

---

**Міністерство освіти і науки України  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**



# **Матеріали**

**VI Всеукраїнської науково-технічної конференції  
«Створення, експлуатація і ремонт  
автомобільного транспорту та  
будівельної техніки»  
11 травня 2023 р.**

**Полтава 2023**

---



---

Матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Створення, експлуатація і ремонт автомобільного транспорту та будівельної техніки» (11 травня 2023 року, м. Полтава) / ред.: М.М. Нестеренко – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2023. – 105 с.

У збірнику представлені результати наукових досліджень та розробок із машинобудування, інженерної механіки, експлуатації та будови автомобілів, анонсовані у доповідях VI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Створення, експлуатація і ремонт автомобільного транспорту та будівельної техніки», що відбулася 11 травня 2023 року в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» у м. Полтаві).

Збірник призначений для інженерних та науково-педагогічних працівників, аспірантів і студентів старших курсів.

Матеріали видаються відповідно до рішення вченої ради Навчально-наукового інституту інформаційних технологій та робототехніки Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» від 31.05.2023 р., протокол № 11.

Відповідальний за випуск – завідувач кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки, к.т.н., доцент Орісенко О.В.

Редакційна колегія:

О.В. Орісенко – к.т.н., доцент, завідувач кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки – головний редактор;

М.М. Нестеренко – к.т.н., доцент кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки.

Матеріали друкуються в авторській редакції.

---

Назаренко Іван Іванович, д.т.н., професор,  
Запривода Андрій Віталійович, к.т.н., доцент  
Київський національний університет будівництва і архітектури  
Бондаренко Андрій Єгорович, к.т.н., доцент  
Одеська державна академія будівництва і архітектури

## ДИНАМІКА ДВОМАСНИХ ВІБРОУЩІЛЬНУЮЧИХ МАШИН

*Анотація.* В роботі досліджено динаміку двомасних лінійних і нелінійних вібраційних машин для ущільнення будівельних сумішей при виробництві бетонних виробів та поверхневого ущільнення дорожнього полотна. В роботі запропонована наукова ідея, у відповідності до якої математична модель вібраційної системи «машина – середовище» визначається на основі врахування внутрішньої структури вказаних підсистем як єдиної, не дивлячись на різну їх фізичну природу і будову. Такий методологічний підхід дав можливість комплексно розглянути складові кожної підсистеми, визначивши таким чином параметри, що забезпечують максимальну передачу енергії на протікання досліджуваних технологічних процесів. Дослідження за такою методикою дало можливість розробити алгоритми та методики визначення оптимальних режимів та параметрів робочого процесу ущільнення будівельних сумішей.

**Викладення матеріалу дослідження.** Розвиток теорії вібраційних технологічних машин і процесів ґрунтується на вихідних положеннях коректного реального відображення реального процесу у формуванні фізичної та математичної моделі та визначення основних параметрів[1-5].

Прагнення використати ефективний резонансний режим потребує створення двомасних вібраційних машин [1] оскільки одномасна резонансна машина не задовольняє умовам віброізоляції її від фундаменту. В роботі розглянуто дві схеми[2], класична з гармонійним рухом мас (рис1,а) та приведена з нелінійним рухом мас (рис1,б).

Дослідженнями лінійних вібраційних машин визначено рух мас  $m_1$ , і  $m_2$  за яким режим забезпечує передачу енергії від робочого органу (маса  $m_1$ ) до маси форми з бетонною сумішшю (маса  $m_2$ ). Виявлено, що співвідношення амплітуд коливань двох мас повністю визначається різницею жорсткості  $c_2$  і інерційного члена другої маси  $m_2\omega^2$ , що поділена на жорсткість  $c_2$ . Амплітуди коливань  $x_{01}$  і  $x_{02}$  мас  $m_1$  та  $m_2$  матимуть максимальне значення (резонанс) при умові рівності між собою пружно – інерційних параметрів верхньої та нижньої мас. Як слідує із аналізу, синхронність коливань мас забезпечуються у випадку рівності частот коливань  $\omega_{01}$  і  $\omega_{02}$ , а синфазність – при рівності кутів фазових кутів руху мас  $m_1$  та  $m_2$ .

---

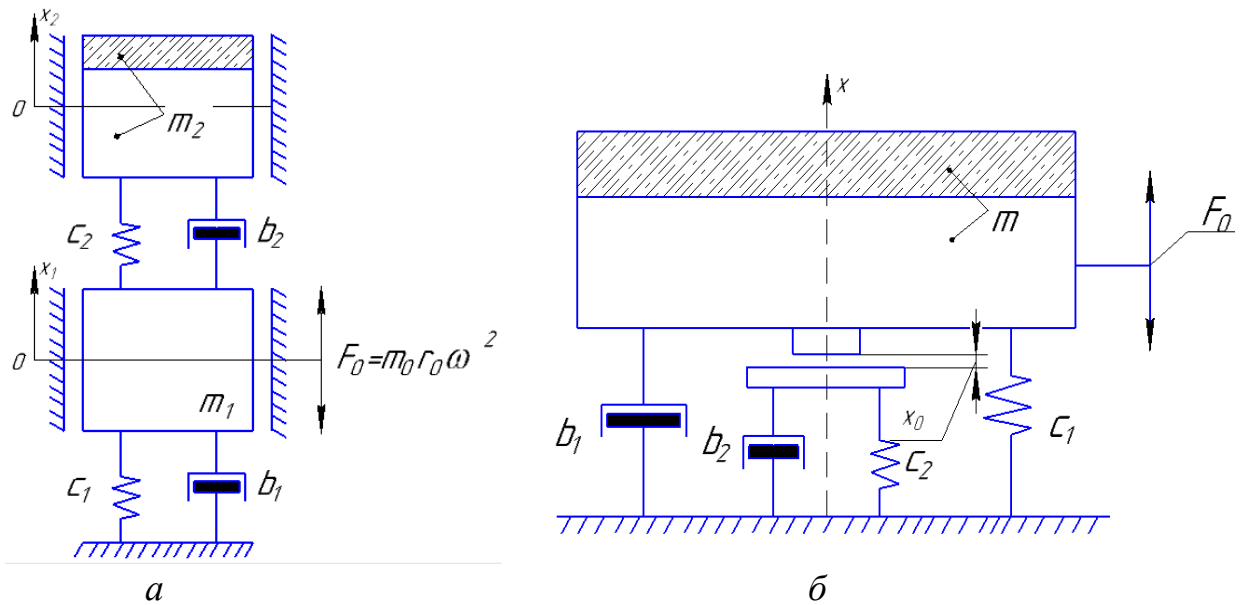


Рисунок 1 – Розрахункові схеми вібраційних машин:  
а-двомасна лінійна; б- двомасна нелінійна

Досліджені режими з нелінійним рухом мас (рис1,б) засвідчили, що при заданих частоті ударів і масі робочого органу ефективність ударно-вібраційної машини визначається ударною швидкістю. Оскільки машина є резонансною, максимальна (резонансна) ударна швидкість досягається лише при конкретних значеннях визначальних параметрів. При будь-яких змінах параметрів системи максимум безрозмірної швидкості досягається при фазовому куті  $\varphi_{\max} = 270^\circ$ . Значення фазового кута  $\varphi_{\max}$  зменшується зі збільшенням часу з обмежувачем  $\tau_y$ , тобто часу, який у свою чергу росте зі зменшенням  $c_2$ . Досліджено енергію, що розсіюється в середовищі  $A_c$ , енергію на коливання машини  $A_m$  і на тертя у вузлах машини  $A_{mp}$ . Для систем з нелінійними коливаннями частотою  $\omega = 105\text{--}157\text{ c}^{-1}$  оптимальна амплітуда коливань (напіврозмах коливань): при частоті  $105\text{ c}^{-1}$ :

$$X_{\text{opt}} = \frac{(1,8 - 2,25)g}{\omega^2}, \text{ а при частоті } 157\text{ c}^{-1}: X_{\text{opt}} = \frac{(2 - 2,25)g}{\omega^2}. \text{ Особливий інтерес}$$

представляє спектральний состав коливань поблизу основної частоти, а також необхідність врахування кількості гармонік при визначенні хвильових коефіцієнтів активних і реактивних сил опору. Вибираючи основну гармоніку поблизу  $2\pi/\tau_0$ , можемо істотно збільшити амплітуду  $3/2$  гармоніки,  $5/2$  гармоніки й т.д. Природне бажання підсилити внесок супергармонік вимагає вибору частоти поблизу  $2\pi/(\tau_0 + \Delta)$  при  $\Delta \rightarrow 0$ , тоді субгармоніки, що знаходяться ліворуч від основної, будуть гаситися. Подібна реальна ситуація залежить від змушуючої сили, пружних характеристик обмежників коливань й інерційних властивостей мас, що співударяються. Таким чином в результаті виконаних досліджень розроблено алгоритми та методики визначення оптимальних режимів та параметрів робочого процесу ущільнення будівельних сумішей.

1. Ivan Nazarenko, Viktor Gaidaichuk, Oleg Dedov, Oleksandr Diachenko. Investigation of vibration machine movement with a multimode oscillation spectrum. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol 6, No 1 (90). P. 28–36. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118731>
  2. Determination of the optimal parameters of a tubular belt conveyor depending on such an economical. Nazarenko, I., Gavryukov, O., Klyon, A., Ruchynsky, N. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2018, 3(1-93), сmp. 34–42 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85050237783&origin=resultslist>
  3. Ivan Nazarenko, Viktor Gaidaichuk, Oleg Dedov, Oleksandr Diachenko. Determination of stresses and strains in the shaping structure under spatial load. *EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol 6, No 7 (96). P. 13–18. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.147195>
  4. Ivan Nazarenko, Oleg Dedov, Iryna Bernyk, Ivan Rogovskii, Andrii Bondarenk, Andrii Zapryvoda, Volodymyr Slipetskyi, Liudmyla Titova. Determining the regions of stability in the motion regimes and parameters of vibratory machines for different technological purposes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol 6, No 7 (108). P. 71–79. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217747>
  5. Назаренко І.І. Прикладні задачі теорії вібраційних систем: Навчальний посібник (2-е видання), К.: КНУБА, 2007. – 252с.
-

---

*Блажко Володимир Володимирович, к.т.н., доцент*  
*Аніщенко Анна Ігорівна, к.т.н., доцент*  
*Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова*  
*Горбань Михайло Миколайович, викладач*  
*Харківський фаховий коледж будівництва архітектури та дизайну*

## **ПРИСТРІЙ ЕКСТРЕННОЇ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДИНИ З БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ В УМОВАХ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

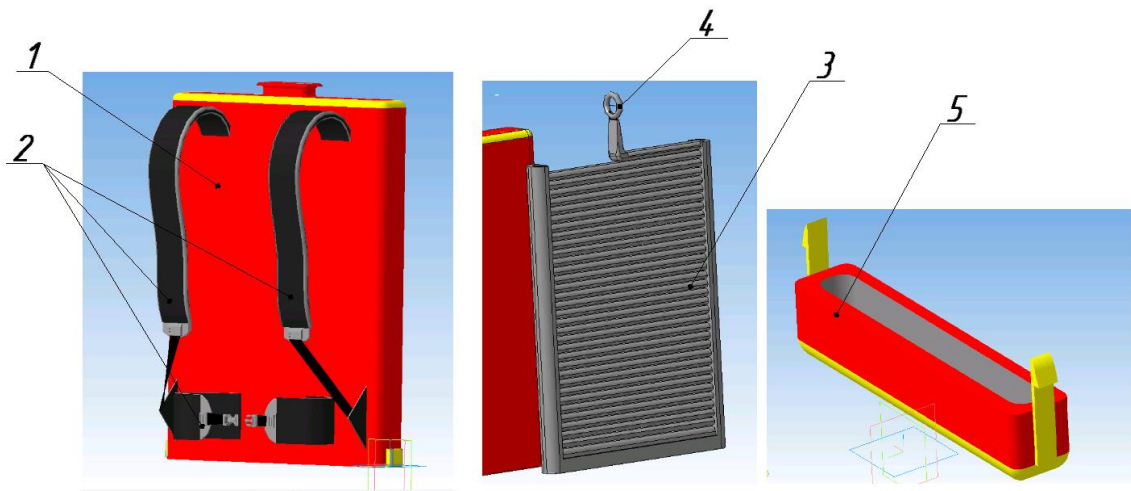
Попередження загибелі людей на пожежах, без сумнівів, основне завдання служби пожежної безпеки будь-якої країни. А евакуація людей, особливо постраждалих, з палаючих багатоповерхівок - одна з найскладніших завдань [1].

Евакуація людей через охоплені полум'ям і, задимлені продуктами горіння, сходові клітини практично неможлива, а використання для евакуації звичайних ліфтів не менш небезпечно.

Рішення проблеми порятунку людей, які не мають можливості для евакуації з палаючого будинку шляхом спуску по сходових клітках або за допомогою ліфтів, полягає в оснащенні будівель підвищеної поверховості засобами екстреної самостійної евакуації. Ці засоби не повинні змінювати зовнішнього вигляду будівель, не повинні створювати перешкод для евакуації людей з приміщень традиційними способами. Але вони повинні забезпечувати одному або декільком людям, в тому числі і фізично ослабленим, можливість самостійно і, по можливості, безпечно залишити приміщення через віконний отвір або балкон і уздовж зовнішньої стіни будівлі опуститися до землі.

На даний час розроблені спеціальні конструкції спускових пристроїв, що використовуються у спорядженні альпіністів та верхолазів, але їх використання під час виникнення надзвичайних ситуацій обмежене, бо потребує певних професійних навичок [2].

