

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Механіко-машинобудівний факультет

Кафедра гірничих машин та інжинірингу

До захисту  
17.06.19р.

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавра  
студента Дідовича Віталія Вікторовича

академічної групи

133-16ск-1

спеціальності

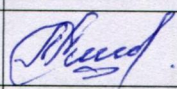
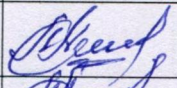
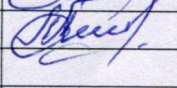
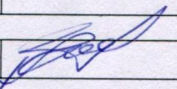
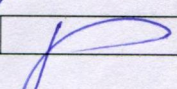
133 «Галузеве машинобудування»

спеціалізації

«Гірничі машини та комплекси»

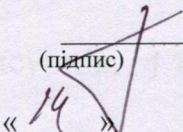
за освітньо-професійною програмою «Гірничі машини та комплекси»

на тему «Розробка технічного проекту робочого органа  
вібраційного стола СВ 21432»

| Керівники                 | Прізвище,<br>ініціали | Оцінка за шкалою |               | Підпис  |
|---------------------------|-----------------------|------------------|---------------|---|
|                           |                       | рейтинговою      | інституційною |   |
| кваліфікаційної<br>роботи | Анциферов О.В.        | 77               | добре         |  |
| розділів:                 |                       |                  |               |   |
| конструктор-<br>ський     | Анциферов О.В.        | 78               | добре         |  |
| експлуатаційний           | Анциферов О.В.        | 76               | добре         |  |
|                           |                       |                  |               |   |
| Рецензент                 | Левченко К.А.         | 80               | добре         |  |
| Нормоконтролер            | Кухар В.Ю.            | 85               | добре         |  |

Дніпро  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри гірничих машин та  
інжинірингу)

  
(підпис) Заболотний К.С.  
(прізвище, ініціали)  
«14» 06 2019 року

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу  
ступеня бакалавра

студенту Дідовичу В.В. академічної групи 133-16ск-1

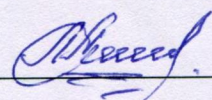
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
спеціалізації «Гірничі машини та комплекси»  
за освітньо-професійною програмою «Гірничі машини та комплекси»

на тему «Розробка технічного проекту робочого органа  
вібраційного стола СВ 21432»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» № 816-л від 28.05.2019 р.

| Розділ           | Зміст   | Термін виконання |
|------------------|---|------------------|
| Конструкторський | На основі матеріалів виробничих практик та інших науково-технічних джерел інформації розробити технічний проект робочого органу вібраційного стола  | 07.06.2019       |
| Експлуатаційний  | Розробити технологічний процес монтажу та умови експлуатації вібраційного стола.<br>Розробити та обґрунтувати заходи щодо безпечного монтажу, обслуговування й експлуатації вібраційного стола СВ 21432 | 12.06.2019       |

Завдання видано

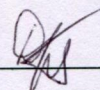


Анциферов О.В.

Дата видачі 28.05.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії 17.06.2019

Прийнято до виконання



Дідович В.В.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: стор. , рисунків, таблиць, 11 джерел інформації, 4 додатки.

Об'єктом дослідження є процес створення вертикальних коливань вібраційного стола з різною частотою і амплітудою.

Мета кваліфікаційної роботи - підвищення ефективності процесу віброущільнення на основі вибору кінематичної схеми вібраційного стола і обґрунтуванні його режимних і конструктивних параметрів.

У вступі наведено коротке обґрунтування необхідності вибору конструктивної схеми і розробки робочого органу вібраційного стола.

У конструкторському розділі розглянуті: конструкційні схеми вібраційних столів, особливості їх експлуатації, наведено призначення, область застосування і технічна характеристика вібраційного стола СВ 21432, проведено розрахунок основних параметрів і елементів.

В експлуатаційному розділі розглянуто монтаж, експлуатація і технічне обслуговування вібраційного стола СВ 21432. Розроблені правила техніки безпеки при обслуговуванні і експлуатації вібраційного стола.

**ВІБРАЦІЙНИЙ СТИЛ, РОБОЧИЙ ОРГАН, ВІБРОЗБУДНИК, ДЕБАЛАНС, РОЗРАХУНОК**

Графічна частина проекту становить 3 аркуша формату А1.

|                  |            |                   |               |             |                                  |                           |              |                |
|------------------|------------|-------------------|---------------|-------------|----------------------------------|---------------------------|--------------|----------------|
|                  |            |                   |               |             | <i>ГМІ.РК.19.08-00.00.000 ПЗ</i> |                           |              |                |
| <i>Зм.</i>       | <i>Арк</i> | <i>№ докум.</i>   | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                  |                           |              |                |
| <i>Розроб.</i>   |            | <i>Дідович</i>    |               |             | <i>Реферат</i>                   | <i>Літ.</i>               | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Перев.</i>    |            | <i>Анциферов</i>  |               |             |                                  |                           | <i>1</i>     | <i>1</i>       |
| <i>Реценз.</i>   |            |                   |               |             |                                  | <i>НТУ «ДП»133-16ск-1</i> |              |                |
| <i>н. Контр.</i> |            | <i>Кцхар</i>      |               |             |                                  |                           |              |                |
| <i>Затв.</i>     |            | <i>Заболотний</i> |               |             |                                  |                           |              |                |

## Зміст

|   |  |
|---|--|
| Вступ.....  |  |
| Розділ 1 Конструкторський   |  |
| 1.1 Загальні відомості про вібраційні столи .....                               |  |
| 1.2 Схеми вібраційних майданчиків.....  |  |
| 1.3 Вібраційні столи для виробів з вогнетривкої кераміки.....                   |  |
| 1.4 Вібраційний стіл ВС-21432.....  |  |
| 1.4.1 Конкурентні переваги.....   |  |
| 1.4.2 Пристрій і принцип роботи.....  |  |
| 1.4.3 Сутність технології .....   |  |
| 1.5 Конструкції приводів для вібраційних столів.....                            |  |
| 1.5.1 Інерційний привід для створення спрямованої гармонійної навантаження..... |  |
| 1.5.2 Вібратори для створення спрямованих коливань.....                         |  |
| 1.6 Розрахунок основних параметрів вібраційного столу.....                      |  |
| 1.6.1 Вихідні дані для розрахунку.....  |  |
| 1.6.2 Розрахунок пружної системи вібраційного столу.....                        |  |
| 1.6.3 Визначення збурюючої сили інерційного приводу.....                        |  |
| 1.6.4 Розрахунок споживної потужності і вибір електродвигуна...                 |  |
| 1.6.5 Розрахунок підшипників вібратора.....                                     |  |
| 1.6.6 Розрахунок дебалансів.....  |  |
| 1.6.7 Розрахунок конструктивних елементів.....                                  |  |
| 1.6.8 Розрахунок дебалансів на міцність.....                                    |  |
| 1.6.9 Висновки за розділом.....   |  |
| Розділ 2 Експлуатаційний.....   |  |
| 2.1 Документація на вібраційний стіл СВ 21432.....                              |  |

|                  |                   |                 |               |             |                                  |                           |             |                |
|------------------|-------------------|-----------------|---------------|-------------|----------------------------------|---------------------------|-------------|----------------|
|                  |                   |                 |               |             | <i>ГМІ.РК.19.08-00.00.000.ПЗ</i> |                           |             |                |
| <i>Зм.</i>       | <i>Арк.</i>       | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | <b>Зміст</b>                     | <i>Лит.</i>               | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розроб.</i>   | <i>Дідович</i>    |                 |               |             |                                  |                           | <i>1</i>    | <i>2</i>       |
| <i>Перевір.</i>  | <i>Анциферов</i>  |                 |               |             |                                  |                           |             |                |
| <i>Н. Контр.</i> | <i>Кухар</i>      |                 |               |             |                                  |                           |             |                |
| <i>Затверд.</i>  | <i>Заболотний</i> |                 |               |             |                                  |                           |             |                |
|                  |                   |                 |               |             |                                  | <i>НТУ «ДП»133-16ск-1</i> |             |                |

2.2 Техніка безпеки.....

Висновки.....

Перелік посилань.....

Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....

Додаток Б Специфікація до складальних креслеників.....

Додаток В Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....

Додаток Г Рецензія на кваліфікаційну роботу.....

|     |      |          |        |      |                           |      |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ГМІ.РК.19.08-00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                           |      |

## ВІДЗИВ

на кваліфікаційну роботу бакалавра на тему  
«Розробка технічного проекту робочого органа  
вібраційного стола СВ 21432»  
студента групи 133-16ск-1  
Дідовича Віталія Вікторовича

1. Мета кваліфікаційної роботи – підвищення ефективності процесу віброуцільнення на основі вибору конструктивної схеми вібраційного стола і обґрунтуванні його режимних і конструктивних параметрів.

2. Актуальність теми слідує з підвищення попиту хімічної промисловості на вібраційні столи малого типу з корисним навантаженням до 500 кг (вироби з вогнетривких сумішей, електроізолятори, тощо). Тому коригування конструкторської документації та додаткові розрахунки необхідні.

3. Тема роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра з напряму підготовки за спеціальністю 133. Галузеве машинобудування – конструювання вузла вібраційного стола.

4. Завдання кваліфікаційної роботи: створення електронної конструкторської документації робочого органу вібраційного стола, вивчення його конструкції, варіантів приводу і обґрунтування його вибору, розрахунок пружної системи, потрібної потужності і дебалансів.

5. Оригінальність технічного рішення полягає у виборі інерційного приводу з електродвигуном, що дозволяє плавно міняти частоту обертання.

6. Практичне значення результатів проектування полягає у підвищенні ефективності ущільнення за рахунок зміни приводу вібраційного стола.

7. Розрахунки, що підтверджують працездатність пружної системи та елементів приводу, виконані з використанням стандартних методик.

8. Оформлення креслень та пояснювальної записки дипломної роботи виконано з окремими відхиленнями від стандартів.

9. Ступінь самостійності виконання дипломного проекту задовільна.

10. Кваліфікаційна робота в цілсму заслуговує оцінки «добре».

11. Зниження оцінки пояснюється наявністю таких недоліків:

- недостатня самостійність студента при проведенню розрахунків;
- несвоєчасною підготовкою матеріалів згідно графіка їх подачі.

Пропозиції щодо удосконалення підготовки дипломників:

участь у науковій студентській конференції з доповіддю за матеріалами диплому, повинні стати обов'язковими, розглядаючи їх як попередню репетицію перед виступом на захисті кваліфікаційної роботи.

Керівник кваліфікаційної роботи,  
доцент кафедри гірничих машин  
та інжинірингу



О.В. Анциферов

## РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект бакалавра, студента гр. 133-16ск-1  
Дідовича Віталія Вікторовича  
«Розробка технічного проекту робочого органа  
вібраційного стола СВ 21432»

Мета дипломного проекту – конструктивна модернізація робочого органа вібраційного стола для підвищення ефективності ущільнення деталей з вогнетривких сумішей, що виготовляються методом лиття у формах.

