	1	1,6	3	6
$B_{1000}$ $= k/20$	6,83							
$B = \mu B_{1000}$	3,41		3,75	4,88	6,83	10,93	20,5	41
$\dot{S}$	180							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$B/\dot{S}$	0,018		0,02	0,026	0,037	0,06	0,11	0,22
$B/\dot{S} + 1$	1,018		0,02	0,026	1,037	1,06	1,11	1,22
$A = \frac{B}{B/\dot{S} + 1}$	3,34		3,67	4,65	4,58	10,31	18,46	33,6
$\alpha$ $= B/(B + 1)$	0,018		0,02	0,06	0,037	0,06	0,11	0,22
$\Delta A = \alpha S_{обл}$	2,43		2,7	3,51	4,99	8,1	14,85	29,7
$A_1$ $= \alpha(\dot{S} - S_{обл})$	0,81		0,9	1,17	1,66	2,7	4,95	9,9
$A_1 + \Delta A$	3,24		3,6	4,68	6,65	10,8	19,8	39,6
$\alpha_1$ $= \frac{(A_1 + \Delta A)}{\dot{S}}$	0,018		0,02	0,026	0,037	0,06	0,11	0,22
$1 - \alpha_1$	0,982		0,98	0,974	0,963	0,94	0,89	0,78

$B_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{(1 - \alpha_1)}$	3,29	3,67	4,8	6,9	11,48	22,24	50,76
$B_1/B$	0,96	0,97	1	1,01	1,05	1,08	1,23
$\Delta L = 10 \lg B_1/B$	-0,17	-0,13	0	0,043	0,23	0,33	0,89

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ахвердов И. Н.. Основы физики бетона. Москва : Стройиздат, 1981. 464 с.
2. ДСТУ Б В.2.7- 213:2009. Будівельні матеріали Бетони хімічно стійкі. Методи випробувань [Чинний від 01.09.2010]. Укрархбудінформ. Київ, 2010. 190 с. (Інформація та документація).
3. Гусев Б.В., Зазимко В.Г. .Вибрационная технология бетона.Київ,: Будівельник, 1991 157 с.
4. Давиденко Ю.О. Розробка та дослідження керованої віброплощадки для ущільнення легких бетонів: автореф. дис. канд. техн.. наук : 05.05.02 Полтава, 1999. 19 с.
5. Давыдов, В. Н. Изготовление изделий из асфальтобетонных смесей: учеб. пособие. Москва: АСВ. 2003. 208 с.
6. Корчагина О.А., Однолько В.Г. Материаловедение. Бетоны и строительные растворы: учеб. пособие. Тамбов: ТГТУ . 2004. 80 с.
7. Косминський І. В. Підвищення ефективності використання системи «віброплощадка-привантажувач» : дис. канд. техн.. наук : 05.05.02 Київ, 2011. 19 с. 181 с.
8. Косминський І.В. Застосування привантажувачів при виготовленні виробів з використанням сухих сумішей / VII International Scientific and Practical Conference Transfer of Innovative Technologies 2020 May 19-20, 2020, Kyiv – P. 60-62 DOI: <https://doi.org/10.32347/tit2141.0205> (<http://tit.knuba.edu.ua/article/view/237367/236008>).
9. Краснов А. М. Куцінко Т. О. 10. Высоконаполненный мелкозернистый песчаный бетон повышенной прочности // Строит. материалы , 2003. № 1. С. 36–37.
10. Зазимко В.Г., Лисняк В. П. , Грибкова Т.Е Совершенствование процесса уплотнения сборного железобетона, применяемого для жел.-дор. строительства Безопаса життєдіяльності : Сб.тр. ДИИТ , 1991, С. 4-11
11. Мазовский В.В. Формование изделий. Особенности уплотнения бетонных смесей Строительство и недвижимость. - №19 – 2003. Режим доступа к журн.: веб сайт: [www.nestor.minsk.by/sn/2003/19/sn31920.html](http://www.nestor.minsk.by/sn/2003/19/sn31920.html)
12. Механика разрушения серных композитов: сборник материалов Первой Международной научно-практической конференции.[Оценка риска и безопасность строительных конструкций]// Е.В. Королев и др. Воронеж: ВГАСУ, 2006. С.64-70.
13. Назаренко И.И. Исследование сил сопротивления бетонной смеси колебаниям виброплощадок:: автореф. дис. канд. техн.. наук : 05.05.04 Киев, 1975. 20 с.
14. Пат. №21257 А Україна, МПК В 28 В 1/08. заявл. 18.11.93. Пристрій для формування будівельних виробів/ Зошук М.Г., Зирянов С.О. - 93005281;; опубл. 04.11.97, Бюл.№ 0.
15. Пат. №4633 Україна, МПК В 28 В 1/08. ; заявл. 22.10.92 Устаткування для формування виробів з бетонних сумішей/ Скріпкін І.А., Потапов В.Б., Герцов М.В. Черевков М.В. – 93060618; опубл. 28.12.94, Бюл.№7-1.
16. Пат. № 24796 А Україна, МПК В 28 В 1/08 заявл.11.03.98. Привантаж для ущільнення бетонної суміші у формі / Шевченко А.Ф., Соколов І. А., Колісник М.П., Хмара Л.А. – 97094649;; опубл.06.10.98, Бюл.№ 0.
17. Ракушняк Г.С., Слободян Н.М. Моделювання процесу вібросилового формування декоративних блоків із застосуванням еластичних адаптивних до ущільнювачі:Вінниця Вісник ВПІ. 2005. №5. – С. 40-42.
18. Чубук Ю.Ф., Назаренко И.И., Гарнец В.Н.. Вибрационные машины для уплотнения бетонных смесей.Киев: Вища школа, 1985. 168 с.
19. Шмигальский В.Н. Формование изделий на виброплощадках. Москва Строиздат, 1968. 104 с.