Враховуючи вище сказане пропонується конструкція спускового пристрою, представленого на рисунку 1. Пристрій складається корпусу 1, що виготовлений з термостійкого пластику, оснащеного ременями 2 для фіксації на тілі людини, спускової касети-стропа 3, виготовленої з вогнетривкої мотузки оснащеної з одного боку кільцем 4, та кришки корпусу 5.



*Рисунок 1 – Евакуаційний пристрій*

Проектування та виготовлення спускового пристрою відбувається враховуючи параметри будівлі (поверховість) та середню вагу, певної категорії населення.

Для використання в умовах виникнення надзвичайної ситуації та забезпечення індивідуальних потреб різних категорій населення (діти, підлітки, дорослі) пропонується проводити маркування корпусу евакуаційного пристрою цифрами або за кольором, що будуть відповідати певній вазі людини 20 - 40, 40 - 60, 60 - 80 кг.

Враховуючи той факт, що робота пристрою відбувається під впливом дії ваги тіла, що в значній мірі буде впливати на безпечну швидкість його спускання до землі, запропонована методика проектного розрахунку запропонованого пристрою, що враховує усі необхідні вимоги безпечної експлуатації засобів такого типу [3].

#### *Література*

1. <https://www.vbezpeka.com.ua/wp-content/uploads/2019/07/DSTU-22722006.-Pozharnaya-bezopasnost.-Terminy-i-opredeleniya-osnovnyh-ponyatij.pdf>;
2. <https://toprope.com.ua/ua/alpinizm/spusk-strahovka>;
3. [https://dnaop.com/html/31617\\_3.html](https://dnaop.com/html/31617_3.html)



*Блажко Володимир Володимирович, к.т.н., доцент*  
*Аніщенко Анна Ігорівна, к.т.н., доцент*  
*Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова*  
*Горбань Михайло Миколайович, викладач*  
*Харківський фаховий коледж будівництва архітектури та дизайну*

## **ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ МАСШТАБНОГО ПЕРЕХОДУ ВІД ДОСЛІДНИХ ЗРАЗКІВ МАШИН ДО СТВОРЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ БЕТНОЗМІШУВАЧІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ У КАСКАДНОМУ РЕЖИМІ**

Бетонозмішувачі, що працюють у каскадному режимі – ефективні машини для виготовлення високоякісних бетонних сумішей різного призначення у виробничих умовах.

Особливістю роботи машин, працюючих у каскадному режимі, є використання двох способів перемішування складових компонентів суміші при їх приготуванні: гравітаційної та примусової дії.

До машин, що працюють у каскадному режимі, відносяться тривальний бетонозмішувач та бетонозмішувач гравітаційно-примусової дії [1]. Ці машини пройшли апробацію у виробничих умовах виготовлення бетонних сумішей.

Тривальний бетонозмішувач оснащений робочим органом, який містить три горизонтальні вали, встановлені під кутом 100 до горизонтальної осі, які забезпечують процес перемішування завантажених компонентів суміші та їх подовжнє переміщення в робочому просторі машини. При цьому робочим є практично весь об'єм корпусу змішувача. Машина пройшла випробування на виробничій базі будівельної фірми "Т.М.М." – ТОВ (м. Харків) при приготуванні малорухомих сумішей з максимальною фракцією заповнювача  $d_{max} = 10$  мм, з пінополістирольним заповнювачем, при приготуванні сталевібробетонних сумішей, сумішей, що самоущільнюються, та будівельних розчинів.

Бетонозмішувач гравітаційно-примусової дії має два робочих органи: обертовий корпус та горизонтальний лопатевий вал, які обертаються в протилежних напрямках. Таке конструктивне рішення об'єднує позитивні сторони гравітаційного та примусової дії. Ефективність роботи бетонозмішувача гравітаційно-примусової дії проводилася в порівнянні з бетонозмішувачем, оснащеним горизонтальним лопатевим валом, фірми ELVA, встановленого на території ТОВ «МОМОТ-БЕТОН». Зрівнювались результати показників міцності на стиск контрольних зразків бетону, які були виготовлених на заводських сумішах в обох змішувачах.

Порівняно з діючими машинами, як показав виробничий досвід використання бетонозмішувачів, що працюють у каскадному режимі, слід наголосити на їх позитивні можливості експлуатації:

– можливість готувати суміші різного призначення та широкого діапазону рухливостей з високим ступенем їх однорідності;

---

– поєднувати процес приготування сумішей з активацією їх складових;  
- створення умов для роботи машин з підвищеною продуктивністю при знижених витратах енергії за рахунок коефіцієнта заповнення обсягу  $K_{zo}$  до 0,7 ... 0,8.

Все сказане вище дає право говорити про доцільність впровадження бетонозмішувачів з таким принципом дії у виробництво будівельних сумішей як в умовах заводів, так і будівельних майданчиків. Причому такі змішувачі можуть використовуватися як самостійні машини, так і входити в комплекти технологічного обладнання.

Для переходу від дослідно-промислових зразків машини слід враховувати масштабні чинники. При цьому перехід можна зробити, використовуючи геометричний масштаб, а також гідродинамічний подібність.

Геометричний масштаб може бути визначений з умови пропорційності між визначальними лінійними розмірами дослідного зразка машини та промислового зразка, де масштабний фактор може бути представлений як

$$K_D = D_H / D_M, \quad (1)$$

де  $D_H$ ,  $D_M$  – відповідно діаметри барабанів (корпусів) промислового та дослідного зразків машин.

У разі, якщо при переході цікавить обсяг сумішей, що готуються, масштабний фактор буде виглядати наступним чином:

$$K_V = \frac{V_H}{V_M} \cdot \frac{4\pi \cdot D_H^2 \cdot L_H}{4\pi \cdot D_M^2 \cdot L_M} = \frac{D_H}{D_M} \cdot \frac{L_H}{L_M} = K_D^2 \cdot K_L, \quad (2)$$

де  $K_L = \frac{L_H}{L_M}$  – масштабний фактор, що враховує перехід від моделі до промислового зразка машини за довжиною.

Для визначення масштабного фактору щодо продуктивності промислового зразка змішувача слід взяти до уваги, що продуктивність машини може бути представлена залежністю  $\Pi = V \cdot \omega$ , тоді:

$$\frac{\Pi_H}{\Pi_M} = \frac{V_H}{V_M} \cdot \frac{\omega_H}{\omega_M} = K_D^2 \cdot K_L \cdot \frac{1}{K_D^2} = K_L, \quad (3)$$

Тобто. у такому разі, продуктивність промислового зразка машини, в порівнянні з дослідним зразком, зростає в раз (у стільки разів, у скільки довжина промислового зразка більша за довжину дослідного зразка).

### Література

1. Бетонозмішувачі, що працюють у каскадному режимі. Монографія/І.А. Ємельянова, А.І. Аніщенко, С.М. Євель, В.В. Блажко, О.В. Доброходова, Н.А. Меленців. - Харків: Тім Пабліш Груп, 2012. - 146 с

---

Блажко Володимир Володимирович, к.т.н., доцент  
 Аніщенко Анна Ігорівна, к.т.н., доцент  
 Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова  
 Горбань Михайло Миколайович, викладач  
 Харківський фаховий коледж будівництва архітектури та дизайну

## КОМПЛЕКТ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УМОВ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА

В умовах сучасного будівництва пропонується використання універсальних технологічних комплектів малогабаритного обладнання, які безпосередньо в умовах зведення будинків та споруд дозволяють повністю виконати увесь робочий цикл.

Перш за все, модульний принцип створення комплекту дозволяє одержати широко універсальне обладнання для будь-яких умов будівельного майданчика, структурна схема якого (рис.1) має наступний вигляд:

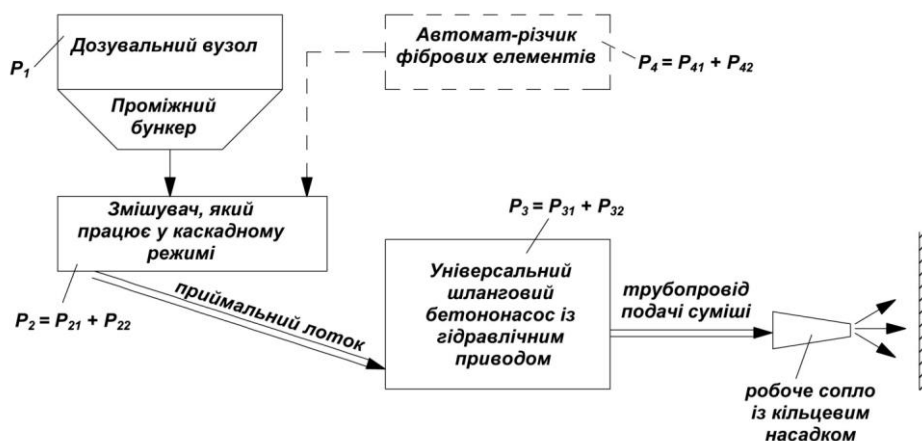


Рисунок 1 – Структурна схема комплекту обладнання для бетонування з використанням способу мокрого торкретування

Така структурна схема розроблена для зведення об'єктів із залізобетону з використанням способу мокрого торкретування.

Продуктивність технологічного комплекту, що пропонується, визначається продуктивністю базової машини. Для вищенаведеної структурної схеми такою машиною може бути або змішувач, або (розчино) бетононасос.

В якості базового змішувача заслуговують уваги нові машини, які пройшли апробацію в умовах будівництва і які захищені патентами України.

Це тривальний бетонозмішувач [1], бетонозмішувач гравітаційно-примусової дії [2], двороторний змішувач [3]. Усі ці машини єднає їх принцип дії - каскадний режим роботи [4].

При використанні в якості базової машини змішувача гравітаційно-примусової дії технічна продуктивність комплекту знаходиться відповідно залежності

$$\Pi_{2 \text{ техн}} = \left[ \frac{\pi}{2} (R_k^2 \cdot k - r_n^2 z_n - r_b^2) L_k - (z_1 b_1 h_1 c_1 + z_2 b_2 h_2 c_2) \right] z_{\text{ц}} \cdot k_{30}^1, \text{ м}^3/\text{год} \quad (2),$$

де  $R_k$  – радіус корпусу змішувача, м;  $L_k$  – довжина корпусу змішувача, м;  $k$  – коефіцієнт, що враховує положення суміші в корпусі;  $r_n, z_n, r_b$  – радіус, кількість ніжок, радіус валу змішувача та на горизонтальному валу машини;  $b_1, b_2, h_1, h_2, c_1, c_2$  – відповідно довжина, висота та товщина лопатей корпусу і валу змішувача;  $k_{30}^1$  – коефіцієнт заповнення бетоною сумішшю корпусу бетонозмішувача.

Коли в якості базової машини-модуля комплекту, що пропонується використовується універсальний безпоршневий шланговий бетононасос, продуктивність такого комплекту визначається як [3]:

$$\Pi_{3 \text{ техн}} = 3600 \cdot S_{\text{шл}} \cdot V_{\text{ср}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad (3)$$

де  $S_{\text{шл}}$  – площа поперечного перерізу по внутрішньому діаметру шланга, який укладено в корпусі бетононасоса, м<sup>2</sup>;  $V_{\text{ср}}$  – середня швидкість руху бетонної суміші по гнучкому шлангу, м/с;  $k_1$  – коефіцієнт, який враховує наявність пульсацій тиску нагнітання при використанні шлангових бетононасосів різних конструктивних рішень робочого органу;  $k_2$  – коефіцієнт, що враховує умови подачі суміші бетононасосом по гнучкому шлангу з урахуванням їх властивостей;  $k_3$  – коефіцієнт, що враховує надійність роботи шлангової частини універсального шлангового бетононасоса з урахуванням виникаючих в ній напружень і граничного стану на розрив.

Таким чином, вищевказані нові машини-модулі, перш за все, визначають ефективність роботи універсальних комплектів малогабаритного обладнання.

#### Література

1. Змішувач для приготування будівельної суміші: Патент №74444 С2. Україна. МПК 7B28C 5/14/ І.А. Ємельянова, А.М. Баранов, В.В. Блажко, В.В. Тугай; №20031213023 Заявл. 30.12.03. Опубл. 15.12.2005 Бюл.№12 – 2с: *уп.*
2. Змішувач для приготування будівельних сумішей: Патент №116003 С2. Україна. МПК B28C 5/22(2006.01), B28C 5/24(2006.01), B01F 9/08(2006.01)/ Ємельянова І.А., Блажко В.В., Аніщенко А.І. №201507961 Заявл. 10.08.2015 Опубл. 25.01.2018 Бюл.№2 – 2с: *уп.*
3. Універсальний шланговий бетононасос: Патент №112585. Україна. МПК F 04B 43/12 (2006.01), F 04B 15/02 (2006.01) /Ємельянова І.А., Задорожний А.О., Клименко М.В., Чайка Д.О.
4. Бетонозмішувачі з каскадним принципом прермішування/ І.А. Ємельянова, А.І. Аніщенко, С.М. Евель, В.В. Блажко, О.В. Доброхотова, Н.А. Меленцов. Харків. Тім Пабліш Груп. 2012, 146 с.

УДК 369.013

*Коробко Богдан Олегович, д.т.н., професор  
Коротич Юрій Юрійович, аспірант  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **ХАРАКТЕР ЗМІНИ АМПЛІТУДИ ВІБРОКОЛИВАНЬ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ВАЖІЛЬНОГО ЗАКРІПЛЕННЯ ВІБРОЗБУДЖУВАЧА**

Для дослідження впливу важільного закріплення вібробуджувача на величину амплітуди віброколиваний були проведені вимірювання на дослідному вібростолі (рис.1). Метою дослідження було зафіксувати зміну амплітуди при використанні важільного закріплення вібробуджувача [1].