Актуальність теми полягає в тому, що в даний час з'явилась значна потреба у виготовленні даних виробів для хімічної промисловості. Звідси, перевірка конструкторської документації та додаткові розрахунки необхідні.

Об'єкт діяльності дипломника напряму підготовки за спеціальністю 133. Галузеве машинобудування безпосередньо пов'язаний з темою дипломного проекту.

У завдання диплома входило: огляд конструкцій вібраційних столів і використовуваних типах приводів, вивчення конструкції вібраційного стола СВ 21432, його робочого органу і приводу. розрахунок пружної системи та основних елементів привода, вибір електродвигуна. Виходячи з поставлених задач, пошукувачем проводяться дослідження, обґрунтування обраних технічних рішень і потрібні розрахунки.

Оформлення пояснювальної записки виконано з деякими відхиленнями від стандартів. Знайомство зі змістом записки показало, що розрахункова частина дещо спрощена. Відсутні розрахунки шпонок і муфт. Іноді недостатньо текстового матеріалу для аргументованості та обґрунтування обраної методики і використання окремих формул.

Співбесіда з претендентом показала, що він добре орієнтується в поданому ним матеріалі пояснювальної записки.

Комплект конструкторської документації виконано на комп'ютері, але він не може бути проаналізований досить точно рецензентом.

За результатами викладеного вище вважаю, що дипломний проект заслуговує оцінку «добре».

К. т. н., доцент, зав. кафедри  
технологічного інжинірингу  
переробки матеріалів

К.А. Левченко

## Операция поиска #1

### Исходный текст

Зміст Вступ.....Розділ 1 Конструкторський Загальні відомості про вібраційні столи .....Схеми вібраційних майданчиків.....Вібраційні столи для виробів з вогнетривкої кераміки.....Вібраційний стіл ВС-21432.....Конкурентні переваги.....Пристрій і принцип роботи.....Сутність технології .....Конструкції приводів для вібраційних столів.....Інерційний привід для створення спрямованої гармонійної навантаження.....Вібратори для створення спрямованих коливань.....Розрахунок основних параметрів вібраційного столу..... Вихідні дані для розрахунку..... 1.6.2 Розрахунок пружної системи вібраційного столу..... 1.6.3 Визначення збуджуючої сили інерційного приводу..... 1.6.4 Розрахунок споживної потужності і вибір електродвигуна... 1.6.5 Розрахунок підшипників вібратора..... 1.6.6 Розрахунок дебалансів..... 1.6.7 Розрахунок конструктивних елементів..... 1.6.8 Розрахунок дебалансів на міцність..... 1.7 Висновки за розділом.....Розділ 2 Експлуатаційний..... 2.1 Документація на вібраційний стіл СВ 21432.....2.2 Техніка безпеки.....Висновки.....Пере лік посилань.....Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....Додаток Б Специфікація до складальних креслеників.....Доаток В Відгук керівника кваліфікаційної роботи..... Додаток Г Рецензія на кваліфікаційну роботу.....Вступ

Вібраційні технології завдяки своїм унікальним фізичним властивостям, що ґрунтуються на природних закономірностях, а саме на використанні коливальних процесів та явищ, що з ними пов'язані, дають змогу ефективно застосовувати їх у всіх без винятку галузях промисловості. Прикладне використання в техніці коливального руху надало вібраційним машинам своєї рідної неповторності, простоти реалізації та в багатьох випадках неперевершеності порівняно з традиційним технологічним обладнанням. Забезпечуючи високу продуктивність та якість продукції, вібротехнології володіють низькою собівартістю. Для порівняння розглянемо таку затратну операцію як струменево-абразивна обробка поверхні деталей. Вібраційна об'ємна обробка деталей, де використовується лише контейнер, заповнений вільним абразивом, кульками або іншим наповнювачем виявилась значно дешевше. Дослідження дали виняткові результати. Так вібраційна об'ємна обробка у порівнянні з галтуванням виявилась вищою у 10... 100 разів залежно від необхідної чистоти обробки, конфігурації і матеріалу оброблюваних деталей. Другим прикладом розглянемо закупівлю дорогих пресів для ущільнення бетонних сумішей. Створення вібраційних майданчиків того самого призначення також дозволило значно зменшити собівартість даної операції. Саме економічні чинники, надійність, висока виробнича доцільність, відносна простота виготовлення вібраційного обладнання та легкість його застосування на автоматичних ділянках обумовлює швидке поширення вібраційної техніки. Сьогодні складно уявити різні галузі промисловості та господарства без використання вібраційного технологічного обладнання. З кожним роком воно набуває все більшого поширення на ділянках автоматизації орієнтування та завантаження обладнання штучними виробами, операціях виготовлення будматеріалів, технології змішування сипких сумішей у фармацевтиці і сільському господарстві, зміцнювальних операціях у машинобудуванні. Бетон заливають в опалубки на відповідальних ділянках тільки з використанням глибоких вібраторів, які усувають пустоти. Щоб значно полегшити занурення в ґрунт та гірську породу свай під час закладання фундаменту та бурям під час прокладання тунелів різного магістрального призначення, їм надають знакозмінні навантаження. У виробництві бруківки, тротуарної та облицювальної фасадної плитки, залізобетонних плит перекриття використовуються віброущільнювальні технології, що значно покращують якість продукції, знижуючи аварійність



будівельних конструкцій. Сприймаючи знакозмінні навантаження, сипке та в'язке середовище ущільнюється, інтенсивно заповнюючи порожнечі. Саме цей спосіб ефективно запобігає надалі імовірному розтріскуванню даних виробів. У даній роботі розглядається вібраційний стіл для ущільнення залитих у форми вогнетривких сумішей. Характерною особливістю даних виробів є велика кількість їх за формою і типорозміром. Це потребує частішої переналадки технологічних режимів коливань вібростолу з урахуванням власної частоти, що повинна значно відрізнятися від частоти вимушених коливань. Найпростіше ця операція проводиться при використанні інерційного вібробуджувача з перемінною частотою вібрації. Технічна проблема - недостатня кінцева щільність виробів на існуючих режимних параметрах роботи вібраційного столу. Об'єктом дослідження є процес створення вертикальних коливань вібраційного столу з різною частотою і амплітудою. Предмет досліджень - вплив зміни маси дебалансів і частоти обертання валів вібробуджувача на амплітуду коливань вібраційного столу з урахуванням маси технологічного навантаження. **Мета роботи - підвищення ефективності** процесу віброущільнення на основі вибору кінематичної схеми вібраційного столу і обґрунтуванні його режимних і конструктивних параметрів. Задачі, що вирішуються в роботі. 1. Огляд конструкції вібраційних столів. 2. Конструкція і робота вібраційного столу СВ 21432. 3. Розрахунок технологічних параметрів столу. 4. **Розрахунок потужності і вибір електродвигуна**. 5. Розрахунок дебалансів приводу. 6. Розробка креслень робочого органу вібраційного столу.

**РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ** Загальні відомості про вібраційні столи Загальний обсяг виробництва і номенклатура залізобетонних виробів дуже великі. Формування переважної більшості цих виробів здійснюється із застосуванням вібрації. Чи не вібраційні методи формування - центрифугування, пресування, торкретування - займають скромне місце і застосовуються при виготовленні деяких виробів спеціального призначення (наприклад, труб). Можна поділити на об'ємне вібраційне формування, при якому виріб у всьому обсязі піддається вібрації за допомогою вібраційних майданчиків, установок або іншим шляхом (цей метод називають також станковим формуванням); формування із застосуванням внутрішньої вібрації, коли за допомогою глибинних вібробудників або подібних до них пристроїв призводять в коливальний рух частина обсягу виробу; формування з поверхневим вібрацією, коли частини обсягу виробу з боку будь-якої поверхні повідомляється вібрація. Така класифікація носить умовний характер, так як, по-перше, нерідко проведення чіткої межі між методами формування виявляється неможливим, по-друге, іноді віднесення конкретного випадку до тієї чи іншої категорії визначається не стільки фізичною суттю методу, скільки застосуванням обладнання. Найбільша кількість залізобетонних виробів виготовляють за допомогою вібраційних майданчиків і вібраційних формувальних установок. При вібраційному формуванні необхідно надати виробу необхідну конфігурацію, домогтися необхідної щільності (що в готовому виробі повинно позначитися на міцності, водонепроникності, морозостійкості) і забезпечити належну якість поверхонь. Іноді необхідно отримати достатню міцність свежоотформірованих виробів у випадках їх негайної розпалубки після формування. У багатьох випадках вигідно застосування жорстких і наджорстких бетонних сумішей, так як це дає значну економію цементу і призводить (в разі досягнення належного ущільнення при формуванні) до підвищеної міцності і довговічності виробів. Інтенсивне вібраційний вплив в достатній мірі збільшує рухливість цих сумішей і забезпечує швидке і високоякісне формування виробів. Виготовлення **залізобетонних виробів на вібраційних майданчиках і установках** здійснюється в спеціальних формах. Форма з встановленими в ній арматурою і закладними деталями подається на вібраційну майданчик (установку), заповнюється бетонною сумішшю і піддається вібрації, після закінчення якого форма з відформованим виробом (або декількома виробами в багатомісній формі) знімається і замінюється наступною. Різниця між вібраційною майданчиком і вібраційною формувальною установкою полягає в тому, що перша має стіл (майданчик, раму) або кілька столів, на які ставлять форму, що сприймає від них вібрацію, а друга таких столів не має: форму ставлять на виброізолюючі опори і призводять до коливання безпосередньо вібраційним приводом. Втім, термінологія в цій області не набула ще усталеного загальноприйнятого характеру. **Перевага вібраційних майданчиків в порівнянні з вібраційними формувальними установками** полягає в їх більшій універсальності, оскільки **на столі можна встановлювати форми різного виду**. Недоліком вібраційних майданчиків є **необхідність приводити в коливальний рух** дуже масивні столи, що

вимагає застосування великих вібровозбудителів. У напрямку впливу віброплощадки і установки можна поділити на машини з круговим, вертикально спрямованим і горизонтально спрямованим впливом. По спектральному складу коливань їх можна поділити на машини з гармонійними коливаннями, з гармонічними коливаннями і ударно-вібраційні. За типом Вібропривід їх можна поділити на машини з відцентровим збудженням коливань, з електромагнітним збудженням і з примусовим або кінематичним вібраційним приводом. В даний час переважно поширені машини з відцентровим вібропривідом. Вібраційні майданчики і установки характеризують їх вантажопідйомністю, т. е. Максимальною сумарною масою виробу та форми, при якій може бути вироблено успішне формування. Хоча вантажопідйомність вказується в паспорті машини, її не можна вважати цілком визначеним і чітким показником за наступними двома причинами. По-перше, в залежності від конфігурації виробу, складу і консистенції бетонної суміші потрібно вібрація різної інтенсивності для забезпечення успішного формування. По-друге, коефіцієнт приведення соколюбного маси суміші і арматури до форми різний для виробів різної конфігурації та обсягу.

### 1.2 Схеми вібраційних майданчиків

Схема вібраційного майданчика з одновальним дебалансним приводом, що генерує кругову вимушує силу, наведена на рисунку 1.1. До столу 1, на якому встановлюють не показану на схемі форму, знизу прикріплені корпусу співвісна розташованих одновальних вібровозбудителів 2, де баланси 4 яких пов'язані сполучними валами 3, які отримують обертання від електродвигуна 5 через клиноремінну передачу 6. Стіл за допомогою м'яких віброізолюючих пружин 7 пов'язаний з опорною рамою 8. Конструкція цих машин досить проста, але вони мають нерівномірний розподіл амплітуд вібрації по ширині столу і не виключена можливість деякого розшарування суміші через транспортний ефект. Цей недолік викликаний тим, що вісь дебаланса розташована нижче центру мас коливної системи. Через це крім кругової вібрації в площині правої проекції на рисунку 1 стіл з прикріпленою до нього формою з виробу, що формується буде здійснювати кутову вібрацію, фаза якої відрізняється на 90° від фази вертикальної складової кругової вібрації. Тому неточний часто застосовується термін «вібромайданчик з круговою вібрацією».

1 - стіл; 2 - одновальний вібровозбудник; 3 - з'єднувальний вал; 4 - дебаланс; 5 - електродвигун; 6 - клиноремінна передача; 7 - віброізолююча пружина; 8 - опорна рама

Рисунок 1.1 - Схема вібромайданчика

У такій системі завжди існує тенденція вібраційного транспортування. Дійсно, точки поверхні днища встановленої на столі форми роблять коливання за еліпсоподібними траєкторіями. Ця тенденція значно посилюється при перекося столу, які зустрічаються досить часто, оскільки стіл встановлений на досить м'яких пружинах. Найбільшого поширення мають вібромайданчик з дебалансним вібропривідом вертикально спрямованої дії. Спочатку випускали вібромайданчики, кожна з яких мала один стіл з розташованими знизу вібровозбудник. Пізніше стали переважно випускати вібромайданчик блочного типу.

1 - блок; 2 - карданний вал; 3 - синхронізатор; 4 - приводний двигун; 5, 6 - двухвальні вібровозбудники

Рисунок 1.2 - Вібромайданчик блочного типу

Вібромайданчик блочного типу (рисунку 2) складається з уніфікованих блоків з одним двошвальним вібровозбудником 5, 6, розташованим під столом 1 блоку. Дебалансні вали окремих блоків з'єднуються між собою і з валами приводних двигунів 4 за допомогою карданних валів. Два ряди дебалансних валів з'єднані між собою синхронізатором 3, що забезпечує їх синфазне (в проекції на вертикаль) обертання в протилежні сторони. Кріплення форми до блоку може здійснюватися електромагнітом, що притягає поверхню якого і служить столом блоку, або пневмопритиском, гаки якого захоплюють за країни форми і притискають її до столу, або гідравлічним захопленням. Залежно від статичного моменту, маси дебалансів і від необхідної інтенсивності вібрації вантажопідйомність одного уніфікованого блоку лежить в межах від 1 до 1,5 т. Блоки віброплощадки розташовують в один або два ряди. На віброплощадках з вертикальною вібрацією можна формувати вироби з бетонних сумішей різної жорсткості. Вантажопідйомність блокових вібраційних майданчиків лежить в межах від 2 до 24 т, хоча є поодинокі екземпляри більшої вантажопідйомності. Частота в більшості випадків становить 2800 кол / хв. Є невелика кількість машин спеціального призначення з частотою близько 1500 кол / хв. Відомі також віброплощадки невеликої вантажопідйомності з частотою близько 4000 кол / хв. Амплітуди вібрації при частоті 2800 кол / хв зазвичай лежать в межах від 0,3 до 0,6 мм. Загальна потужність асинхронних електродвигунів від 10 до 110 кВт. Для розрахунку необхідних основних параметрів

віброплощадки задають масу виробу, що формується, масу форми і необхідну амплітуду коливань. Блокові віброплощадки з вертикальною вібрацією мають наступні чотири слабкі сторони. По-перше, як правило, не вдається знизити шум цих машин до рівня, встановленого санітарними нормами. По-друге, для забезпечення досить рівномірною епюри амплітуд вібрації по довжині форми, згинальна жорсткість останньої повинна бути високою. По-третє, через наявність великої кількості порівняно нетривких елементів (карданні вали, підшипники дебалансних валів, синхронізatori) машини нерідко простоюють на час заміни вийшов з ладу вузла. По-четверте, оскільки амплітуди прискорення складають від 3 до 7 прискорень вільного падіння, бетонна суміш при вібрації без сильного без інерційного пригруза періодично підстрибує, відділяючись від днища форми, причому в просвіт, що підсмоктує повітря; тому не вдається досить повно витіснити повітря з бетонної суміші, що позначається на якості виробу. 1 – зварна рама; 2 – клинни; 3-гідроциліндри; 4 – бетонна суміш; 5 – віброізолятор; 6 – сили тяжіння вантажів; 7 – важіль; 8 – електродвигун; 9 – клиноремenna передача; 10 – пружина; 11 – карданний вал; 12 – двовальний дебалансний віброзбудник; 13 – плита; 14 – шпилька; 15 – щока.

Рисунки 1.3 - Вібраційна установка з спрямованою уздовж форми горизонтальною вібрацією з метою хоча б часткового усунення цих недоліків були розроблені резонансні вібраційні установки з спрямованою уздовж форми горизонтальною вібрацією. Конструктивна схема однієї з таких установок наведена на малюнку 3. Двухвальний дебалансний віброзбудник 12, що розвиває горизонтально спрямовану вимушену силу, прикріплений до плити 13. Його дебаланси приводяться в обертання від винесеного електродвигуна 8 через клиноремінну передачу 9 і карданний вал 11. Плита 13 з'єднана зі звареною рамою 1 групою пружин 10, встановлених за певною схемою і скріплених шпильками 14. Рама 1 і форма 4 з бетонною сумішшю спираються на гумові віброізолятори 5. Рама має дві щоки 15, в які входять кронштейни форми, затискають клинами 2 під дією сили тяжіння вантажів 6, розташованих на кінцях важелів 7, верхні кінці яких шарнірно з'єднані зі щоками. Коли необхідно звільнити форму, гідроциліндри 3 піднімають вантажі, внаслідок чого важелі припиняють затиск кронштейнів форми клинами. Швидкість обертання електродвигуна і жорсткість пружин підбирають такими, щоб машина працювала поблизу резонансу в дорезонансному режимі, при якому перехід з формування виробів однієї маси до виробів більшою або меншою маси в мінімальному ступені позначається на амплітуді коливань форми. Регулюючи швидкість обертання дебалансів, налаштовують машину на потрібний режим роботи. У деяких конструкціях резонансних установок з поздовжньо-горизонтальною вібрацією застосовані віброзбудників з вбудованими асинхронними електродвигунами, що значно спрощує і здешевлює машину, але практично виключає регулювання кутової швидкості дебалансів. На формувальних установках з поздовжньо-горизонтально спрямованими коливаннями вібраційний вплив передається на бетонну суміш головним чином через днище і бічні стінки форми і через поздовжні напружені стрижні арматури. Отже, коливання бетонної суміші підтримуються в основному за рахунок виникаючих в ній тангенціальних напружень. Значні нормальні напруги і відрив бетонної суміші можуть спостерігатися тільки у порівняно невеликих торцевих стінок форми. Завдяки цьому майже повністю виключається підсос повітря, в той час як виділення наявних в суміші повітряних бульбашок йде досить інтенсивно. Малий вміст повітря в бетоні призводить до підвищеної морозостійкості виробів, відформованих на установках з поздовжньо-горизонтальною вібрацією. Крім цього, вібраційні формувальні установки з поздовжньо-горизонтальною вібрацією мають наступні переваги в порівнянні з вібраційними майданчиками з вертикальною вібрацією: простота конструкції, мала вага, мала споживана потужність, нижчий рівень шуму, можливість використання більш легких форм з меншою згинальною жорсткістю, можливість формування довгомірних виробів з досить рівномірною епюрою амплітуд вздовж форми. Разом з тим формувальні установки розглянутого типу, у яких форма здійснює гармонійні коливання з частотою до 50 Гц, в порівнянні з віброплощадками з вертикальними коливаннями вимагають більшого часу формування, придатні для випуску виробів обмеженою товщини (при відсутності напруженої арматури) і мають знижену ефективність при формуванні без пригруза виробів з жорстких бетонних сумішей. Резонансні формувальні установки з горизонтальною вібрацією випускаються вантажопідйомністю від 5 до 25 т. Були поодинокі випадки використання установок більшої вантажопідйомності. Частота коливань зазвичай лежить в межах 44-48 Гц при амплітуді

форми 0,4-0,8 мм, хоча зустрічаються машини з частотою 24 Гц і амплітудою 1,2-1,5 мм. Як правило, на розглянутих установках формують довгомірні вироби або плоскі вироби невеликої товщини.

### 1.3 Вібраційні столи для виробів з вогнетривкої кераміки

Виходячи з галузі застосування даних виробів ці столи мають невеликі габарити і розраховані на технологічне навантаження до 200-300 кг. Розглянемо дві конструкції вібраційних столів, що були розроблені в Національному технічному університеті «Львівська політехніка». На рисунку 4, а показано фото вібраційного стола ексцентриково-маятникового типу, що зводиться до принципової схеми на рисунку 4, б. Робочий орган 1 встановлено на нерухому основу через віброізоляційні пружні елементи 2. В корпусі робочого органа 1 вмонтовано приводний вал 3, на який з ексцентриситетом посаджено маятник 4. Вал 3 через пелюсткову муфту 5 приводиться в рух від асинхронного електродвигуна 6. За рахунок обертального руху вала виникає вектор збурювальної сили, що і приводить коливальну систему в рух. Обґрунтовано конструктивно-силові параметри вібростола. З врахуванням диференціального асинхронного двигуна складено повну математичну модель вібростола та змодельовано його роботу. Результати підтверджено експериментальними дослідженнями.

#### а) б) Рисунок 1.4 – Вібраційний стіл ексцентриково-маятникового типу

Розроблено двомасовий вібростіл з електромагнітним приводом (рисунку 5, а), в якому реалізуються прямолінійні коливання за незалежними координатами і . Вібростіл, що зводиться до принципової схеми на рисунку 5, б, містить реактивну масу та активну масу . Коливальні маси з'єднані між собою пружною системою з коефіцієнтом жорсткості . Вібростіл встановлений на нерухому основу через віброізолятори, що кріпляться до маси , а їх коефіцієнт жорсткості . Вимушені коливання в системі під дією силового збурення з амплітудним значенням вектора зусилля відбувається за рахунок взаємопритягування якоря до осердя з котушкою. Обґрунтовано конструктивно-силові параметри вібростола. Змодельовано роботу вібростола. Результати моделювання підтверджено експериментально.