*Рисунок 1 – Дослідний вібростіл.*

Вимірювання проводилось приладом віброшумомір ВШВ-003-М2. На поверхні віброплити по всій площині було визначено 25 точок для виміру. Маса віброплити складала  $m = 170$  кг, розміри –  $1,6 * 1,3$  м, вібростіл не навантажувался.

Перший дослід виконувався при потужності вібробуджувача  $P = 0,9$  кВт та без важеля. Другий – при потужності  $P = 0,5$  кВт та також без важеля. Третій дослід виконувався при потужності вібробуджувача  $P = 0,5$  кВт, який був закріплений на важелі довжиною  $l_{важ.} = 0,1$  м (рис. 2).

Результати вимірювань представлені в таблиці 1.



Рисунок 2 – Вібробуджувач 0,5 кВт з важілем 0,1 м.

Таблиця 1 – Значення амплітуди коливань

№ точки виміру	Значення амплітуди коливань $A$ , мм		
	При $P = 0,9$ кВт, $l_{важ.} = 0$	при $P = 0,5$ кВт, $l_{важ.} = 0$	при $P = 0,5$ кВт, $l_{важ.} = 0,1$ м
1.	0,91	0,31	0,81
2.	1,19	0,41	0,91
3.	1,12	0,45	1,01
4.	0,97	0,41	0,86
5.	0,85	0,31	0,71
6.	0,61	0,25	0,4
7.	0,64	0,2	0,56
8.	0,91	0,27	0,86
9.	0,64	0,2	0,61
10.	0,61	0,25	0,45
11.	0,7	0,23	0,27
12.	0,55	0,1	0,28
13.	0,18	0,1	0,18
14.	0,61	0,12	0,25
15.	0,7	0,22	0,34
16.	0,67	0,28	0,51
17.	0,64	0,24	0,61
18.	1,12	0,34	0,91
19.	0,64	0,24	0,57
20.	0,61	0,27	0,45
21.	1,03	0,39	0,71
22.	1,31	0,5	0,91
23.	1,34	0,54	0,96
24.	1,25	0,45	0,81
25.	0,97	0,34	0,66

Результати дослідження показують, що використовуючи важіль ми отримуємо при меншій потужності вібробуджувача практично ідентичні показники амплітуди віброколивань, які були отримані при використанні вібробуджувача з більшою потужністю.

Подальше збільшення довжини важіля буде збільшувати амплітуду, але може вплинути на рівномірність ущільнення бетоної суміші, призвести до втрати жорсткості та руйнуванню конструкції вібростолу. Тому оптимальною довжиною важіля можна вважати таку, при якій амплітуда коливань не буде перевищувати рекомендовану величину для використовуваної бетонної суміші ( $1 \div 2$  мм).

#### *Література*

1. Пат. 146691 Україна. МПК В28В 1/08 (2006.01). Вібростіл з важільним закріпленням вібробуджувача / Коробко Б.О., Коротич Ю.Ю., Васильєв Є.А.; власник Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка". – № и 2020 06563; заявл. 12.10.2020; опубл. 10.03.2021, Бюл. № 10.

2. ДСТУ -Н Б А.3.1-34:2016. Настанова з виробництва бетонних і залізобетонних виробів. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017.

3. Нестеренко М.П., Білецький В.С., Семко О.В. (2017). Оцінка конструктивно-технологічних параметрів та експлуатаційних якостей вібраційних машин для формування залізобетонних виробів. Збірник наукових праць. Галузеве машинобудування, будівництво, 1(43), 231-237.

---

*Воронін Сергій Володимирович, д.т.н., професор  
Харківський Олександр Сергійович, аспірант  
Суханік Катерина Сергіївна, магістр  
Український державний університет залізничного транспорту*

## **ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ САМОХІДНИХ МАШИН В ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ УМОВАХ**

Надійність самохідних машин в більшості випадків визначається надійністю дизельного двигуна, показники якої необхідно підтримувати в експлуатаційних умовах на заданому рівні протягом тривалого терміну роботи. Одним з перспективних методів підвищення надійності дизельних двигунів є метод покращення трибологічних характеристик моторних оливи шляхом їх безперервної електростатичної обробки [1]. Така обробка виконується у спеціальних вбудованих пристроях, призводить до уповільнення зношування деталей двигуна, при цьому вона може бути реалізована без суттєвої зміни конструкції системи змащування.

Протягом 2018 – 2022 рр. фахівцями кафедри Машинобудування та технічного сервісу машин УкрДУЗТ був розроблений пристрій для електричної обробки моторної оливи в системі змащування двигуна Д-240 трактора МТЗ-82 та проведені його експлуатаційні випробування [2].

Пристрій складається з блока обробки оливи, який вбудовується в систему змащування, та електронного блока керування, який живиться від електричної мережі. Блок обробки оливи вбудовується в систему змащування двигуна між блоком циліндрів та фільтром оливи, а саме, встановлюється на місце фільтру оливи, а фільтр кріпиться на відповідному посадковому місці блоку обробки (рис. 1 а)). Блок керування монтується в кабіні машиніста, підключається до бортової мережі в ланцюг бортового живлення через запобіжник 2 А (рис. 1 б)).



а)



б)

*Рисунок 1 – Пристрій змонтований на тракторі МТЗ-82:  
а) – блок обробки оливи в системі змащування двигуна Д-240;  
б) – блок керування в кабіні машиніста*



Після виконання робіт з монтажу пристрою виконувались перевірки його працездатності: перевірялись наявні течії мастила по ущільненням блоку обробки, а також працездатність блоку керування, відповідно до встановленої програми. Після перевірки працездатності пристрій був уведений в роботу, відповідно до прийнятої програми випробувань.

Конструкція розробленого пристрою передбачає наявність ступінчастого регулювання рівня вихідної напруги та обмеження величини струму в ланцюгу блоку обробки, що надає можливості підтримки раціональної напруженості електричного поля в зоні обробки оливи, а також унеможливорює електричний пробій оливи, як фактора лавиноподібної деструкції молекул.

В проведених випробуваннях були отримані наступні результати:

– встановлено, що електростатична обробка моторної оливи призводить до зростання компресії в циліндрах двигуна в середньому на 6,5 %, та зростання тиску оливи в головній магістралі на 5...11 %, залежно від напрацювання оливи в двигуні. Такі дані говорять про утворення на поверхні деталей граничної мастильної плівки зі збільшеною товщиною та несучою здатністю.

– при введенні розробленого пристрою в роботу після напрацювання машини в 600 мото-годин спостерігалось уповільнення темпу зменшення компресії в циліндрах та тиску оливи в головній магістралі, порівняно із темпом їх зменшення при роботі двигуна в штатному режимі – від 0 до 600 мото-годин, що вказує на уповільнення темпу зношування деталей циліндро-поршневої групи та підшипників ковзання двигуна.

– в лабораторних умовах підтверджено, що електростатична обробка позитивно впливає на трибологічні характеристики моторної оливи, а саме на її протизношувальні властивості. Встановлене зменшення діаметру плями зносу на 15 % для оливи з проміжним напрацюванням 150 мото-годин, та на 8 % для оливи з максимальним напрацюванням 300 мото-годин. Такі дані корелюються з даними по уповільненню темпу зношування деталей двигуна, а також опосередковано вказують на можливість збільшення строку служби оливи в двигуні.

#### *Список використаних джерел*

1. Підвищення ресурсу технічних систем шляхом впливу електричними та магнітними полями / Є. Є. Олександров, І. А. Кравець, Є. Н. Лисиков та ін. – Харків: НТУ «ХП», 2006 – 544 с.

2. Воронін С.В. Експлуатаційні випробування пристрою для електростатичної обробки моторної оливи / С.В. Воронін, В.О. Стефанов, О.С. Харківський // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – Вип. 200. – С.11-24.

## **БЕТОНОНАСОСИ ДЛЯ ПОДАЧІ БЕТОННОЇ СУМІШІ НА БУДІВНИЦТВІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЇХ КОНСТРУКЦІЙ**

В умовах сьогодення під час відновлення зруйнованого та будівництва нового житлового фонду, що матиме масовий характер після закінчення активних бойових дій на території України, потрібно звернути увагу на ряд вимог, а саме скорочення термінів та покращення якості будівництва за рахунок зменшення об'ємів робіт, які виконуються вручну, зростання продуктивності праці, зниження вартості опоряджувальних робіт. Цього можна досягти за рахунок механізації транспортування різних будівельних сумішей безпосередньо до місць виконання робіт за допомогою не лише кранів із спеціальними ємностями, що не завжди є зручно саме при відновленні середніх і вищих поверхів зруйнованих будівель, а за допомогою розчино- чи бетононасосів різних конструкцій.

Велика кількість різноманітних конструкцій таких будівельних машин показує те, що складно знайти універсальну конструкцію, яка б мала оптимальні значення основних робочих параметрів, а саме швидкість, відстань і висота подачі будівельної суміші [1].

На сьогодні існує ряд конструкцій бетононасосів, які відрізняються як за будовою так і принципом дії. Їх можна класифікувати за наступними ознаками: за характером роботи – безперервної подачі (рукавні) і періодичної подачі (поршневі) суміші; за типом приводу – з механічним і гідравлічним приводами; за об'ємом подачі суміші; за кількістю робочих циліндрів – одно- та двоциліндрові; за виконанням – стаціонарні, причіпні та мобільні (автобетононасоси) [1].

Отже, різноманітність умов їх роботи і дає можливість стверджувати, що дослідження характеристик бетононасосів з метою вдосконалення їхніх експлуатаційних показників та розроблення науково-обґрунтованої конструкції на сьогодні є актуальним питанням

Кожна із існуючих конструкцій бетононасосів має ряд переваг та недоліків, що обумовлюють ефективність їх використання при виконанні будівельних робіт [1, 2, 3].

На основі аналізу різних джерел за даною тематикою було встановлено, що перспективною конструкцією бетононасоса є діафрагмовий двоходовий бетононасос із гідравлічним приводом. Особливістю його конструкції є застосування пружної діафрагми, яка поділяє порожнину насоса на дві частини. Така особливість конструкції унеможлиблює контакт насосної частини із будівельною сумішшю, що запобігає її абразивному спрацюванню, унеможлиблює потрапляння суміші до робочої рідини. А поєднання у

---

конструкції двох камер забезпечує рівномірність подачі будівельної суміші за рахунок зменшення пульсації тиску.

#### *Література*

1. Баладінський В.Л. Будівельна техніка / В.Л. Баладінський, І.І. Назаренко, О.Г. Онищенко. – Київ-Полтава: КНУБА-ПНТУ, 2002. – 463 с.
2. Смелянова І.А. Машини та обладнання для зведення будівель і споруд із монолітного залізобетону : підручник. – Х.: Факт, 2008. – 376 с.
3. Putzmeister concrete pump. Data sheet BP 2142–15 GB / BSA 1407D. – 2008. – P. 1 – 2.

*Крот Олександр Юлійович, д.т.н., доц.,  
професор кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки,*

*Кузуб Юрій Олегович, аспірант,*

*Крючков Олександр Анатолійович, аспірант,*

*Кушка Михайло Миколайович, студент,*

*Мирошниченко Олексій Романович, студент*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **РОЗРОБКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДИНАМІЧНОСТІ ЛЕБІДКИ**

Невід'ємною рисою вантажопідйомних машин є динамічні навантаження. Міру динамічності зазвичай характеризує коефіцієнт динамічності; це відношення суми статичного і динамічного зусилля до статичного зусилля. Зазвичай для вантажопідйомних машин значення його не повинно перевищувати 1,2-1,5 (для різних типів обладнання).

Приблизно прискорення (і динамічне зусилля) в процесі пуску конкретної конструкції машини можна визначити розрахунково. Більш достовірним є визначення динамічного зусилля в результаті експериментального дослідження.

Для експериментального визначення величини динамічного зусилля можна застосувати тензометрію. Приклад такого дослідження виконано на кафедрі галузевого машинобудування та мехатроніки. Досліджено механізм підймання (рис. 1), що містить лебідку, поліспапну систему з кратністю 2 та підвіску з вантажем масою 50 кг. Лебідка складається з асинхронного двигуна, циліндричного редуктора, що з'єднаний з двигуном через муфту, та барабана, один кінець якого спирається на тихохідний вал редуктора через зубчасту муфту, а інший кінець – спирається на підшипникову опору (рис. 2). Муфта обладнана нормально замкненим стрічковим гальмом з електромагнітним штовхачем (рис. 2).

На підвісці закріплено вантаж масою 50кг (рис. 1). Рух вантажу вгору і вниз обмежений кінцевими вимикачами. Повна висота підймання вантажу складає 3,2 метри. Рух вантажу можливий лише вгору та вниз (неможливе відхилення вбік), оскільки вантаж рухається вздовж вертикальних напрямних, якими служать два вертикальні сталеві кутки, закріплені на стіні лабораторії.