#### а) б) Рисунок 1.5 – Двомасовий вібростіл з електромагнітним приводом

Запропоновано конструкцію віброплити з дебалансним приводом (рисунку 6, а), що зводиться до принципової схеми на рисунку 6, б. Робочий орган масою встановлено на нерухому основу через віброізоляційні пружні елементи з коефіцієнтом жорсткості . По обидва боки віброплити розташовані дебалансні вузли, обертальний рух валів яких здійснюється назустріч один одному. Силове збурення вимушених коливань в системі відбувається за рахунок примусового обертання з крутним моментом та кутовою частотою дебалансів масою , розташованих на радіусі відносно власних осей симетрії роторів асинхронних електродвигунів. Відцентрова сила , що виникає під час обертального руху кожного дебалансів, є причиною знакозмінного силового збурення робочого органа вздовж осі x, а як наслідок – його коливальних рухів в цьому напрямку з амплітудою коливань . Робота здатність конструкції підтверджено результатами моделювання.

#### Рисунок 1.6 – Конструкція віброплити з дебалансним приводом

### 1.4 Вібраційний стіл ВС-21432

Можна точно сказати, що без такого незамінного обладнання як вібростіл було б неможливо виготовити такі прості і необхідні в нашому житті дрібниці як тротуарна плитка, статуї, бордюрний камінь, різні фігурні елементи, блоки, підвіконня, декоративні огорожі і багато іншого.

#### Рисунок 1.7 – Основний вид вібраційного столу

#### 1.4.1 Конкурентні переваги

Збільшені розміри - це дозволяє проводити не тільки тротуарну плитку, але і паркани, статуї і безліч інших ландшафтних і декоративних виробів. Поліпшена вібрація - дозволяє одержувати більш високу щільність бетону, що призводить до значного збільшення довговічності продукції та покращення зовнішнього вигляду кінцевого виробу. Унікальна безпружинна конструкція - значне збільшення довговічності столу і більш зручна робота.

#### 1.4.2 Пристрій і принцип роботи

Вібростіл включає в себе рухомий стіл з вібратором динамічного принципу дії і панель управління. Все це жорстко закріплено на станині. Він легко встановлюється в цеху або будівельному об'єкті. Вібростіл обслуговує 2-3 людини.

#### 1.4.3 Сутність технології

Технологія складається в можливості отримання важкого литого бетону щільністю 2200-2400 кг \ куб.м. в різних формах на вібростолах. До складу бетонної суміші входить:

- цемент;
- пісок;
- щебінь;
- вода;
- пластифікатор.

З вищесказаного стає зрозуміло, що вібростоли - це спеціальне обладнання, призначене для виготовлення різних бетонних елементів методом вібролиття. Вся конструкція даного агрегату складається з рухомого вібраційного столу, прикріпленого до нього дебаланса у вигляді спеціального двигуна. Вібратор створює коливання, що призводять вібростіл в рух. Всі

складові конструкції виготовлені з високоміцної сталі. Така надійність дозволяє вібростолах протистояти сильним вібраціям під час виробництва бетонних і декоративних виробів. Як правило, крім звичайного вібростола для роботи необхідні розпалубочні і формувальні пристрої, а також спеціальні форми для лиття, які можуть бути виготовлені зі сталі, поліуретану або пластику. До незаперечних переваг даного устаткування можна віднести можливість його використання як для виробництва масивних виробів, так і для випуску мініатюрних елементів. Вібростоли дозволяють однаково добре обробляти суміш в формах будь-якого розміру. Це досягається завдяки рівномірному розподілу коливань по всій поверхні столу.

Технічна характеристика Вантажопідйомність при тиску стисненого повітря в трубопроводі, 0,4 МПа, кН(тс): 6(0,6) Розміри столу, мм, не більше Довжина 1000 Амплітуда коливань мм, в межах 0,1...1 Характер коливань вертикально-напрвленні Рабочий тиск в опорах-амортизаторах, Мпа в межах 0,35-0,5(2,5...4,5) Витрата повітря, м за цикл не більше 0,004 Режим роботи Поопераційна продуктивність циклова столу (в комплекті зі змішувачем продуктивністю не менше 4/4 при масі максимального стрижня 40кг) знімань в час, не менше 100 Габаритні розміри ( без пульта управління) мм Довжина 4202 Ширина 1684 Висота 712

1.5 Конструкції приводів для вібраційних столів 1.5.1 Інерційний привід для створення спрямованого гармонійного навантаження У інерційних вібраторах обурює сила створюється внаслідок обертання однієї або декількох неврівноважених мас. Створювана інерційним вібратором обурює сила може бути обертається. Безперервно змінює свій напрямок, або спрямованої. У вібраторах з спрямованої обурює силою остання в будь-який момент часу діє в одному і тому ж напрямку і змінюється тільки за величиною. Існують також спеціальні типи інерційних вібраторів, що створюють збурює крутний момент або різні комбінації сил, що обурюють і крутять моментів. Принципова схема двох масного інерційного вібратора з де балансами, що обертаються в протилежні сторони (типу само баланс), наведена на малюнку 1. Рисунок 1.8 - Схема самобалансного інерційного вібратора [3] За цією схемою виконуються також само синхронізуються і спарені мотор-вібратори. Вібратор складається з двох де балансів 1 і 2, що обертаються в протилежні боки з однаковою кутовою швидкістю на валах 3 і 5, укріплених в загальній опорі 4. Принцип дії само балансного вібратора пояснюють схеми, наведені на рисунку 2. При знаходженні де балансів в положенні а) відцентрові сили спрямовані по горизонталі в протилежні сторони, і так як вони рівні за величиною, то їх рівнодіюча дорівнює нулю. При знаходженні де балансів в положенні б) відцентрові сили діють по вертикалі і спрямовані вниз. Обурює сила вібратора в цьому випадку дорівнює їх сумі. а) б) в) г) Рисунок 1.9 - Принцип дії двомасового вібратора при обертанні де балансів в протилежні сторони [4] У положеннях, проміжних між а) та б), вертикальні складові складаються, даючи сумарну обурює силу, а горизонтальні - взаємно врівноважуються. У положенні в) обурює сила дорівнює нулю, в положенні г) вона спрямована вертикально вгору і по величині дорівнює сумі відцентрових сил дебалансов. Таким чином, двох масний вібратор з де балансами, що обертаються в протилежні сторони, створює постійну у напрямку і змінну за величиною обурює силу.

1.5.2 Вібратори для створення спрямованих коливань Більшість вібраторів випускається з числом коливань 2800 в хвилину, відповідним числу оборотів асинхронного електродвигуна. Вібратори з числом коливань понад 3000 в хвилину називають високочастотними. Висока частота коливань досягається застосуванням спеціальних електричних або механічних пристроїв. На розглянутому вище принципі дії, випускається вібратор С-788. Він являє собою два вала з де балансами, встановленими на одній підставі (рисунок 8). Технічна характеристика його представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 Технічна характеристика двохвального вібратора С-788 Система механізму Ексцентриковий Кількість ексцентриків 8 Кінетичний момент в кгсм<sup>2</sup> 46 Обурювана сила в кГ 4000 Частота коливань в хвилину 2800 Габаритні розміри в мм Довжина 650 Ширина 486 Висота 430 Вага в кг 140 Електродвигун Асинхронний трифазна частота току в гц 50 напруга в В 220/380 потужність в кВт 1,2x2 номінальний струм в а 8,2/4,8 число обертів вала в хв 2800 режим роботи Тривалий Рисунок 1.10 - Габаритні і настановні розміри вібратора С-788 Синхронізація (обертання з однаковою швидкістю) ексцентриків зазвичай досягається примусово, шляхом установки на обидва вала зчпних між собою шестерень з рівним числом зубів. Застосування синхронізуючих шестерень ускладнює конструкцію двох вальним вібраторів, здорожує їх вартість, збільшує габарити і вага. Наявність шестерень викликає додатковий шум у

роботі, вимагає застосування надійних мастильних пристроїв. Відсутність цих механізмів в вібраторі С-788 робить його конструкцію більш простою і зручною в експлуатації. Синхронізація обертання ексцентриків може бути досягнута і без примусового механізму. Коливання, що здійснюються корпусом в результаті обертання одного з ексцентриків, змушують інший ексцентрик обертатися в такт цим коливанням. В результаті впливу одного ексцентрика на інший, не дивлячись на відсутність сполучних шестерень, ексцентрики можуть обертатися синхронно або, як кажуть, самосинхронізуючі.

### 1.6 Розрахунок основних параметрів вібраційного столу

#### 1.6.1 Вихідні дані для розрахунку

Амплітуда коливань = 1 мм. Частота коливань  $n = 3000$  об/хв. Маса коливальних частинок = 600 кг (стіл та віброзбудник); 200 кг (корисне навантаження). Пружна підвіска – опорна на пружинах. Кількість пружин  $k = 4$ . Характеристика пружини: навивка; права; кількість витків загальне 7; кількість витків робочих 5; зовнішній діаметр, мм 100; діаметр дроту, мм 9; осадку одного витка, мм 28,7; розгорнута довжина, мм 2300; твердість НRc40 45. Тип приводу – само балансний ексцентриковий віброзбудник, з'єднаний з електродвигуном пелюстковою муфтою.

#### 1.6.2 Розрахунок пружної системи вібраційного столу

Пружна система вібраційного столу складається з чотирьох пружин, котрі сприймають стискання статичне навантаження  $P$  і додаткову гармонійну силу стиснення від дії вимушених коливань інерційного віброзбудника. Правильна робота машини забезпечується за умови, що величина статичного стиснення пружин  $\delta_{ст}$  під дією ваги коливається частини більше амплітуди коливань столу  $\delta_{ст} > a$ .

(1) Жорсткість пружини визначається за формулою [3], (1.1)  $\delta_{ст} = \frac{P}{k}$  – діаметр дроту  $D$  – середній діаметр пружини;  $i$  – число робочих витків;  $G$  – модуль пружності матеріалу пружини при зсуві  $8 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup>. Підставим в (2) вихідні дані для пружини 17245 Н/м. На млині встановлено паралельно 4 пружини. Наведена жорсткість складає  $k_{спр} = 4 \cdot k = 4 \cdot 17245 = 68980$  Н/м. Статичний прогин пружин під дією загальної ваги тих, хто вагається частин столу складає  $\delta_{ст} = \frac{P_k}{k_{спр}}$ , (1.2) где  $P_k$  – вага колабючих частин столу ( $P_k = m \cdot g$ ). Підставим в (1.2) вихідні дані  $P_k = m \cdot g = 600 \cdot 9,81 = 5886$  Н. (1.3) Тоді з (1.3) маємо  $\delta_{ст} = \frac{5886}{68980} = 0,09$  м. (1.4) Амплітуда коливань столу  $a = 0,001$  м. Результат обчислення (1.4) підтверджує, що умову (1.3) виконано. Сумарне стиснення пружини з урахуванням статичного прогину від сили ваги тих, хто вагається частин столу (5) і амплітуди коливань від гармонійної-ської вимушених коливань (0,001 м з вихідних даних)  $\delta_{max} = 0,091$  м;  $\delta_{min} = 0,089$  м. (1.5) При кількості робочих витків пружин  $n_{пр} = 1,4$  из (1.5) отримуємо максимальну осадку одного витка  $\delta_{max1} = \frac{\delta_{max}}{n_{пр}} = \frac{0,091}{5} = 0,018$  м. (1.6) Граничне стиснення одного витка  $\delta_{пр.1} = 0,0287$  м (згідно з вихідними даними). Працездатність пружини визначається нерівністю  $\delta_{пр.1} > \delta_{max1}$ . (1.7) Результат обчислення (1.6) підтверджує виконання умови (1.7). Визначаємо частоту власних коливань вібраційного столу  $p$  без урахування непружного (внутрішнього) опору в матеріалі пружини. З [4] маємо 10,72 (1/с).. (1.8) Частота вимушених коливань (кругова частота обертання електродвигуна) 314,51 (1/с). Ефективність віброізоляції визначається коефіцієнтом динамічності [5], (1.9) з урахуванням отриманих вище значень після підстановки їх (10) маємо 0,001. Динамічний ефект в нашому випадку значно менше статичного, тобто на раму млини згідно з розрахунком за формулою (1.10) передається навантаження в 5,886 Н (в 1000 разів менше ваги коливається частини  $P_k = 5886$  Н). Це означає, що сила високої частоти (в нашому випадку 314,5 1 / с) не викликає відчутних коливань в низькочастотній пружно рамі, остання як би не встигає відгукуватись на вельми швидкі зміни вимушених коливань. Мале значення  $\mu$  говорить про те, що рама столу при установці на фунда-мент не вимагає додаткових амортизаторів. Досить обмежитися звичайними гумовими листовими прокладками.