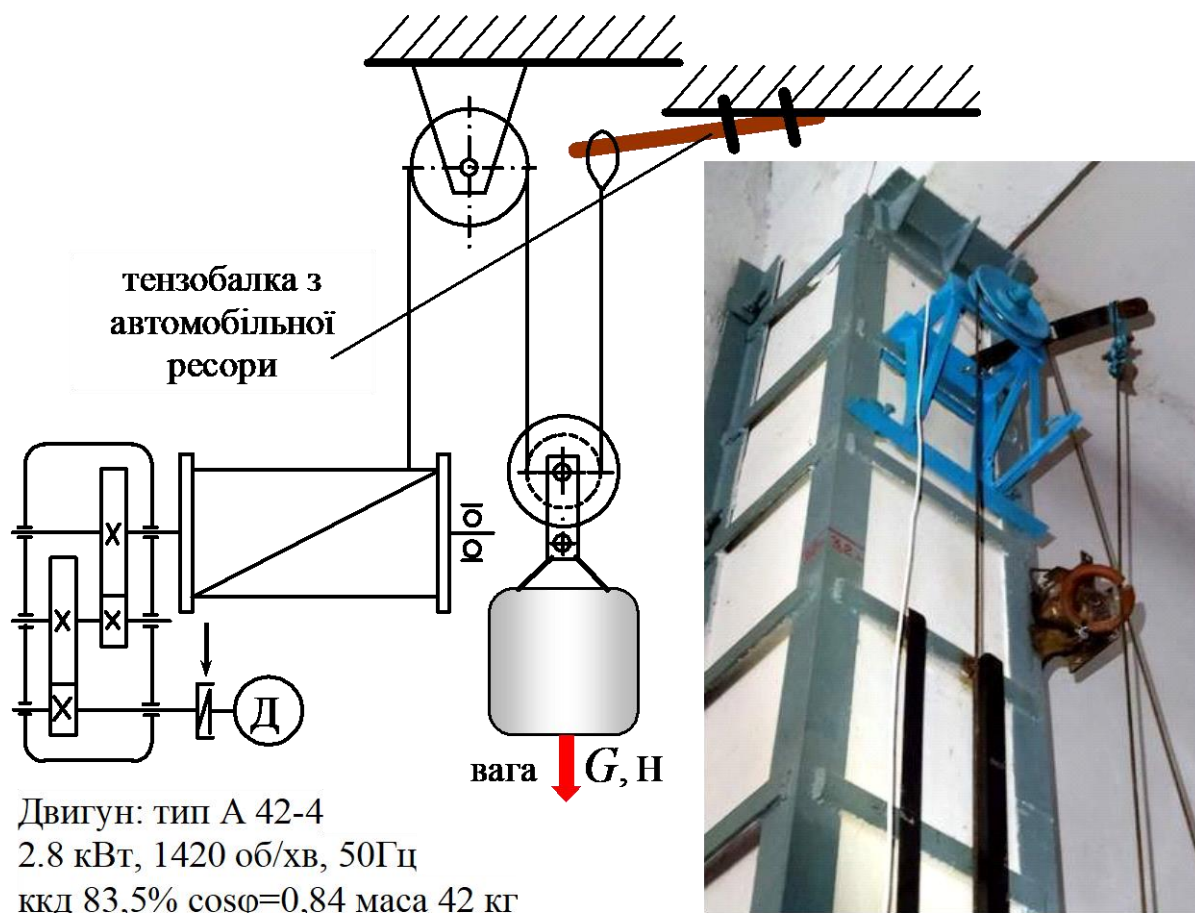


Рисунок 1 – Схема і фото лебідки з поліспастом і підвіскою

Тензобалку виконано з ресори легкового автомобіля. Встановлено дві пари тензорезисторів (по парі з кожного боку ресори). Номінальний електричний опір кожного тензорезистора 100 Ом. Вони з'єднані за напівмостовою схемою.

Тарування системи здійснювалось додатковим навантаженням підвіски з вантажем відомим засиллям за допомогою динамометра розтягу.

Після тарування системи отримано, що значення 0,81В на діаграмі відповідає зусиллю 405Н. Отже, коефіцієнт динамічності:

$$K_D = \frac{S_{\text{статичне}} + S_{\text{динамічне}}}{S_{\text{статичне}}} = \frac{500H + 405H}{500H} = 1,81.$$



Рисунок 2 – Лебідка

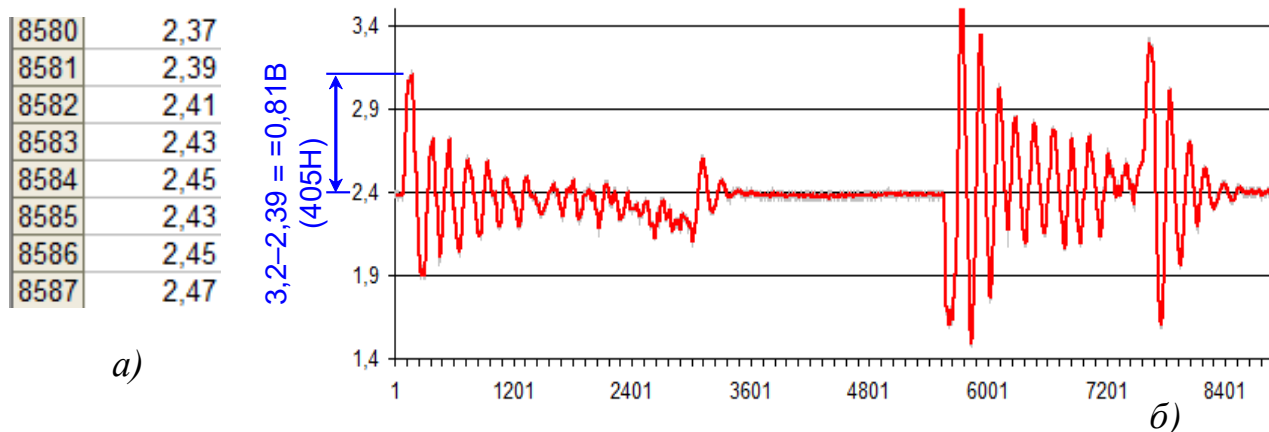


Рисунок 3 – Результати запису сигналу з АЦП: а) текстовий файл, відкритий у Excel; б) діаграма коливань, побудована в Excel

**Висновок.** З застосуванням розробленої тензOMETричної системи визначено динамічне навантаження. Створене обладнання буде використано у навчальному процесі на кафедрі галузевого машинобудування та мехатроніки.

---

*Крот Олександр Юлійович, д.т.н., доц.,  
професор кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки,  
Кузуб Юрій Олегович, аспірант,  
Крючков Олександр Анатолійович, аспірант,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
Пуховой Олександр Вікторович, аспірант,  
Харківський національний університет міського господарства  
імені О.М. Бекетова.*

## **МОЖЛИВА СХЕМА ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВІБРОВАЛКОВОГО АКТИВАТОРА**

Активация бетонних сумішей шляхом механічного впливу на них різними пристроями здатна забезпечити суттєве покращення марочності бетону чи виробів з нього без істотного зростання собівартості [1]. Пропонується для активції дрібнозернистих бетонних сумішей застосувати активатор у вигляді валка 1 (рис. 1), закріпленого на важелі 2. Важіль 2 закріплений у шарнірі 3, і на важелі встановлено дебалансний механічний вібратор 4. Важіль зв'язаний з пружиною стискання 5, кінець якої закріплений на рамі активатора. Поблизу циліндричної поверхні валка 1 з зазором встановлено скобу 6, яка може бути закріплена на рамі жорстко, або встановлена на рамі на пружинах. Працює активатор таким чином. Суміш на переробку подається зверху, потерпає впливу прокатування валка 1 і випадає знизу. Дрібнозернисті бетонні суміші можуть застосовуватись для виготовлення тротуарної плитки, цегли на основі мінерального в'язучого та блоків з коміркового бетону.

Було розглянуто сили, що діють на систему (і приведені до точки – центра валка). Реактивні сили: сила інерції  $m_{\text{привед}} \ddot{S}$ , сила опору (в тому числі і в'язкого опору бетонної суміші  $F_{\text{кочення}} \approx \mu \cdot \dot{S}$ ) і сила пружності (перш за все – пружини 5:  $c \cdot S \cdot \frac{l_5}{l_1}$ ). Сила  $c \cdot S \cdot \frac{l_5}{l_1}$  приведена до середини валка.  $c$  – коефіцієнт пружності пружини 5. Активна сила (що намагається вивести систему зі стану рівноваги) – це збуджуюча сила дебалансного вібратора 4 (відцентрова сила, величина проекції якої на вісь «Y» змінюється за гармонічним законом  $F(t) = F_0 \sin(\omega t)$ ).

---

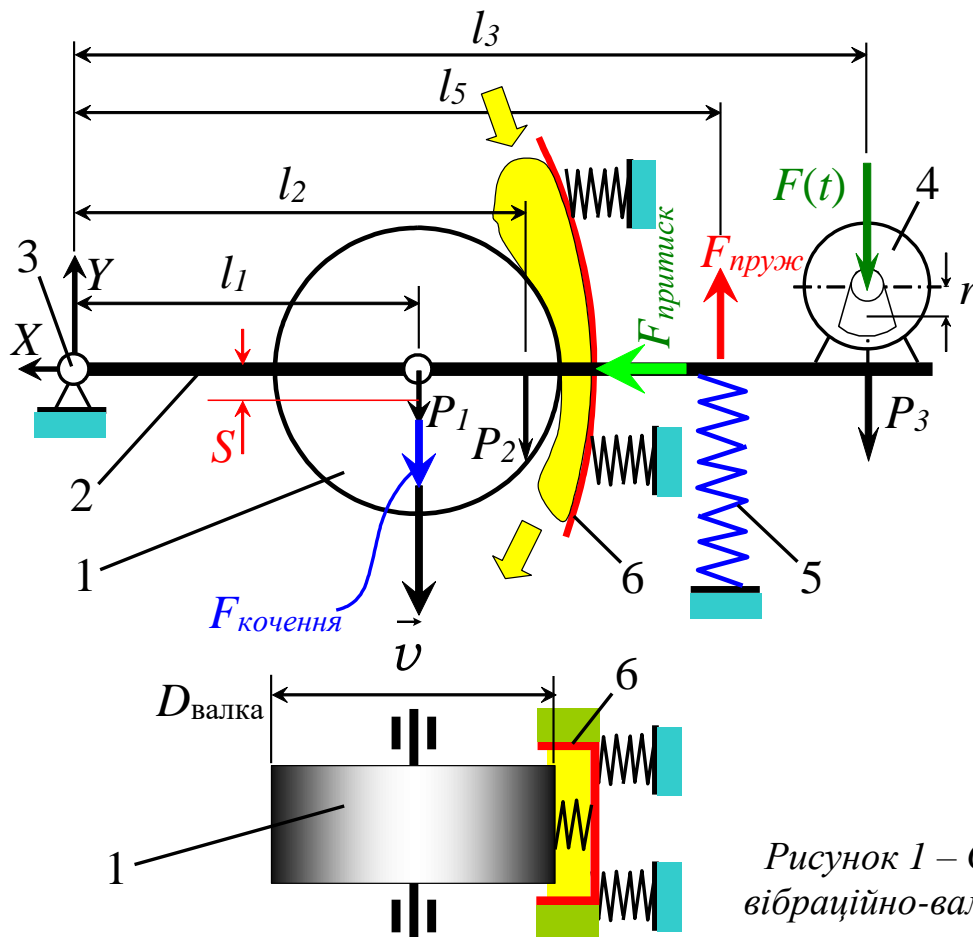


Рисунок 1 – Схема вібраційно-валкового

$$m_{\text{привед}} = \frac{J_{C1} + J_{C2} + J_{C3}}{l_1^2} = \text{const}$$

Так звана приведена маса: . Тут  $J_{C1}$ ,  $J_{C2}$ ,  $J_{C3}$  – моменти інерції відповідно валка, важеля та навісного вібратора відповідно осі важеля.

$$m_{\text{привед}} \ddot{S} + \frac{\mu}{m_{\text{привед}}} \cdot \dot{S} + c \cdot S \cdot \frac{l_5}{l_1} = F(t) \frac{l_3}{l_1} \quad (1)$$

Розділили всі складові на  $m_{\text{привед}}$ :

$$\ddot{S} + \frac{\mu}{m_{\text{привед}}} \cdot \dot{S} + \frac{c}{m_{\text{привед}}} \cdot S \cdot \frac{l_5}{l_1} = \frac{1}{m_{\text{привед}}} F(t) \frac{l_3}{l_1} \quad (2)$$

$$k = \sqrt{\frac{c}{m_{\text{привед}}}}$$

Скористаємося загальноприйнятими позначеннями:  $k$  – циклічна кутова швидкість вільних (власних) коливань (інше поширене позначення цієї

величини  $\omega_0$ );  $2 \cdot n = \frac{\mu}{m_{\text{привед}}}$  – показник ступеня загасання коливань [1]. Записали рівняння (2) у вигляді:

$$\ddot{S} + 2 \cdot n \cdot \dot{S} + k^2 \cdot S \cdot \frac{l_5}{l_1} = \frac{1}{m_{\text{привед}}} F_0 \sin(\omega t) \cdot \frac{l_3}{l_1} \quad (3)$$

$$\frac{d^2}{dt^2} S(t) + 2n \cdot \frac{d}{dt} S(t) + k^2 \cdot S(t) \cdot \frac{l_5}{l_1} - \frac{1}{m_{\text{привед}}} \cdot \frac{l_3}{l_1} \cdot F_0 \sin(\omega t) = 0 \quad (4)$$

Для вихідних даних [ $k=87\text{с-1}$ ,  $n=21\text{с-1}$ ,  $l_5=1\text{м}$ ,  $l_1=0,5\text{м}$ ,  $l_3=1,5\text{м}$ ,  $F_0=9000\text{Н}$ ,  $\omega=300\text{рад/с}$ ,  $m_{\text{привед}}=133\text{кг}$ ] виконано приклад розрахунку (рис.2). Початкові умови  $S(0)=0$ ;  $S'(0)=0$ . Математична модель (залежність (4)) буде використана для підбору раціональних параметрів активатора.

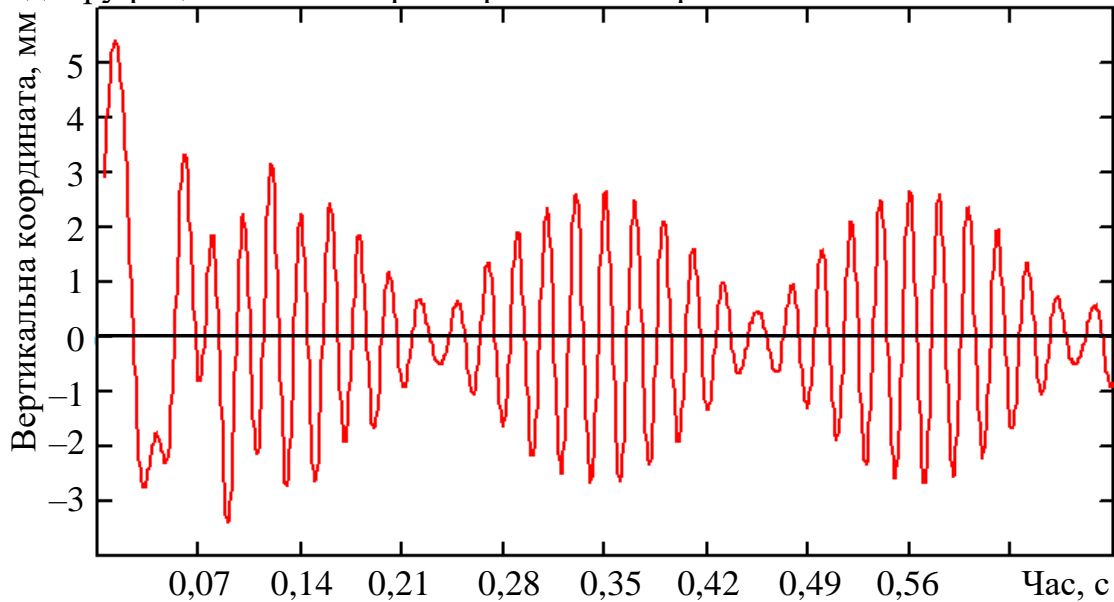


Рисунок 2 – Приклад розв'язання диференційного рівняння (4)

#### Література

1. Krot, A. Analytical Modeling of Oscillations of Movable Operating Elements of a Roll-Drum Activator / A. Krot, A. Ruchka, A. Savchenko, O. Krot, D. Supryaga // *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, Vol 7 (4.3). – P. 58-63. DOI:10.14419/ijet.v7i4.3.19552.



*Крот Олександр Юлійович, д.т.н., доц.,  
професор кафедри галузевого машинобудування та мехатроніки,  
Загорулько Семен Володимирович, студент,  
Левченко Роман Іванович, студент,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **РОЗРОБКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСУ ПУСКУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

Тахогенератор – вимірювальний генератор, призначений для перетворення миттєвого значення частоти обертання вала в електричний сигнал. Зазвичай електрорушійна сила прямо пропорційна частоті обертання ротора. На кафедрі галузевого машинобудування та мехатроніки для дослідження перехідних процесів привода тахогенератори було встановлено на двигуни лебідки (рис. 1) і змішувача з скіповим підіймачем (рис. 2).



*Рисунок 1 – Тахогенератор,  
встановлений на двигуні лебідки*



*Рисунок 2 – Тахогенератор,  
встановлений на двигуні змішувача зі  
скіповим підіймачем*



Лебідка (рис. 3) містить двигун (А42-4; його характеристики 2.8 кВт, 1420 об/хв, ккд 83,5%  $\cos\varphi=0,84$ , маса 42 кг), муфту з стрічковим гальмом з електромагнітним штовхачем, циліндричний двоступінчастий редуктор і ребордний гладенький барабан.

Вал тахогенератора пружною муфтою (рис. 1) зв'язаний із швидкохідним валом редуктора. Як пружну муфту застосовано відрізок гумового армованого шлангу, закріпленого хомутом. У валі двигуна для встановлення тахогенератора просвердлено отвір. Тахогенератор у процесі підймання генерує постійну електричну напругу, величина якої пропорційна швидкості обертання двигуна механізму підймання, і змінюється під час розгону двигуна від нуля до максимуму (близько 12 В у режимі, що встановився). Сигнал від тахогенератора подається на аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) через змінний резистор (потенціометр). Потенціометр налаштований так, щоб електрична напруга у колі "тахогенератор-АЦП" у режимі підймання не перевищувала 2,5 В. Напрямок струму на тахогенератора залежить від напрямку його обертання. Тому при підключенні тахогенератора до АЦП треба дотримуватися полюсовості. Корпус ЕОМ повинен бути заземлений, інакше виникають значні похибки на діаграмі. Якщо швидкість підймання вантажу 0,33 м/с, а вихід на номінальний режим відбувається за 0,117 секунди, то вертикальне прискорення вантажу складає 2,82 м/с<sup>2</sup>. Це значення може бути використане для визначення динамічного зусилля і коефіцієнта динамічності.

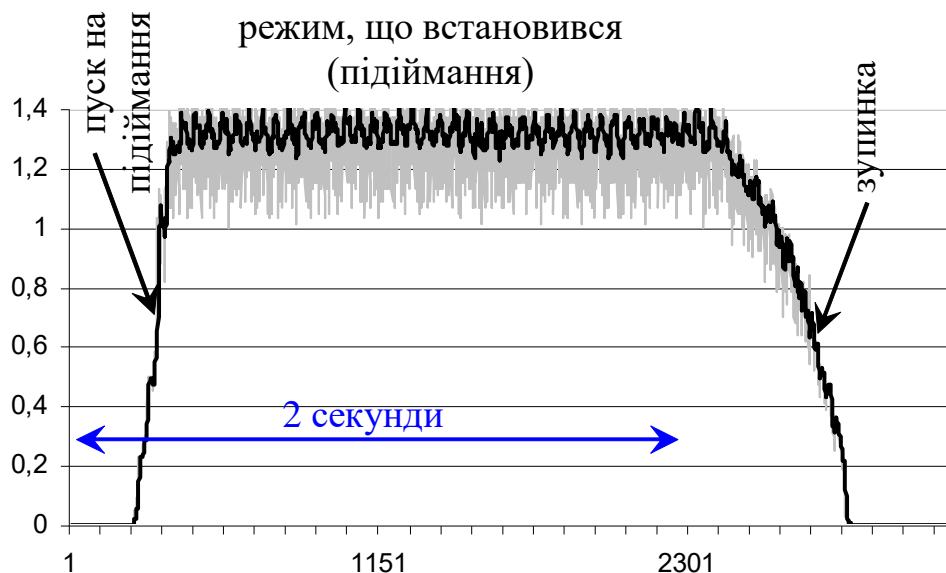


Рисунок 4 – Діаграма зміни частоти обертання двигуна механізму лебідки

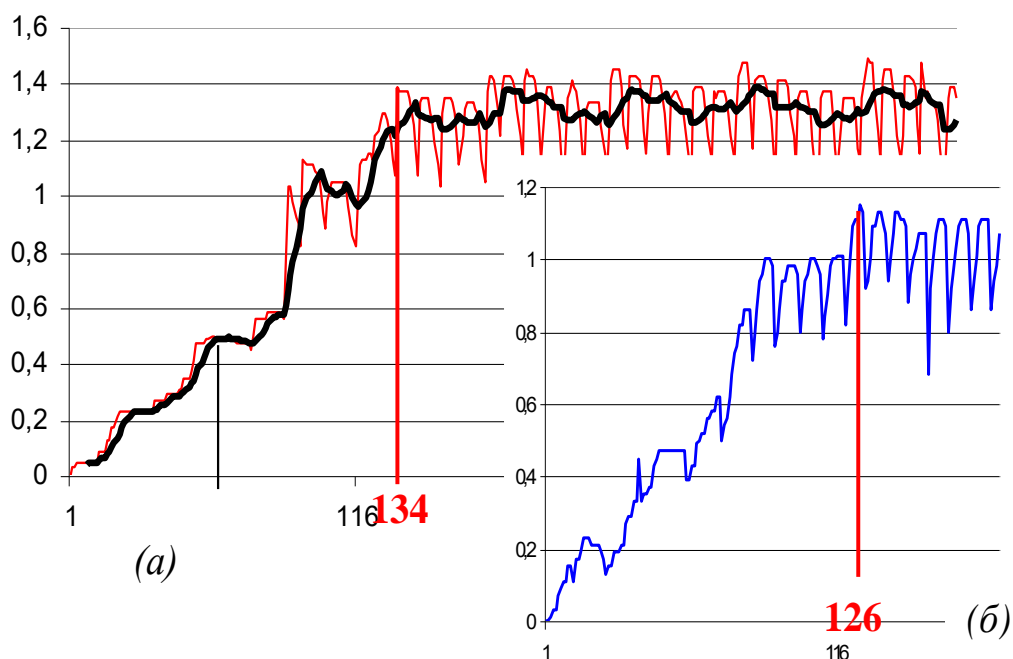


Рисунок 5 – Діаграма виходу на номінальний режим двигуна механізму лебідки: а – при русі на підіймання (134 замірів – 0,117 секунди);

**Висновок.** Час виходу на номінальний режим при пуску на підіймання вантажу (рис. 4 і 5,а) і при пуску на опускання вантажу (рис. 5,б) майже не відрізняється. Отже, цей час залежить від кінетичної енергії, яку набувають швидкохідні обертові частини (ротор двигуна, муфта та швидкохідний вал редуктора) і майже не залежить від частин системи, що рухаються поступально (вантаж і підвіска), для даної маси вантажу.

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДАЧІ БЕТОННОЇ СУМІШІ В ЗОНУ ДРУКУ БУДІВЕЛЬНИМ 3D-ПРИНТЕРОМ**

Спорудження будівельної конструкції 3D-принтером здійснюється шляхом нанесення шару пластичного матеріалу на поверхню друку. Саме цей процес і є об'єктом дослідження, оскільки він обумовлює стабільність розмірів перерізу матеріалу, що наноситься. В свою чергу, матеріал друку за своїми реологічними властивостями є в'язкопластичним тілом, яке має певну граничну міцність при впливі зовнішнього навантаження. Поведінка таких тіл найбільш повно описується моделлю Гершеля-Балклі [1], яка має наступний вигляд

$$\tau = \tau_G + \mu \cdot \gamma^\varphi, \quad (1)$$

де  $\tau_G$  – граничне напруження зсуву, Па;

$\mu$  – коефіцієнт, пропорційний в'язкості при градієнті швидкості, що дорівнює одиниці;

$\gamma$  – градієнт швидкості, 1/с;

$\varphi$  – індекс течії.

Завданням даного дослідження є адаптація вказаної реологічної моделі для опису процесу екструзії матеріалу через щілинний канал між торцем сопла та поверхнею друку.

Для виведення математичного опису подачі матеріалу через щілинний канал екструдера застосовуємо методику Пуазейля [2], що описує витрати при протіканні в'язкопластичної рідини через циліндричний канал.

Подальші розрахунки ведемо користуючись схемою, що зображена на рисунку 1 та рисунку 2. На схемі показані сили, що діють на елементарний шар матеріалу товщиною  $2h$ , який вважається недеформованим. Приймаємо, напруження зсуву  $\tau$ , що виникають на нижній та верхній гранях елементарного шару додатними. Тоді сила зовнішнього впливу, яка створює тиск  $q$ , буде мати від'ємний знак і рівняння рівноваги сил набуде вигляду

$$2 \cdot B \cdot L \cdot \tau = -2 \cdot h \cdot B \cdot q, \quad (2)$$

де  $B$ ,  $L$  – відповідно довжина та ширина щілини (у випадку кільцевого каналу довжина каналу дорівнює довжині кола);

$q$  – тиск на вході в канал

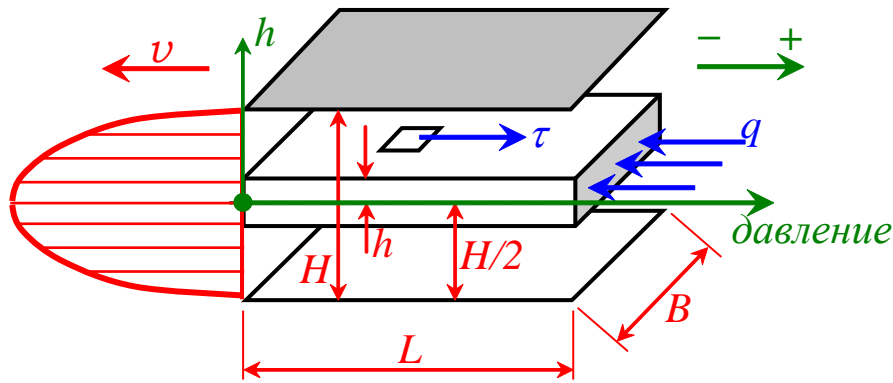


Рисунок 1 – Розрахункова схема плинину матеріалу через канал

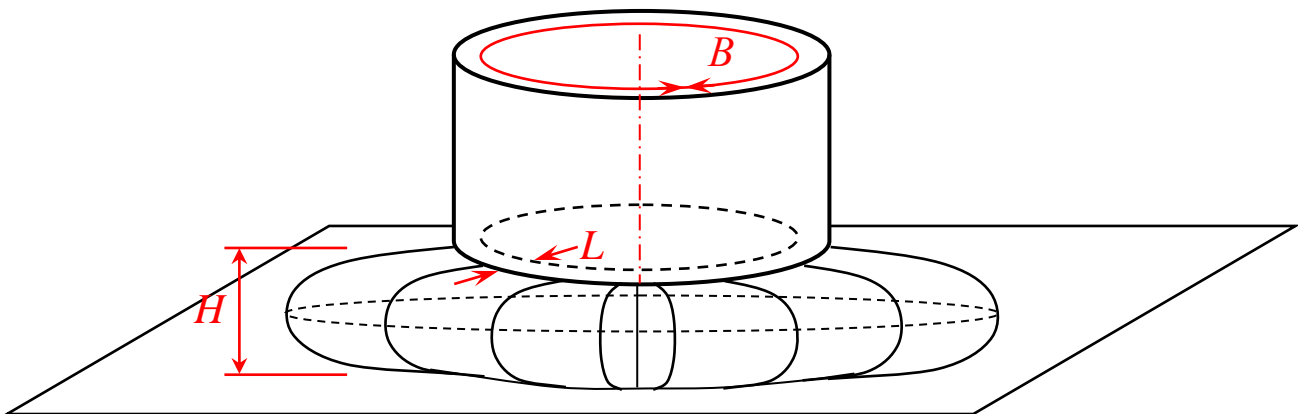


Рисунок 2 – Схема виходу матеріалу через кільцевий канал

З рівняння (2) визначаємо залежність напружень зсуві в шарі матеріалу висотою  $h$  від тиску матеріалу на вході в канал

$$\tau = -\frac{q \cdot h}{L} \quad (3)$$

Формулу (1) перетворюємо до наступного вигляду

$$-\gamma = \frac{dv}{dh} = \left[ \frac{(\tau - \tau_r)}{\mu} \right]^{\frac{1}{\phi}} = \left[ \frac{(\tau - \tau_r)}{\mu} \right]^n \quad (4)$$