#### 1.6.3 Визначення збурюючої сили інерційного приводу

Необхідна змушує сила інерційного приводу вібраційного столу визначається за формулою  $P_v = a \cdot m \cdot (\omega^2 - p^2)$ , (1.10) где  $a$  - амплітуда коливань;  $m$  - маса коливається частини столу;  $\omega$  - кутова частота коливань вібраційного столу. Підставляємо в (1.11) вихідні дані і результати розрахунку з (1.9) і (1.10)  $P_v = 0,001 \cdot 600 \cdot (314,52^2 - 10,722^2) = 59277$  Н. Коливання вібраційного столу здійснюються у вертикальній площині. Це можна забезпечити двохвальним інерційним вібровозбуджувачем при обертанні валів в протилежні сторони. При цьому на кожному валу розташовуються два дебаланса.

#### 1.6.4 Розрахунок споживаної потужності і вибір електродвигуна

Потужність, споживана вібратором при сталому режимі роботи, визначається за формулою, (1.11) де  $\omega$  – кутова швидкість обертання валів вібратора;  $M_k$  – кінетичний момент дебалансів вібратора;  $\eta_{вibr}$  – к.к.д.

вібратора. Кінетичний момент дебалансів вібратора. (1.12) =  $5,9 \text{ Н}^* \text{ м} \cdot \eta_{\text{вібр}} = \eta_{\text{з.п.}} *$   
 $(\eta_{\text{подш.}}) \cdot 4$  (1.13) Приймаємо значення к.к.д. з [6] і підставляємо в (1.14)  $\eta_{\text{вібр}} = 0,97 * (0,99)^4 =$   
 $0,93$ . Підставляємо знайдені значення в (1.13) і визначаємо потужність, споживають вібратором =  
 $1985 \text{ (Н}^* \text{ м/с)} = 1,985 \text{ кВт}$ . Необхідна потужність електродвигуна вібраційного столу, (1.14) де  $\eta_{\text{л.м.}}$   
к.к.д. пелюсткової муфти ( $\eta_{\text{л.м.}} = 0,9$ ). 3 (1.15) отримуємо =  $2,2 \text{ кВт}$ . Приймаємо електродвигун з [7]  
АИР90L2Nз.д. =  $3 \text{ кВт}$ ;  $n = 3000 \text{ об/мин}$ . 1.6.5 Розрахунок підшипників вібратора Кінематична схема  
інерційного віброзбудника показана на рисунку 1.11.1 – вал ведучий; 2 – де баланс; 3 –  
підшипник; 4 – зубчасте колесо; 5 – вал ведомий Рисунок 1.11 – Кінематична схема  
вібратора Коефіцієнт працездатності підшипників  $C = (k_k R + t A) k_v k_t (n h)^{0,03}$  (1.15) де  $k_k$  –  
коефіцієнт, що враховує вплив обертання внутрішнього або зовнішнього кільця підшипника на  
його довговічність  $k_k = 1$ ;  $t$  – коефіцієнт, що враховує неоднаковий вплив на довговічність  
підшипника радіальної і осьових навантажень,  $t = 3,5$ ;  $k_v$  – динамічний коефіцієнт, що враховує  
вплив динамічних умов роботи на довговічність підшипника,  $k_v = 2,5$ ;  $k_t$  – коефіцієнт, що враховує  
вплив на довговічність підшипника температурного режиму роботи,  $k_t = 1$ ;  $n$  – швидкість обертання  
підшипника,  $n = 3000 \text{ об/хв}$ ;  $h$  – довговічність підшипника, приймаємо  $h = 3000 \text{ годин}$  [8, с.  
129]. Тепер визначимо силові величини  $R$  і  $A$ , що увійшли в формулу (17). Тепер визначимо силові  
величини  $R$  і  $A$ , що увійшли в формулу (1.17). Розглянемо схему навантажень на вали вібратора  
(рисунок 1.12). Рисунок 1.12 – Схема навантажень на вали вібратора На рисунку 1.12 стрілками  
вказані напрямки зусиль на вали вібратора. Обертання валів в протилежні сторони і синхронізація  
їх обертання здійснюється зубчастим зачепленням. Ведучому валу обертання від електродвигуна  
передається через пелюсткову муфту. Радіальне навантаження на один підшипник, (1.16) де  $P_v$  –  
максимальна обурює сила вібратора, яка з формули (1.13) становить  $59277 \text{ Н}$ ;  $R_{\text{окр}}$  – окружне  
зусилля в зубчастому зачепленні. Величину  $R_{\text{окр}}$  визначаємо з формули, (1.17) де  $M_{\text{кр}}$  – крутний  
момент, що передається шестернею;  $d_{\text{дел}}$  – діаметр дільного кола шестерні, попередньо  
приймаємо  $305 \text{ мм}$ . Величину  $M_{\text{кр}}$  визначаємо з формули, (1.18) де  $N$  – потужність електродвигуна,  
прийнята нами з (16)  $N = 3 \text{ кВт}$ ;  $n$  – швидкість обертання електродвигуна,  $n = 3000 \text{ об/хв}$ . Підставимо  
ці дані в (1.19) =  $97,4 \text{ Н}^* \text{ м}$ . Підставляємо ці дані в (1.18) =  $639 \text{ Н}$ . З формули (1.17) тепер можна  
визначити радіальну навантаження на один підшипник =  $15139 \text{ Н}$ . Визначимо осьову навантаження  
на один підшипник  $A$ . Вона залежить від осьового зусилля в зубчастому зачепленні. За схемою вал  
встановлюється на двох радіально-наподегливих підшипниках. Силу  $A$  сприймає той підшипник,  
який обмежує осьове переміщення вала під дією цієї сили, тобто скористаємося формулою  $A =$   
 $R_{\text{окр}} \text{ tg } \beta$ , (1.19) де  $\beta$  – кут нахилу зубів зубчастої передачі попередньо приймаємо  $\beta = 23^\circ 30'$ . Осьова  
навантаження на підшипник з (1.21)  $A = 639 * 0,435 = 278 \text{ Н}$ . Підставимо всі відомі дані у формулу  
(1.18)  $C = (1 * 15238 + 3,5 * 278) * 2,5 * 1 * (3000 * 3000)^{0,03} = 65520 \text{ Н}$ . Для високооборотних механізмів  
краще використовувати шарикопідшипники. Вибираємо по ГОСТ 28428-90 шарикопідшипник  
радіальний сферичний дворядний № 1611, у якого  $C = 76000 \text{ Н}$ . 1.6.6 Розрахунок дебалансів 1.6.7  
Розрахунок конструктивних елементів По конструктивних міркувань вибираються наступні розміри  
і форм дебалансів (рисунок 1.13). Рисунок 1.13 – Розрахункова схема дебаланса Позначення на  
рисунку мають такі величини:  $R = 0,145 \text{ м}$ ;  $R_1 = 0,138 \text{ м}$ ;  $r = 0,04 \text{ м}$ ;  $r_1 = 0,042 \text{ м}$ ;  $d = 0,055 \text{ м}$ ;  $t = 0,015$   
 $\text{ м}$ ;  $t_1 = 0,005 \text{ м}$ . Решта розмірів визначаються з умови отримання необхідних вимушених коливань  
 $P_v = 59277 \text{ Н}$  при числі оборотів вала вібратора  $n = 3000 \text{ об/мин}$ . Необхідний кінетичний момент  
одного дебаланса, (1.20) =  $0,92 \text{ (кг}^* \text{ м)}$ . Кінетичний момент відомої частини дебаланса (рисунок  
1.14)  $K_1 = S_1 \gamma t_1 \rho_1$ , (1.21) де  $S_1$  – площа поперечного перерізу;  $\gamma$  – питома вага дебаланса ( $\gamma =$   
 $7,85 * 10^3 \text{ кг/м}^3$ );  $\rho_1$  – радіус інерції перерізу. Рисунок 1.14 – Ескіз частини дебаланса 1 Площа  
перерізу 1, (1.22) =  $0,027 \text{ (м}^2)$ . Радіус інерції перерізу 1, (1.23) =  $0,0623 \text{ (м)}$ . Після підстановки цих  
даних в (1.24) отримуємо  $K_1 = 0,027 * 7,85 * 10^3 * 0,015 * 0,0623 = 0,198 \text{ кг}^* \text{ м}$ . Кінетичний момент  
додавкової частини дебаланса (рисунок 1.15)  $K_2 = S_2 \gamma t_2 \rho_2$ , (1.24) де  $S_2$  – площа поперечного  
перерізу;  $\rho_2$  – радіус інерції перерізу. Рисунок 1.15 – Ескіз частини дебаланса 2 Площа перетину  
2, (1.25) =  $0,0303 \text{ (м}^2)$ . Радіус інерції перерізу 2, (1.26) =  $0,0656 \text{ (м)}$ . Після підстановки обчислень по  
(1.28) и (1.29) в (1.30) отримуємо  $K_2 = 0,0303 * 7,85 * 10^3 * 0,005 * 0,0656 = 0,078 \text{ Н}^* \text{ м}$ . Кінетичний  
момент основної частини дебаланса (рисунок 1.16)  $K_{\text{осн}} = K - K_1 - K_2$ . (1.27)  $K_{\text{осн}} = 0,92 - 0,198 -$   
 $0,078 = 0,644 \text{ (кг}^* \text{ м)}$ . Рисунок 1.16 – Ескіз основної частини дебаланса 3 Площа основної частини де  
баланса (рисунок 1.16) =  $0,0305 \text{ (м}^2)$ . Відстань від осі обертання до центра ваги (рисунок 1.6) =