Знак «мінус» перед символом градієнта швидкості вказує на те, що напрямки швидкості та напружень зсуву протилежні. Оскільки градієнт швидкості  $\gamma = dv/dh$ , то формулу (4) можна перетворити до вигляду

$$-dv = \left[ \frac{\left( \frac{q \cdot h}{L} - \tau_{\Gamma} \right)}{\mu} \right]^n dh. \quad (5)$$

Інтегруючи обидві частини рівняння (5), отримаємо

$$-v = \frac{\left( \frac{q \cdot h}{L} - \tau_{\Gamma} \right)^{n+1} \cdot L}{(n+1) \cdot q \cdot \mu^n} + C. \quad (6)$$

Припускаючи, що швидкість потоку біля стінки дорівнює нулю [2], ( $v = 0$  при  $h = \frac{H}{2}$ ) знаходимо постійну інтегрування  $C$

$$C = -\frac{\left( \frac{q \cdot H}{2 \cdot L} - \tau_{\Gamma} \right)^{n+1} \cdot L}{(n+1) \cdot q \cdot \mu^n}. \quad (7)$$

Підставивши постійну інтегрування в рівняння швидкості (6) знайдемо рівняння розподілу швидкості за висотою каналу

$$v(h) = \left[ \left( \frac{q \cdot H}{2 \cdot L} - \tau_{\Gamma} \right)^{n+1} - \left( \frac{q \cdot h}{L} - \tau_{\Gamma} \right)^{n+1} \right] \cdot \frac{L}{(n+1) \cdot q \cdot \mu^n}. \quad (8)$$

Рівняння (8) дозволяє здійснити погодження швидкості подачі матеріалу через канал екструдера з рухом друкуючої голівки 3D-принтера, що забезпечить рівномірний переріз шару суміші яка наноситься на поверхню друку.

#### Література

1. Крих Г.Б. Особливості застосування реологічних моделей неньютонівських рідин. Вісник національного університету «Львівська політехніка». – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. – 71 – 82 С.
2. Константинов Ю.М., Гіжа О.О. Технічна механіка рідини і газу: Підручник. – К.: Вища школа, 2002. – 277с.

---

**УДК 621.888.6**

*Поліщук Леонід Клавдійович д.т.н, професор,  
Слабкий Андрій Валентинович, к.т.н., доцент  
Кудраш Віталій Олександрович, аспірант  
Вінницький національний технічний університет*

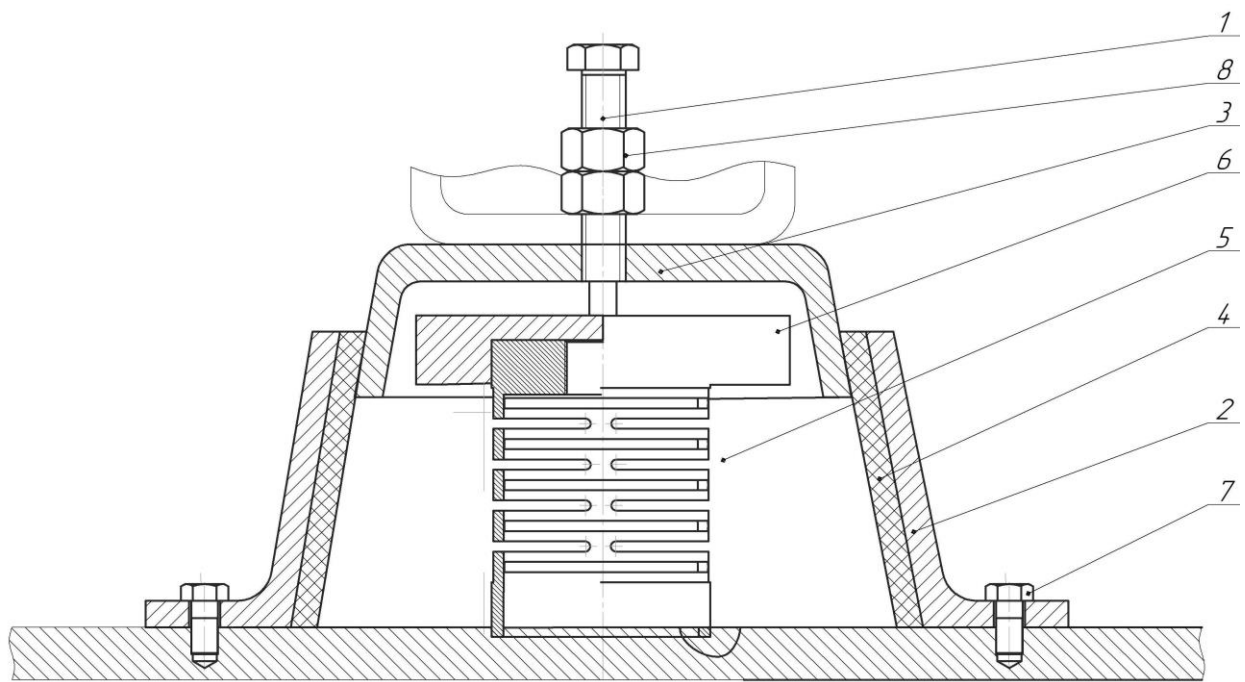
## **ВІБРООПОРА З ПРУЖНИМ ЕЛЕМЕНТОМ ВИСОКОЇ ЖОРСТКОСТІ**

Під час роботи технологічного обладнання генеруються шкідливі вібрації та ударні для протидії яким використовують спеціальні пристрої – віброопори, амортизатори, демпфери. До цих пристроїв ставляться ряд вимог, серед яких можна виділити ефективність роботи, безвідмовність, компактність, довговічність та собівартість. Велика гама різноманітних конструкцій віброопор свідчить про неможливість створення універсальної конструкції, яка може забезпечувати існуючі вимоги до вібро- та ударопоглинаючих пристроїв.

Одним із напрямів розвитку віброопор є зменшення габаритів, яке можна забезпечити шляхом використання пружин високої жорсткості типу – прорізних, тарілчастих, кільцевих. Використання тарілчастих і кільцевих пружин є достатньо широким, про що свідчить велика кількість різноманітних конструкцій віброопор, демпферів, амортизаторів [1 – 3]. Застосування прорізних пружин для створення віброізоляторів є маловідомим. Удосконалення методики розрахунку прорізних пружин [4] підвищило перспективу застосування пружних елементів високої жорсткості такого типу в конструкціях вібро- та ударопоглинаючих пристроїв. Теоретичними та експериментальними дослідженнями гідроімпульсних пристроїв для поверхневого деформаційного зміцнення деталей машин та вібраційного різання [5] підтверджено переваги застосування прорізних пружин для створення вібраційних та віброударних машин.

Найбільш простими з погляду виготовлення є пружинні амортизатори, які широко використовуються у вітчизняній промисловості.

На рисунку 1 представлений однопружинний віброізолятор, який складається з прорізної пружини 1, на яку ставиться настановна чаша 7. Регулювальний гвинт 5 упирається в цю чашу. Станина 6 віброізолюваної машини встановлюється на верхню кришку 4 віброопори. Обертанням болта 5 регулюється положення станини і здійснюється попередня затяжка, що відповідає статичному навантаженню від маси машини. Для захисту пружини від зовнішнього впливу вона поміщається в коробку 3, що має ізолюючі прокладки 2, що перешкоджають доступу до пружини бруду і рідин.



*Рисунок 1 – Конструктивна схема віброопори на базі прорізної пружини*

Використання прорізних пружин забезпечує розширення діапазону вібронавантаження, адже власна частота за однакових габаритів з циліндричною витю пружиною значно більше та більша в 18 – 23 жорсткість, відсутній гістерезис також якісно впливає на роботу віброізолятора.

#### *Література*

- 1. Роганов Л.Л. Розрахунок пружин, ресор та пружних амортизаторів. Л.Л. Роганов, С. Г. Карнаух / Навчальний посібник – Краматорськ ДДМА, 2000. – 112 С.*
- 2. Пат. №12428 А Україна, МПК (2009) В23В1/00. Буровий амортизатор / Рахманов М.М.; заявник і власник Рахманов М.М. – заявл. 22.03.1994; опуб. 28.02.1997, Бюл. №1*
- 3. Никольский Л.М. Фрикційні амортизатори удару. Видавництво "Машинобудування", 1964. - 170 с.*
- 4. Обертюх Р.Р. Особливості розрахунку та проектування силових ланок гідроімпульсних пристроїв для вібраційного різання та поверхневого зміцнення, виконаних у вигляді комбінації поршня з прорізною пружиною та золотника з прорізною пружиною / Р.Р. Обертюх, А.В. Слабкий, О.В. Поліщук // Наукові нотатки. – Вип. 42. – 2013, – С. 193 – 207.*
- 5. Обертюх Р . Р. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного привода / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 164 с.*



---

**UDC 666.97.033.16**

*Шека Олександр Павлович, аспірант,  
Яковенко Андрій Михайлович, аспірант,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЙНОЇ ОПОРИ ЗІ ЗМІННОЮ ЖОРСТКІСТЮ**

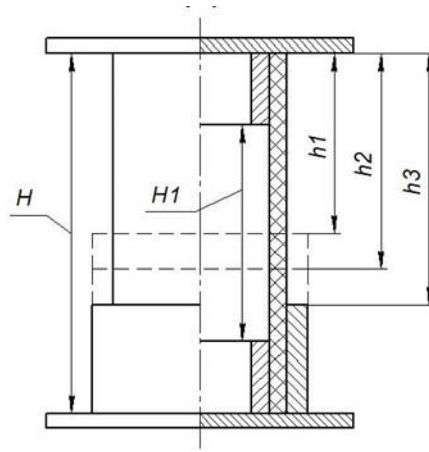
Характеристики віброопор підбираються відповідно до параметрів маси і частоти коливання обладнання, що ізолюється, його розмірів та умов кріплення. При створенні вібраційних будівельних машин в більшості випадків використовується класична двомасова система, оскільки вона дозволяє ізолювати машину від фундаменту або робочого органу і рами. Залежно від маси ущільнюючого середовища або режиму роботи необхідно змінювати параметри віброопор шляхом зміни їх жорсткості [1].

На основі аналізу діючих конструкцій пружних опор вібраційних машин встановлено, що наразі немає аналогів, жорсткість яких можна було б змінювати, не знімаючи опори з обладнання. Ми пропонуємо удосконалену опору для вібраційних майданчиків для формування елементів дорожнього покриття з металевими обмежувачами робочої висоти опори яку зображено на рисунку 1. Конструкція гумо-металевої опори містить центральний гумо-кордний елемент циліндричної форми, верхній та нижній кінці якого з'єднані з опорними гільзами, та змінні металеві обмежувачі для зміни висоти гумо-кордного елемента опори. До металевих гільз кріпляться металеві пластини, що забезпечують передачу рівномірного навантаження на опору [2].

Змінюючи висоту вільної частини гумового елемента, можна регулювати загальну жорсткість системи віброізоляції вібраційної машини. При сталому значенні маси ущільнюючого середовища зменшення довжини вільної частини пружного елемента опори, як відомо, приводить до збільшення його жорсткості, і навпаки. Внаслідок цього за тієї самої конструкції опор змінюється їхня жорсткість [3, 4].

Запропонована нами конструкція пружної опори яку зображено на рисунок 2 включає гумовий порожнистий циліндр, що з'єднується з кожного боку з металевими гільзами. На нижню частину циліндра за потреби надіваються металеві обмежувачі різної висоти в залежності від потреб жорсткості опори.

Обмеження вільної частини опори пропорційні амплітудам коливань робочого органу або рухомої рами вібраційного майданчика.



де  $H$  – висота опори;

$H1$  – робоча висота опори;

$h1$  – вільна частина опори, розміром 50 мм;

$h2$  – вільна частина опори, розміром 60 мм;

$h3$  – вільна частина опори, розміром 70 мм.

Рисунок 1 – Схема віброопори з обмежувачами вільної частини пружного елемента опори



Рисунок 2 – Вимірювання навантаження на віброопору з металевим обмежувачем

Запропонована конструкція пружної опори дозволяє шляхом регулювання висоти її вільної частини підбирати такі значення жорсткості, які забезпечують рівномірну роботу вібраційної машини навіть при нерівномірному розподілі зовнішнього навантаження. Внаслідок цього за тієї самої конструкції опор змінюється їхня жорсткість.

### Література

1. Подобед І. М. Перспективні засоби захисту працівників від шкідливої дії вібрації та шуму на рейковому транспорті [Електронний ресурс] / І. М. Подобед, А. І. Биковський, В. М. Кобасов // Проблеми охорони праці в Україні. - 2014. - Вип. 28. - С. 39-46. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pop\\_2014\\_28\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pop_2014_28_7)

2. Назаренко І.І. Вібраційні машини і процеси будівельної індустрії: навчальний посібник / І.І. Назаренко. – К: КНУБА, 2007. – 230 с.

3. Клітної В. В. Аналіз використання активних віброзахисних систем з керованою квазінульовою жорсткістю [Електронний ресурс] / В. В. Клітної // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. - 2015. - № 2. - С. 66-71. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/eesee\\_2015\\_2\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/eesee_2015_2_10)

4. Лях М. М. Дослідження впливу коливальних рухів сітки на ефективність роботи вібростата / М. М. Лях, Н. В. Федоляк, В. М. Вакалюк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - 2015. - № 4. - С. 36-42. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rrngr\\_2015\\_4\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rrngr_2015_4_6)

**УДК 693.6.002.5**

*Шаповал Микола Віталійович, к.т.н., доцент*

*Криворот Анатолій Ігорович, к.т.н., доцент*

*Тікан Юрій Миколайович, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ПІДВИЩЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УЩІЛЬНЕННЯ РЕВОЛЬВЕРНОГО ПРЕСА ЗА РАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ ЙОГО ПРИВОДА**

Пропонується до розгляду револьверний прес для виготовлення напівфабрикатів керамічної (силікатної) конструкція якого представлена на рис.1.

Револьверний прес складається з таких основних частин: рами 1, на яку встановлено основні вузли і агрегати преса, столу поворотного 2, який має у своєму складі 6 прес-форм формування напівфабрикатів, а також штампи ущільнення суміші з розташованою у верхній частині пресувальною плитою 27. Пресування відбувається за допомогою електромеханічного приводу від електродвигуна через клинопасову передачу. Потім через зубчасті передачі між валом привідним 5, проміжним 4 і зведеною відкритою зубчастою передачею відбувається передача крутного моменту на кривошипний вал. Одночасно кривошипний вал 3 приводить в зворотно-поступальний рух тягу 8, яка передає хитні коливання на важіль 6, і який, в свою чергу, призводить в рух важіль разом з штампом у поворотному столі 2, тим самим ущільнюючи суміш у прес-

формі. Водночас на кривошипному валу відбувається обертовий рух кривошипа, який через шатун здійснює зворотно-обертальний рух, приводячи в обертання диск ланцюговий 10 та храповий механізм 12. За рахунок храпового механізму 12 відбувається обертання поворотного столу 2 циклу пресування напівфабрикату керамічної (силікатної) цегли в кількості двох одиниць.

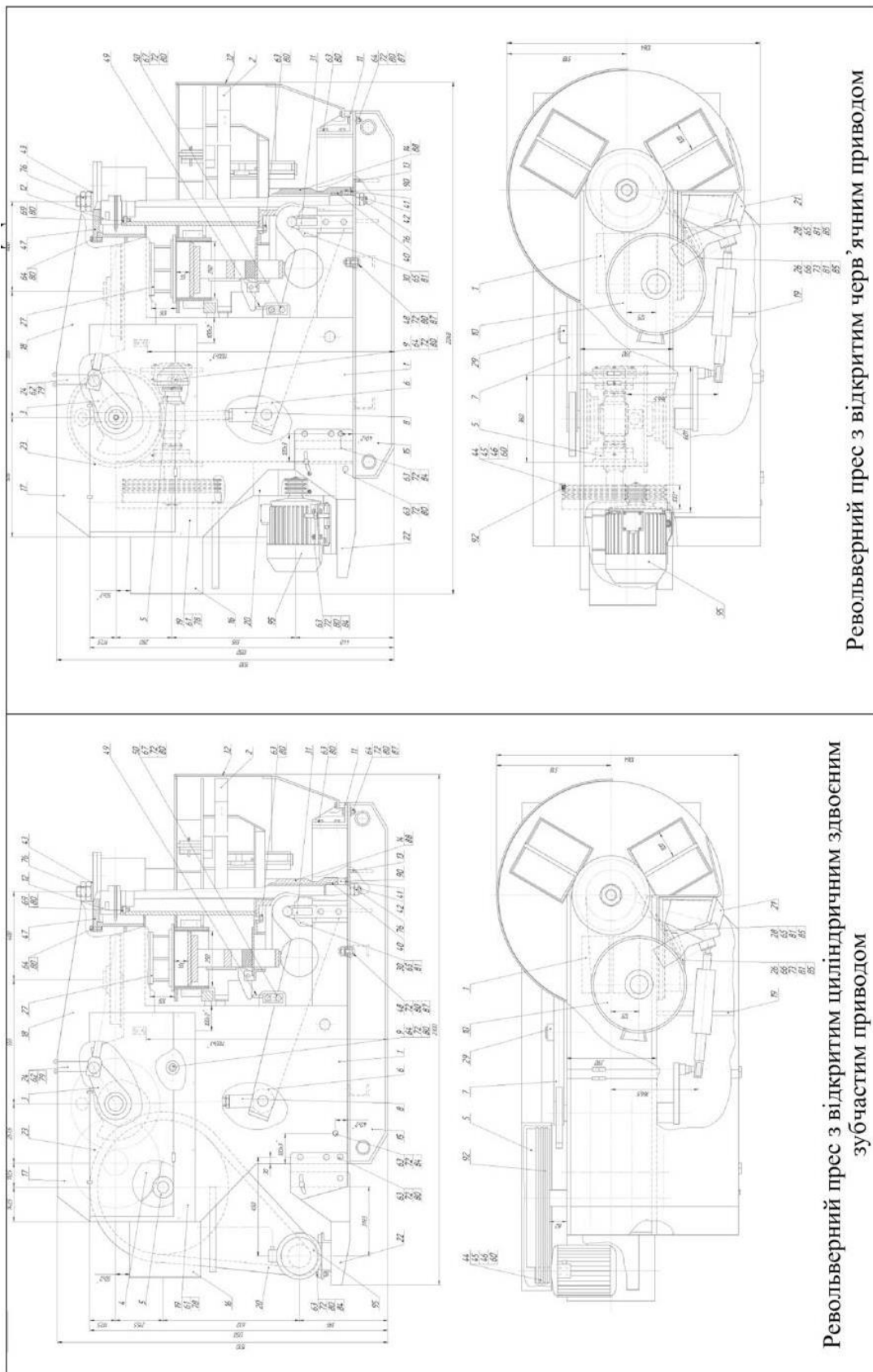


Рисунок 1 – Вид загальний револьверного преса для формування напівфабрикатів керамічної цегли

У момент, коли закінчився цикл пресування кривошип, рухаючись у вертикальне верхнє положення, одночасно здійснює через важіль 6 виштовхування напівфабрикату з прес-форми, повертаючи поворотний стіл через храповий механізм 12. Пройшовши вертикальну точку положення кривошип здійснює опускання через тягу 8 важелю 6.

Далі відбувається зняття готового напівфабрикату з поворотного столу 2. В цей період поворотний стіл 2, обертаючись, здійснює відкидання фіксуєчого елемента важеля штампу, в результаті чого відбувається подальше опускання вниз штампу з важелем під власною вагою.

Запропоновано нову конструкцію преса, а саме конструктивно змінено привод преса для забезпечення зростання тиску ущільнення суміші.

Конструктивно замінено відкритий циліндричний здвоєний зубчастий привод на відкритий черв'ячний привод, який надає ряд переваг перед попереднім, а саме: збільшиться тиск ущільнення суміші, що забезпечить більш якісні властивості напівфабрикати керамічної цегли, зменшиться загальна маса, а також кількість підшипникових вузлів.

Здійснено модернізацію привода, яка полягає у заміні приводних ланок двоступінчастого відкритого зі здвоєними циліндричними парами редуктора на відкритий одноступінчастий черв'ячну пару.

За результатами енерго-кінематичного аналізу та силового розрахунку встановлено, що револьверний прес з приводом з відкритою черв'ячною парою передає в 3,4 рази більший крутний момент на тягу, а також важіль пресування, який забезпечує більше ущільнення суміші для напівфабрикатів керамічної (силікатної) цегли.

Також можлива модернізація столу поворотного 2, в якому можна здійснювати заміну прес-форми та штампу, що дає можливість ущільнювати суміші для напівфабрикатів різної форми та конфігурацій, що робить пресове обладнання універсальним.

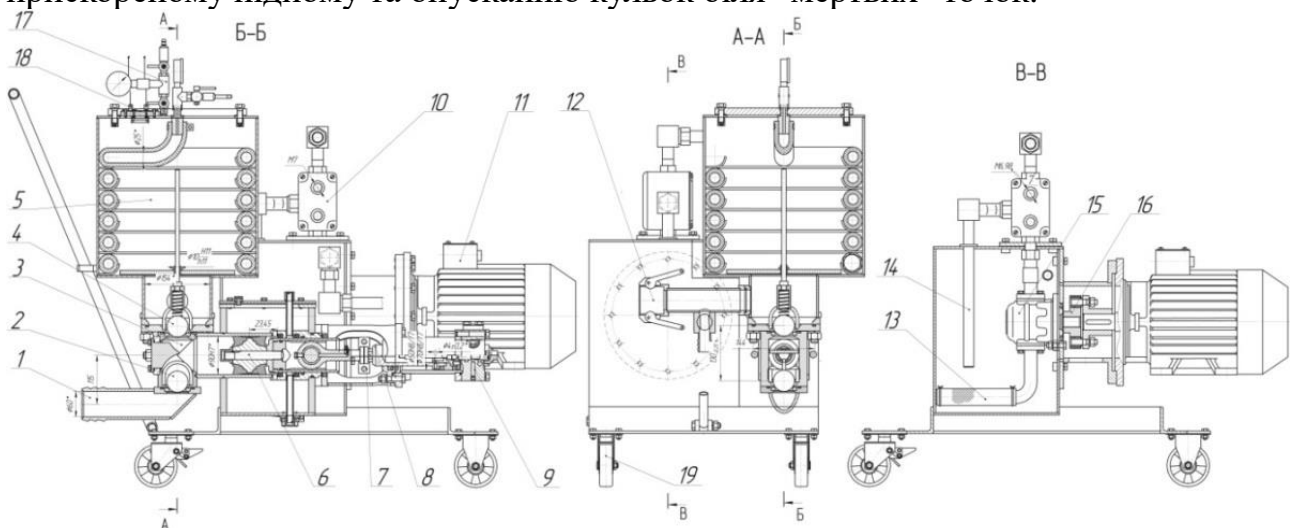
Розроблювана конструкція преса являється економічною, так як потужність привода у декілька разів менша ніж у пресів-аналогів. Використання таких пресів можливе як на великих цегляних заводах так і в мало серійному виробництві тобто на невеличких заводах по виготовленню цегли та місцевого попиту на вироби. Простота в обслуговуванні малі габаритні розміри по відношенню до аналогів-пресів надають нам підстави у розробці (модернізації) нової конструкції преса для ефективного пресування напівфабрикатів будівельних виробів.

Шаповал Микола Віталійович, к.т.н., доцент  
 Вірченко Віктор Вікторович, к.т.н., доцент  
 Михайлик Вадим Григорович, аспірант  
 Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

## ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОПРИВОДА У РОЗЧИНОНАСОСАХ ОДИНАРНОЇ ДІЇ

При Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». необхідно створити конструкцію розчинонасоса з гідроприводом, який матиме постійну швидкість руху поршня, як в такті всмоктування так і в такті нагнітання для зростання технічних параметрів розчинонасоса. Що забезпечить перекачування розчинонасосом розчинів зниженої рухомості з помірною пульсацією на рівні  $\delta \leq 25\%$ .

Це значно збільшить всмоктувальну здатність розчинонасоса, особливо при перекачуванні розчинів зниженої рухомості П8...9 см, та ймовірно зменшить зворотні витoki через всмоктувальний та нагнітальний клапани завдяки прискореному підйому та опусканню кульок біля "мертвих" точок.



- 1, 12 – усмоктувальний та нагнітальний патрубок; 2, 4 – всмоктувальний та нагнітальний підпружинений кульові клапани; 3 – усмоктувальна камера;  
 5 – комбінований компенсатор; 6 – поршень з направляючим плунжером;  
 7 – хомут гідравлічний привідний циліндр з розподільвачем; 8 – гідроциліндр з поршнем і штоком; 9 – золотниковий розподільник; 10 – регулятор подачі гідравлічної рідини; 11 – електродвигун; 13 – фільтр мастильної рідини;  
 14 – патрубок скидання гідравлічної рідини; 15 – шестерневий гідравлічний насос; 16 – муфта втулково-пальцева; 17 – редуктор підкачки повітря;  
 18 – скляне віконце з освітленням

Рисунок 1 – Конструктивна схема однопоршневого гідроприводного розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму:

Тому пропонується конструкція розчинонасоса одинарної дії з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму (рис. 1).