0,0651 (м). Кінетичний момент основної маси визначений за (1.30). З іншого боку за формулою (1.27) або аналогічної (1.24) можна визначити товщину основної частини дебаланса. (1.28) = 0,0413 (м). Приймаємо товщину основної частини дебаланса  $t = 0,04$  м. Розрахунок вкладишів в дебаланс проводиться з умови, що центральні вкладиші обурює силу  $P_c = 5000$  Н, а бічні  $P_b = 7000$  Н. Згідно формули (22) кінетичний момент центрального вкладиша дебаланса = 0,0775 (кг\*м). Кінетичний момент бічних вкладишів дебаланса = 0,108 (кг\*м). Кінетичний момент одного бокового вкладиша  $K_{16} = 0,054$  (кг\*м). Приймаємо ваги вкладишів однаковими. Тоді вираз для кута між центральним і бічним вкладишем. (1.29) Звідси =  $45^{\circ}50'$ . Необхідна довжина центрального вкладиша визначається із залежності. (1.30) З конструктивних міркувань приймаємо  $d_c = 0,044$  м;  $r_c = 0,112$  м. З формули (32) визначаємо довжину вкладиша. (1.31) = 0,056 (м). Радіус інерції бокового вкладиша. (1.32)  $P_b = 0,112 * 0,8 = 0,07$  (м). 1.6.8 Розрахунок дебалансів на міцність. Визначимо напруги в найтоншій частині стінки дебаланса навколо отвору для вала (рисунок 1.15). Ця частина називається шийкою дебаланса. Розглянемо задачу в статичній постановці для циліндра, навантаженого внутрішнім тиском (рисунок 1.16). Завдання визначення напружень і переміщень в товстостінній циліндрі носить назву завдання Ламі, на ім'я вченого XIX століття, дав його рішення. Рисунок 1.17 – Розрахункова схема. На рисунку 1.17 показані епюри зміни радіального  $\sigma_r$  і окружного  $\sigma_t$  напружень по товщині циліндра при навантаженні внутрішнім тиском  $p$ . Окружна напруга є розтягувальна а радіальна стискаюча. У нашому випадку вважаючи висоту циліндра малою вважаємо його кільцем шириною  $t$ . У внутрішній поверхні кільця  $\sigma_t$  досягає максимального значення [10], (1.33) де  $a$  – внутрішній радіус шийки дебаланса ( $a = 0,0275$  м);  $b$  – зовнішній радіус шийки дебаланса ( $b = 0,04$  м). Радіальне напруження у внутрішній поверхні одно –  $p$ . Визначимо внутрішній тиск  $p$ . На шийку дебаланса діє обурювальна сила, створюється дебаланс  $P_D = 0,25 P_B$ , вируховане вище по формулі (12). Якщо мисленно розрізати кільце по горизонталі, то половина зусилля  $P_D$  урівноважиться напруженням  $\sigma_t$ , розподіленим по площі його дії.  $0,5 P_D = \sigma_t t (b - a)$ . (1.34) З (35) визначаємо  $\sigma_t$  і підставляємо в праву частину (36). Після перетворень отримуємо вираз. (1.35) За теорією найбільших дотичних напружень (в разі відсутності осьової сили). (1.36) Підставляємо сюди (37) і отримуємо. (1.37) Підставляємо сюди численні значення  $91613867$  (Па) = 91,6 (МПа). Напруга, що допускається для матеріалу дебаланса (ст. 3)  $[\sigma] = 120 - 140$  МПа. Для розглянутого випадку  $\sigma_{зв} < [\sigma]$ . 1.6.9 Висновки за розділом. Проведено огляд конструкцій ВС. Детально розглянуто конструкцію вібраційного столу ВС-21432. Розглянуто конструкцію приводів для вібраційних столів. Обґрунтовано вибір конструкції інерційного привода для вібраційного столу ВС-21432. Проведено розрахунок пружної системи вібраційного столу. Пружними елементами обрані сталеві пружини. Обґрунтовані їх дані. Проведено розрахунок потрібної потужності. Обрано електродвигун марка АИР90L2. За стандартними методиками проведено розрахунок підшипників і дебалансу приводу вібростолу.

## РОЗДІЛ 2

### ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ

#### 2.1 Документація на вібраційний стіл ВС 21432 ІНСТРУКЦІЯ З ПРИЙМАННЯ. ПЕРЕВІРКА ТРАНСПОРТНОЇ ДЕКЛАРАЦІЇ: Перевірте кожну позицію по транспортній декларації. У разі виявлення будь-яких ушкоджень або недостачі відзначте це в транспортній накладній.

**ПРАВИЛЬНЕ ПЕРЕМІЩЕННЯ:** Кожен вібраційний стіл поставляється укомплектованим підйомними скобами, розташованими у верхній частині бічних панелей на всіх чотирьох кутах вібраційного столу. Закріплюйте стропи на всіх підйомних скобах. Для підвищення безпеки рекомендується використовувати сталеві троси, а не ланцюга.

**ПРИМІТКА:** ніколи не піднімайте весь вібраційний стіл, закріплюючи стропи на механізмі або на станині механізму.

**В. ЗБЕРІГАННЯ:** Якщо до установки передбачається зберігати вібраційний стіл протягом тривалого часу, то необхідно вжити таких запобіжних заходів:

1. При зберіганні на відкритому повітрі - Схильні до дії оточуючих умов деталі технологічного столу необхідно зняти і зберігати в приміщенні.
2. Заходи щодо захисту механізму - У кожен механізм на заводі заливається масло, що містить консервуючі добавки і інгібітори корозії, що забезпечує захист внутрішніх деталей від корозії протягом трьох місяців. У момент введення вібраційного столу в експлуатацію це масло необхідно замінити, залити рекомендоване робоче масло. Якщо вібраційний стіл передбачається зберігати протягом періоду, що перевищує три місяці, то захисне масло з інгібіторами корозії необхідно злити і залити якість масло, що запобігає корозії.

**ВСТАНОВЛЕННЯ ОПОРНИХ КОНСТРУКЦІЙ** Опорні балки для вашого вібраційного столу повинні бути горизонтальними і лежати на одній лінії. Балки повинні мати



достатню твердість, щоб витримувати вагу вібраційного столу з оброблюваним матеріалом, а крім того, протистояти вібрації. Відстань між опорними балками повинно бути якомога коротшим. При виборі розміру балок необхідно враховувати всі докладені до них навантаження. Формули для розрахунку статичного навантаження і власної частоти конструкції можна знайти в інженерних довідниках. Необхідні для установки розміри наведені на установчому кресленні монтируемого вібраційного столу.

**ПІДДОНИ І ЛОТКИ** Між вібраційним столом і будь-якими нерухомими предметами (такими як піддони і лотки) повинен забезпечуватися зазор не менше 50 мм. Конструкція лотка повинна забезпечувати раціональний розподіл форм з матеріалом по всій ширині вібраційного столу. Вхідний лоток повинен бути розташований таким чином, щоб форми з матеріалом опускалися на вібраційний стіл максимально м'яко. Приймальний піддон повинен забезпечувати розміщення на ньому всіх форм з матеріалом після обробки їх на вібраційному столі.

**ІНСТРУКЦІЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ** Вібраційний стіл дуже простий в експлуатації і при необтяжливим уваги і турботи він довгий час буде безперебійно служити Вам. Перш ніж почати користуватися столом необхідно провести наступні вихідні передпускові перевірки:

**ЗМАЩЕННЯ** Ваш стіл був випущений із заводу з залитим маслом, що містить захисні присадки та інгібітори корозії, які зберігають внутрішні деталі протягом трьох місяців. Перед запуском це захисне масло необхідно замінити рекомендованим експлуатаційним маслом. Це рекомендоване експлуатаційне масло (технічні характеристики масла наведені в розділі «Масило» Інструкції з технічного обслуговування) вибирається в залежності від оточуючих температур, при яких буде експлуатуватися ваш стіл. Після перших 40 годин експлуатації це масло необхідно замінити. Після цієї першої заміни масла його необхідно замінювати через регулярні інтервали часу приблизно рівні 800 годинах експлуатації. Обов'язково перевіряйте рівень масла в механізмі, т. як. Дуже високий рівень веде до роботи машини при підвищеній температурі або до занадто тугого проворачиванню. Занадто низький рівень масла може вести до виходу з ладу підшипників через недостатнє змащування.

**ЗАЗОРИ І ЗАТЯЖКА БОЛТІВ** Перед вихідними запуском необхідно перевірити надійність затягування всіх болтів. (Примітка: більшість болтів кріплення бічних панелей є самоконтряшійся болтами, які не потребують перевірки.) Перед тим, як запустити машину, перевірте, чи забезпечений зазор не менше 50 мм між столом і будь-якими нерухомими предметами.

**ПРОФІЛАКТИЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ** Добре організована програма профілактичного обслуговування є необхідною умовою забезпечення оптимальної роботи будь-якого обладнання. Для полегшення виконання вашої програми технічного обслуговування столів необхідно виконувати наступні операції профілактичного обслуговування:

**ЗАМІНА МАСЛА** Після першої вихідної заміни масла наступні заміни необхідно проводити через регулярні інтервали часу, які становлять близько 800 годин експлуатації.

**ЗАТЯЖКА БОЛТІВ** Періодично слід перевіряти затяжку всіх болтів корпусу і механізму і в разі необхідності підтягувати незатягнуті болти.

**БОЛТИ КРІПЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ** Болти кріплення механізму до його опорних балок повинні бути надійно затягнуті. При слабкій затягуванні болтів механізм стукає по балках, викликаючи їх руйнування. Надійність затягування болтів слід перевіряти принаймні один раз на місяць.

**РІВЕНЬ ШУМУ ПРИ РОБОТІ ВІБРОСТОЛА** Метою зниження виробничого шуму деталі столу (стіл, рухлива траверса, верхня траверса і опорна рама), на які діють динамічні навантаження, виконані литими. Це дозволило знизити рівень шуму до 85 Дб.

**РЕМОНТНІ РОБОТИ** При проведенні ремонтних робіт на вібраційних столах часто виникає необхідність в заміні деталей. При замовленні нових деталей см. Інструкції по позначенню і замовленню деталей.

## 2.2 Техніка безпеки До експлуатації та обслуговування вібраційного стола допускаються особи, ознайомлені з його технічним описом. При експлуатації і обслуговуванні вібраційного стола повинно бути забезпечено виконання вимог правил безпеки для підприємств і організацій хімічної промисловості. Всі роботи з монтажу вібраційного стола, пов'язані з підйомом, стропуванням і роз стропуванням окремих його елементів повинні проводитися відповідно до загальних вимог до стропування, прийнятими в промисловості. Необхідна максимальна вантажопідйомність підйомних машин, для підйому складових частин вібраційного стола, повинна становити 1 тону. Всі регулювання і підтяжку кріплення виконувати тільки при відключеному столі. Температура нагріву гумових елементів не повинна перевищувати температуру навколишнього середовища більше ніж на 40 °С. У зоні дії вібраційного стола не повинні перебувати особи, які не зайняті в його обслуговуванні. Майданчик в

зоні роботи вібраційного стола повинний бути очищений від сторонніх предметів. ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:- працювати при несправному столі;- виконувати роботи, які не відповідають призначенню вібраційного стола;- включати стіл при наявності несправностей у системах блокувань і сигналізації;- проводити регулювання і ремонт вібраційного стола при підключених електродвигунах, або при роботі вібраційного стола;- експлуатувати стіл без заземлення корпусу або при несправному заземленні.

ВИСНОВКИ

1. Проведено огляд конструкцій вібраційних столів. Основні напрямки їх використання: будівельна промисловість (вироби з бетону) і хімічна промисловість (вогнестійкі вироби та діелектрики).
2. Детально розглянуто конструкцію вібраційного стола ВС-21432.
3. Розглянуто конструкції приводів для вібраційних столів.
4. Обґрунтовано вибір конструкції інерційного привода для вібраційного стола ВС-21432.
5. Проведено розрахунок пружної системи вібраційного стола. Пружними елементами обрані сталеві пружини. Обґрунтовані їх дані.
6. Проведено розрахунок потрібної потужності. Обрано електродвигун марка АИР90Л2.
7. За стандартними методиками проведено розрахунок підшипників вала і дебалансу привода вібраційного стола.
8. Розроблена конструкторська документація на основні елементи вібростолу.
9. Розроблена інструкція з експлуатації та правил безпеки при роботі на вібраційному столі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Бауман В.А., Быховский И.И. **Вибрационные машины и процессы в строительстве. Учебное пособие для студентов строительных и автомобильно-дорожных вузов.** – М., «Высшая школа», 1977. – 255 с.

Ланець О.С., Тихоміров А.І., Ланець О.В. Створення вібраційних столів та плит різного типу // «Вібрації в техніці та технологіях»: тези доп. XIV Міжнародної наук.-техн. конф., 21 – 25 верес. 2015 р., м. Дніпропетровськ / М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпропетровськ: НГУ, 2015. – С. 42-43.

Потураев В.Н., Франчук В.П., Червоненко А.Г. **Вибрационные транспортирующие машины.** Изд-во «Машиностроение», М., 1964. – 272 с.

Гончаревич И.Ф. **Принципиальное устройство привода вибрационных машин (вibrаторов) и направления его развития \ \ Применение вибротехники в горном деле.** Сборник статей \ – М.: ГОСГОРТЕХИЗДАТ, 1960. – 304 с.

Гладков С.Н. **Электромеханические вибраторы.** – М.: Машиностроение, 1966. – 83 с.

Быховский И.И. **Основы теории вибрационной техники.** М: Машиностроение, 1978 г. – 416 с.

Пановко Я.Г. **Основы прикладной теории колебаний и удара.** Л: Машиностроение, 1976 г. – 320 с.

Анурьев В.И. **Справочник конструктора – машиностроителя.** Т. 2. – М.: Издательство «Машиностроение», 1982 – 584 с.

Анурьев В.И. **Справочник конструктора – машиностроителя.** Т. 3. – М.: Издательство «Машиностроение», 1982 – 375 с.

Феодосьев В.И. **Соппротивление материалов.** – М.: Наука, 1970. – 544 с.

Мягков В.Д. **Краткий справочник конструктора.** – Л.: «Машиностроение», 1975. – 814 с.

[0:01:52] Ra **Найдено 1% совпадений** по адресу: [https://studopedia.com.ua/1\\_10464\\_rozrahunok-potuzhnostiI-vibr-elektrodvigunIv.html](https://studopedia.com.ua/1_10464_rozrahunok-potuzhnostiI-vibr-elektrodvigunIv.html)

[0:01:52] Bi **Найдено 1% совпадений** по адресу: [https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65625b3ad78b4c43a88421206d37\\_0.html](https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65625b3ad78b4c43a88421206d37_0.html)

[0:01:52] Ra **Найдено 1% совпадений** по адресу: <https://megapredmet.ru/1-58942.html>

[0:01:53] Ra **Найдено 1% совпадений** по адресу: <https://mylektsii.ru/6-368.html>

[0:02:22] Возникла ошибка при чтении файла: <https://cdn.cloud.grohe.com/tpi/1000/1700/1760/1761/1761094/original/1761094.pdf> ( **Недоступно чтение через IFilter** )

[0:02:22] Возникла ошибка при чтении файла: <https://cdn.cloud.grohe.com/tpi/1000/1400/1470/1470/1470867/original/1470867.pdf> ( **Недоступно чтение через IFilter** )

[0:02:31] Ra **Найдено 1% совпадений** по адресу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Машинобудування>

[0:02:50] Yаh **Найдено 1% совпадений** по адресу: [https://www.slideshare.net/kholodyon/9-klas-informatikamorze2017\(Сохраненная копия\)](https://www.slideshare.net/kholodyon/9-klas-informatikamorze2017(Сохраненная копия))

[0:02:51] Ra **Найдено 1% совпадений** по адресу: [https://pidruchniki.com/1701120538291/bzhd/normuvannya\\_vibratsiyi](https://pidruchniki.com/1701120538291/bzhd/normuvannya_vibratsiyi)

[0:02:53] Возникла ошибка при чтении файла: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/27887/1/122444.pdf> ( Недоступно чтение через IFilter )

[0:02:54] **Yah** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://www.slideshare.net/andrewvodianyi/c-2018-52168550>(Сохраненная копия)

[0:03:13] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://studfiles.net/preview/5726515/page:2/>

[0:03:13] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: [https://revolution.allbest.ru/manufacture/00443623\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/manufacture/00443623_0.html)

[0:03:15] Возникла ошибка при чтении файла: [http://znp.pntu.edu.ua/files/archive/ua/43\\_2015/29.pdf](http://znp.pntu.edu.ua/files/archive/ua/43_2015/29.pdf) ( Недоступно чтение через IFilter )

[0:03:19] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №70-1 (4207 миллисек.): <https://www.discogs.com/Pink-Floyd-The-Dark-Side-Of-The-Moon/master/10362>(Сохраненная копия) ( Too big page )

[0:04:13] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://studfiles.net/preview/5645932/page:29/>

[0:04:13] **Ra** Найдено 2% совпадений по адресу: <http://e-tech.pp.ua/609-vbracyna-ploschadka.html>

[0:04:17] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: [https://studopedia.ru/16\\_15309\\_vantazhopIdyomniI-mashini-ta-obladnannya.html](https://studopedia.ru/16_15309_vantazhopIdyomniI-mashini-ta-obladnannya.html)

[0:04:21] Возникла ошибка при чтении файла: <http://eodg.atm.ox.ac.uk/user/dudhia/rowing/physics/rowing.pdf> ( Недоступно чтение через IFilter )

[0:04:43] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://mehanik-ua.ru/lektsiji-transmissiya-i-khodova-chastina/1482-kardanni-peredachi-zagalnij-ustrij-tipi-i-zastosuvannya-kardannikh-peredach.html>

[0:05:07] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: [https://zinref.ru/000\\_uchebniki/00850\\_energetica/004\\_montaj\\_i\\_remont\\_teplovih\\_elektr\\_stanci\\_lekcii\\_ukraina/027.htm](https://zinref.ru/000_uchebniki/00850_energetica/004_montaj_i_remont_teplovih_elektr_stanci_lekcii_ukraina/027.htm)

[0:05:12] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: [https://pidruchniki.com/15800119/bzhd/parametri\\_vidi\\_vibratsiyi\\_diya\\_organizm\\_lyudini](https://pidruchniki.com/15800119/bzhd/parametri_vidi_vibratsiyi_diya_organizm_lyudini)

[0:05:13] Возникла ошибка при чтении файла: [http://www.mpifg.de/pu/mpifg\\_dp/dp96-6.pdf](http://www.mpifg.de/pu/mpifg_dp/dp96-6.pdf) ( Недоступно чтение через IFilter )

[0:05:13] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://systemax.ua/ua/elektrodivigateli/trehfaznye-obshepromyshlennye-elektrodivigateli/air/>

[0:05:14] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-76/112.htm>

[0:05:19] **Bi** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0103-09>

[0:05:19] **Yah** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://www.slideshare.net/SvinkaPepa/7-geog-gil2015ua-76904149>(Сохраненная копия)

[0:05:32] **Bi** Найдено 1% совпадений по адресу: [http://ua-referat.com/Устаткування\\_підприємств\\_громадського\\_харчування\\_2](http://ua-referat.com/Устаткування_підприємств_громадського_харчування_2)

[0:05:52] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://bibliograph.com.ua/armatura-beton/44.htm>

[0:05:52] **Yah** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://issuu.com/kt.ua/docs/> -(Сохраненная копия)

[0:05:56] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-176-tehnologia-betona/41.htm>

[0:05:56] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://bibliograph.com.ua/beton-6/10.htm>

[0:05:58] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №209-1 (4259 миллисек.): <https://issuu.com/505188/docs/05-2011ukr>(Сохраненная копия) ( Too big page )

[0:05:58] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://uadoc.zavantag.com/text/10910/index-1.html?page=2>

[0:05:59] Возникла ошибка при чтении файла: <http://myweb.fsu.edu/tsalmon/limitprice.pdf> ( Недоступно чтение через IFilter )

[0:05:59] Возникла ошибка при чтении файла: <http://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp13/6.2/6.2-31.pdf> ( Недоступно чтение через IFilter )

[0:06:19] **Bi** Найдено 1% совпадений по адресу: [https://revolution.allbest.ru/manufacture/00582836\\_0.html](https://revolution.allbest.ru/manufacture/00582836_0.html)

[0:06:19] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: [https://studopedia.com.ua/1\\_10644\\_pryamoliniyni-kolivannya-materialnoi-tochki.html](https://studopedia.com.ua/1_10644_pryamoliniyni-kolivannya-materialnoi-tochki.html)

[0:06:21] **Bi** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://uapatents.com/4-25771-sposib-viznachennya-parametriv-trimasovo-mekhanichno-kolivalno-sistemi-vibracijjno-mashini-z-elektromagnitnim-privodom.html>

[0:06:48] Возникла ошибка при чтении файла: <http://www.fao.org/3/a-mu348e.pdf> ( **Недоступно чтение через IFilter** )

[0:06:49] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://poradumo.com.ua/36053-yak-zrobiti-vibrostitl-svoyimi-rukami/>

[0:06:50] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №240-1 (4321 миллисек.): [https://issuu.com/portfel\\_schoolbooks2/docs/10-klas-fizika-zasekina-2018-prof](https://issuu.com/portfel_schoolbooks2/docs/10-klas-fizika-zasekina-2018-prof)(Сохраненная копия) ( **Too big page** )

[0:06:51] **Bi** Найдено 1% совпадений по адресу: [https://issuu.com/not-ka/docs/pshu014\\_i\\_in\\_the\\_world](https://issuu.com/not-ka/docs/pshu014_i_in_the_world)(Сохраненная копия)

[0:06:53] **Bi** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://docs.chdkt.cv.ua/uploads/complex/lekcii/5.htm>

[0:06:54] **Bi** Найдено 1% совпадений по адресу: [https://issuu.com/maximzheleznyak/docs/obrazotvorche\\_mystectvo\\_7klas\\_fedun](https://issuu.com/maximzheleznyak/docs/obrazotvorche_mystectvo_7klas_fedun)(Сохраненная копия)

[0:06:54] Возникла ошибка при чтении файла: <http://www.palmbeachstate.edu/ieece/Documents/W9EX.pdf> ( **Недоступно чтение через IFilter** )

[0:06:57] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://mehanik-ua.ru/pidruchnik-materialoznavstvo/698-legovani-stali.html>

[0:06:59] **Yah** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://www.slideshare.net/nelarina/ss-12560809>(Сохраненная копия)

[0:07:01] **Bi** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://vo.ukraine.edu.ua/mod/resource/view.php?id=1448>

[0:07:26] **Yah** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://www.slideshare.net/ssuser75be42/3-58134208>(Сохраненная копия)

[0:07:43] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://electric-in-home.com/period-of-alternating-current-what-is-alternating-current-and-alternating-voltage/>

[0:07:43] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://electric-guide.com/the-torque-moment-is-the-formula-power-and-torque-of-the-motor.html>

[0:08:02] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://um.co.ua/2/2-14/2-144587.html>

[0:08:20] **Yah** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://www.slideshare.net/IgorShuvarsky/6-45787898>(Сохраненная копия)

[0:08:24] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://studfiles.net/preview/3540090/page:5/>

[0:08:27] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://www.kazedu.kz/referat/51539/2>

[0:08:28] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <http://jak.bono.odessa.ua/articles/zatiskachi-ekscentrikovi.php>

[0:09:00] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №370-2 (4136 миллисек.): <https://www.shell.com/sustainability/communities/working-with-communities.html>(Сохраненная копия) ( **Too big page** )

[0:09:32] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://systemax.ua/ua/elektrodvigateli/trehfaznye-obshpromyshlennye-elektrodvigateli/air/air9014--2-2-kvt-1500-ob-min-.html>

[0:09:32] Возникла ошибка при чтении файла: <http://www.math.lsa.umich.edu/~tfylam/Math221/2.pdf> ( **Недоступно чтение через IFilter** )

[0:09:35] **Ra** Найдено 1% совпадений по адресу: <https://studfiles.net/preview/5241688/page:6/>

[0:09:39] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №409-2 (4255 миллисек.): [https://issuu.com/portfel\\_schoolbooks/docs/9\\_klas\\_fizika\\_zasekina\\_2017](https://issuu.com/portfel_schoolbooks/docs/9_klas_fizika_zasekina_2017)(Сохраненная копия) ( **Too big page** )

[0:09:39] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №409-3 (4271 миллисек.): [https://issuu.com/portfel\\_schoolbooks/docs/9\\_klas\\_fizika\\_zasekina\\_2017\\_pogl](https://issuu.com/portfel_schoolbooks/docs/9_klas_fizika_zasekina_2017_pogl)(Сохраненная копия) ( Too big page )

[0:09:50] Возникла ошибка при чтении файла: [http://www.mouser.com/pdfDocs/UCC\\_Part-Numbering-System.pdf](http://www.mouser.com/pdfDocs/UCC_Part-Numbering-System.pdf) ( Недоступно чтение через IFilter )

[0:10:24] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: [https://stud.com.ua/84705/tehnika/vibir\\_rozrahunok\\_pidshipnikiv\\_kochennya](https://stud.com.ua/84705/tehnika/vibir_rozrahunok_pidshipnikiv_kochennya)

[0:10:47] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: <https://studfiles.net/preview/5437397/page:3/>

[0:10:47] Возникла ошибка при чтении файла: [http://www.cc.gatech.edu/dimacs10/papers/\[18\]-dimacs10\\_ovelgoennegeyerschulz.pdf](http://www.cc.gatech.edu/dimacs10/papers/[18]-dimacs10_ovelgoennegeyerschulz.pdf) ( Недоступно чтение через IFilter )

[0:10:50] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: [https://studopedia.ru/18\\_43098\\_prikladi-rozvyazku-zadach.html](https://studopedia.ru/18_43098_prikladi-rozvyazku-zadach.html)

[0:11:21] Возникла ошибка при чтении файла: [http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3833/1/K\\_1.pdf](http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3833/1/K_1.pdf) ( Недоступно чтение через IFilter )

[0:11:33] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: [https://studopedia.net/5\\_13455\\_rozglyanemo-dekilka-shem-do-rozrahunkiv-sili-zatisku.html](https://studopedia.net/5_13455_rozglyanemo-dekilka-shem-do-rozrahunkiv-sili-zatisku.html)

[0:12:28] Возникла ошибка при чтении файла: <http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2015/05/ОП-у-диплом.-бакалавр-1.pdf> ( Недоступно чтение через IFilter )

[0:12:29] Возникла ошибка при чтении файла: <https://zerkalov.org.ua/files/0.00-7.08-07.pdf> ( Недоступно чтение через IFilter )

[0:12:37] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/n0001303-94>

[0:13:07] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: <http://vkazivka.com/poradu/cherez-skilki-minyati-maslo-v-dviguni-vibir-terminu-zamini-avtomobilnogo-masla.html>

[0:13:08] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №529-1 (4276 миллисек.): <https://issuu.com/505188/docs/ohorona-pratsi-07-12>(Сохраненная копия) ( Too big page )

[0:13:10] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: [http://ua-referat.com/Класифікація\\_моторних\\_масел](http://ua-referat.com/Класифікація_моторних_масел)

[0:13:13] Bi Найдено 1% совпадений по адресу: <https://ukrbukva.net/print:page,1,54254-Tehnicheskoe-obsluzhivanie-i-remont-lokomotivov-podvizhnogo-sostava.html>

[0:13:13] Bi Найдено 1% совпадений по адресу: <https://belreferatov.net/regulyvannya-ta-texnichnij-oglyad-priladiv-elektroobladnannya-na-avtomobili-zaz-1102/>

[0:13:16] Yah Найдено 1% совпадений по адресу: <https://www.basketball-reference.com/players/s/shumajo01.html>

[0:13:49] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: [https://pidruchniki.com/18800413/turizm/benket\\_stolom\\_povnim\\_obslugovuvannyam\\_ofitsiantami](https://pidruchniki.com/18800413/turizm/benket_stolom_povnim_obslugovuvannyam_ofitsiantami)

[0:13:54] Yah Найдено 1% совпадений по адресу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0279-15>

[0:13:55] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: <http://tc.kpi.ua/content/book2005/book1/glav063/063.html>

[0:13:55] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1648-12>

[0:13:56] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: <https://zakon.rada.gov.ua/go/va039282-99>

[0:13:56] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: [https://studopedia.ru/6\\_25652\\_pruzhnI-elementi-v-mashinah.html](https://studopedia.ru/6_25652_pruzhnI-elementi-v-mashinah.html)

[0:14:14] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: <https://www.twirpx.com/file/49736/>

[0:14:15] Ra Найдено 1% совпадений по адресу: [http://wiki.lp.edu.ua/wiki/Ланець\\_Олексій\\_Степанович](http://wiki.lp.edu.ua/wiki/Ланець_Олексій_Степанович)

[0:14:34] Возникла ошибка при загрузке страницы из запроса №580-3 (3993 миллисек.): <https://www.coursera.org/learn/systems-thinking/>(Сохраненная копия) ( Too big page )

[0:14:39] Yah Найдено 1% совпадений по адресу: <http://gmi.nmu.org.ua/ua/nauka/Publications/>

[0:14:40] Yah Найдено 1% совпадений по адресу: <http://gmi.nmu.org.ua/ru/nauka/Publications/>

[0:14:46] Yah Найдено 1% совпадений по адресу: <https://www.dissercat.com/content/vibratsionnyi-privod-vrashchayayushchikhsya-rabochikh-organov-separiruyushchikh-mashin>

- [0:14:46] **Ra** **Найдено 1% совпадений** по адресу: [https://www.alib.ru/5\\_panovko\\_ya\\_g\\_osnovy\\_prikladnoj\\_teorii\\_kolebanij\\_i\\_udara\\_w1t246632dacc7fa45007969258e6d1d0ced0be.html](https://www.alib.ru/5_panovko_ya_g_osnovy_prikladnoj_teorii_kolebanij_i_udara_w1t246632dacc7fa45007969258e6d1d0ced0be.html)
- [0:14:47] **Bi** **Найдено 1% совпадений** по адресу: <https://www.dissercat.com/content/vertikalnaya-vibratsionnaya-melnitsa>
- [0:14:47] **Yah** **Найдено 1% совпадений** по адресу: <https://www.dissercat.com/content/mekhaniko-tehnologicheskoe-obosnovanie-protssessa-smeseprigotovleniya>
- [0:14:47] **Ra** **Найдено 1% совпадений** по адресу: [https://www.alib.ru/5\\_panovko\\_ya\\_g\\_osnovy\\_prikladnoj\\_teorii\\_kolebanij\\_i\\_udara\\_w1t2518f7ca94455645e8258cb1091b1c071002.html](https://www.alib.ru/5_panovko_ya_g_osnovy_prikladnoj_teorii_kolebanij_i_udara_w1t2518f7ca94455645e8258cb1091b1c071002.html)
- [0:14:48] **Bi** **Найдено 1% совпадений** по адресу: <https://www.dissercat.com/content/dinamika-vibratsionnykh-tehnologicheskikh-protssesov-i-mashin-dlya-pererabotki-neodnorodny-0>
- [0:14:51] **Bi** **Найдено 1% совпадений** по адресу: <http://fizmathim.com/problems-dinamiki-prochnosti-i-teorii-rabochego-protssessa-vibratsionnykh-grohotov-dlya-pererabotki-mineralnogo-syrya>
- [0:14:57] **Yah** **Найдено 1% совпадений** по адресу: <https://studfiles.net/preview/6756273/>
- [0:14:58] **Yah** **Найдено 1% совпадений** по адресу: <https://studfiles.net/preview/2386851/page:9/>
- [0:14:59] Возникла ошибка при чтении файла:  
[https://www.gubkin.ru/faculty/mechanical\\_engineering/chairs\\_and\\_departments/machines\\_and\\_equipment/metodicheskie-materialy/spisok\\_literaturi.pdf](https://www.gubkin.ru/faculty/mechanical_engineering/chairs_and_departments/machines_and_equipment/metodicheskie-materialy/spisok_literaturi.pdf) ( **Недоступно чтение через IFilter** )
- [0:15:04] **Bi** **Найдено 1% совпадений** по адресу: <http://fizmathim.com/modelirovanie-teplovoy-erozii-poverhnosti-tvyordogo-tela-pod-deystviem-moschnykh-impulsnykh-puchkov-zaryazhennykh-chastits>
- [0:15:09] **Bi** **Найдено 1% совпадений** по адресу: <http://tekhnosfera.com/resursosberegayuschie-tehnologii-vosstanovleniya-detaley-selskohozyaystvennoy-tehniki-i-oborudovaniya-elektrokontaktnoy-p>
- [0:16:41] Тип проверки: *Глубокая*
- [0:16:41] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 28%)**
- [0:16:41] **Уникальность текста 95%**<sup>©</sup> (Проигнорировано подстановок: 0%)
-