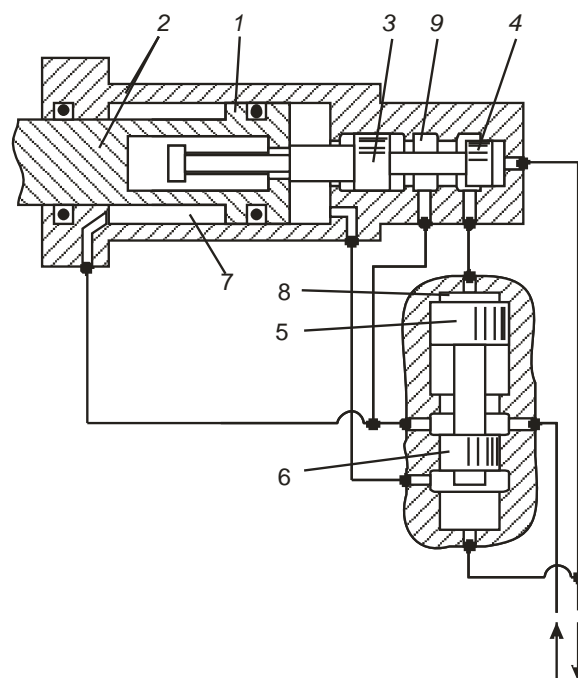


Рисунок 2 – Схема гідравлічної системи приводу розчинонасоса

Гідропривод розчинонасоса (рис. 2) оснащено гідроциліндром 8 з поршнем і штоком, який має порожнину з внутрішнім буртиком. Поршень гідроциліндра 8 установлений опозитно (горизонтально) по відношенню до поршня і розділяє гідроциліндр на поршневу й штокову порожнини. Золотниковий розподільник 9 розташований у правій крайній порожнині гідроциліндра й містить два двопоясхкові диференціальні золотники – основний і керування. Золотник керування установлений співвісно з поршнем гідроциліндра і містить хвостовик. З'єднання штока робочого поршня зі штоком гідравлічного поршня здійснюється за допомогою спеціального хомута 7. Штокова порожнина гідроциліндра 8 постійно з'єднана з лінією напору, а поршнева порожнина через основний золотник почергово з'єднується з лініями напору або зливу, за рахунок чого і забезпечується зворотний поступальний рух поршня 6 зі штоком. Золотник керування надійно утримується в одному з робочих положень протягом усього ходу поршня 6 за рахунок високого або низького тиску масла в поршневій порожнині (яка з'єднується з лінією напору або зливу), а поблизу від мертвих точок переводиться внутрішнім буртиком через хвостовик у чергове робоче положення. Постійність швидкості зворотно-поступального ходу поршня забезпечується тим, що площа поршня гідроциліндра у два рази більша по відношенню до площі перетину штока. Подача гідравлічної рідини по магістралям відбувається за допомогою шестерневого гідравлічного насоса 15 від електродвигуна 11.

Існує математична модель [1, 2] роботи гідроциліндра приводу поршня насосної колонки, яка дозволяє краще зрозуміти всмоктувальну спроможність розчинонасоса, характер спрацьовування кулькових клапанів на відкривання та закривання, механізм утворення зворотних витоків розчину під час закривання клапанів, ступінь ударних навантажень кульок клапанів під час їх спрацьовування на закриття та рівень шуму від цього явища й швидкість зношування гнізд

клапанів, механізм утворення рівня об'ємного ККД гідроприводного розчинонасоса та ступеня пульсацій тиску подачі.

Схема гідравлічної системи автоматичного приводу розчинонасоса, що використовуються при описанні математичної моделі, наведена на рис. 2.

Система диференціальних рівнянь, що описують першу фазу – розгін поршня від нижньої мертвої точки:

$$\begin{cases} m \cdot \frac{dv}{dt} = -(F_M + m \cdot g) + P(t) \cdot (S - S') \\ \beta \cdot \frac{dP}{dt} = -v(t) \cdot (S - S') + Q_0, \end{cases} \quad (1)$$

де  $m$  – маса рухомих металевих частин;  $F_M$  – сила витискування масла на злив із поршневої порожнини гідроциліндра;  $g$  – прискорення земного тяжіння;  $S$  і  $S'$  – відповідно площі поршня й перетину штока гідроциліндра;  $\beta$  – коефіцієнт об'ємної деформації масла;  $Q_0$  – подача масла.

На основі математичної моделі встановлено залежності зміни швидкості руху поршня (1) і тиску масла (2) протягом циклу роботи гідроциліндра.

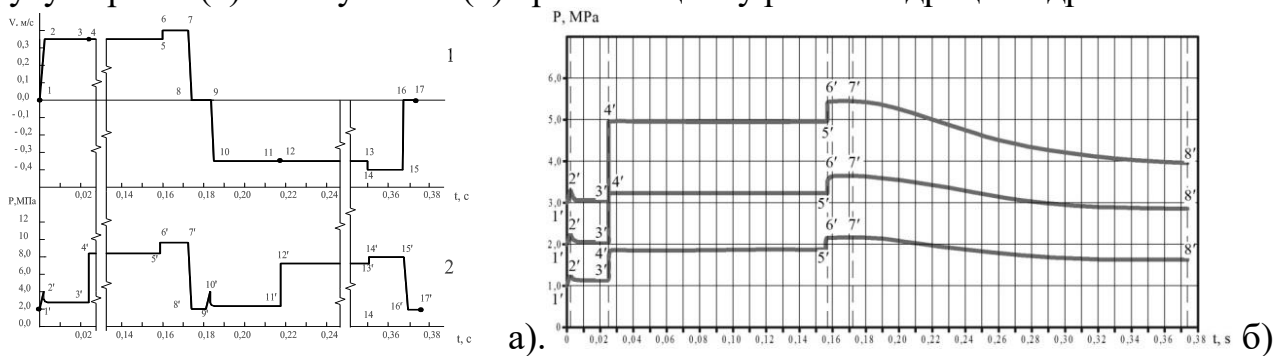


Рисунок. 3 – Залежності: а) зміни швидкості руху поршня (1) і тиску масла (2) протягом циклу роботи гідроциліндра; б) зміни тиску подачі розчину на виході з нагнітального патрубку протягом циклу роботи розчинонасоса

Швидкий перехід поршня від стану гальмування й розгону в ”мертвих” точках до робочої швидкості сприяє тому, що більшу частину ходу поршень рухається з постійною швидкістю, але у свою чергу, позитивно впливає на рівномірність подачі перекачуваного розчину та зниження пульсацій тиску.

#### Список використаних джерел

1. Кукоба А.Т. Дослідження об'ємного ККД гідроприводного розчинонасоса / А.Т. Кукоба, А.В. Васильєв // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полт. держ. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. – Вип. 5. – Полтава: ПДТУ, 2000. – С. 19-24.
2. Кукоба А.Т. Вплив закону руху поршня на об'ємний ККД розчинонасосів / А.Т. Кукоба, А.В. Васильєв, О.М. Якубцов // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полт. держ. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. – Вип. 6. Ч 1. – Полтава: ПДТУ, 2000. – С. 12-17.



## **КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВАКУУМ-ПРЕСА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РАСТРУБНИХ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ТРУБ**

Незважаючи на широкий асортимент керамічних виробів, різноманітність їхніх форм, фізико-механічних властивостей та видів сировинних матеріалів, основні етапи виготовлення таких виробів спільні: потрібно здійснити видобуток сировинних матеріалів, підготувати сировинну масу, сформувати вироби (сирець), висушити їх, випалити, обробити та впакувати.

Призначення формування (або пресування) як технологічного переділу виробництва виробів будівельної кераміки полягає в наданні форми, достатній міцності й максимальній щільності напівфабрикату для проведення наступних технологічних процесів – сушіння й випалу.

Найбільшого поширення на заводах будівельної кераміки набули одновальні вакуум-преси. Не винятком є вид будівельної кераміки, який здійснюється методом пластичного формування – раструбні каналізаційні труби. Для формування таких труб на основі вертикального вакуум-преса SRFSA – 350 і SRFSA – 450 розроблено вдосконалену конструкцію вакуум-преса (рис.1).

Розроблено вертикальний шнековий вакуум-прес (рис.1) для формування керамічних раструбних труб встановлюється на зварній рамі зі швелерів на перекритті другого поверху формованого відділення. Прес складається із трьох основних вузлів: преса, в якому проходить безпосередньо формування труби, прийомного столу, працюючого синхронно з рухом формованої труби, та рамної основи, на якій розташовані два попередні вузли.

Об'єм підготовленої пластичної маси конвеєром подається в завантажувальну камеру 8 преса, шнеками продавлюються через дірчасту змінну перегородку в вакуум-камеру 6. Тут маса знеповітряється через систему від вакуум-насоса 18 і шнековими лопатями 5, закріпленими на валу 9, ущільнюється і подається в пресову головку 3 і після цього в мундштук 13. Вертикальний вал 9, закріплений в підшипниках 10 та 11, отримує обертання від фланцевого мотора 20 через фрикційну муфту 21, редуктор 22, конічну пару 12 та зубчасту пару 19. Прес обладнано рухомим столом 2, який переміщується по колонам 1.

Корпус преса, що складається з 6-7 конусних і циліндричних кілець 4, в середині футеровано сталевими ребристими рубашками. Для запобігання обертання маси разом із шнековими лопатями в корпусі встановлено сталеві стержні СТ.

Важливим вузлом преса є пресова головка 3, яка доопрацьована (рис. 2, а). Пресова головка має виступи 11, на яких закріплена поперечина 10 з керном 7. На керні-стержні 7 закріплено колокол 6, зовнішнім діаметром рівним внутрішньому діаметру формованої труби. До пресової головки 9 кріпиться мундштук 5, з яким шарніром 12 з'єднано кільце 4. Між кільцем і мундштуком

знаходиться сталеву струну 13, натягнута на лучок 15. При повороті лучка 15 навколо осі 8 струна відрізає сформовану трубу 2, яка при перекиданні стійки 1 поступає на спеціальний приймальний лоток.

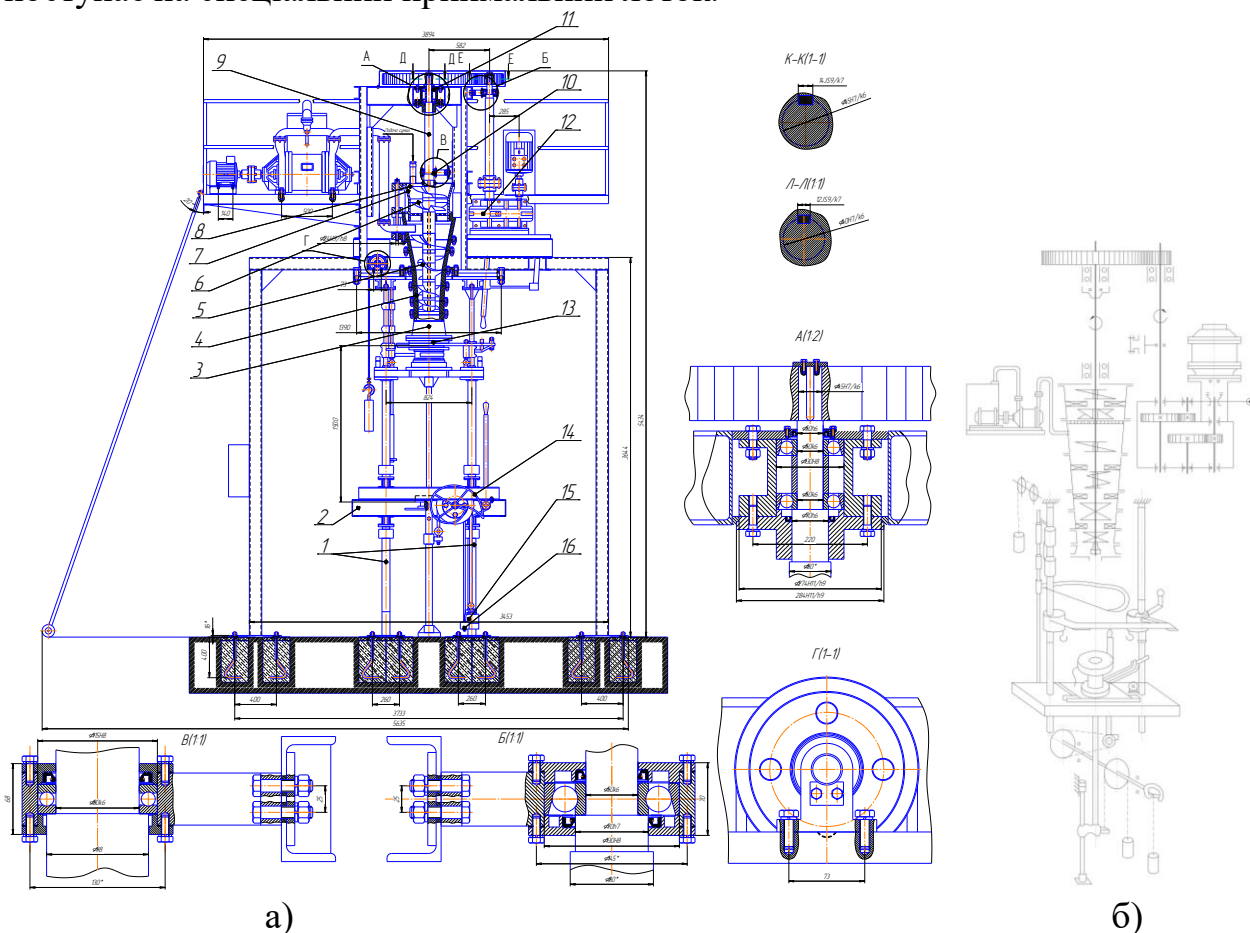


Рисунок 1 – Вертикальний вакуум-прес для формування раструбних каналізаційних труб а) вид загальний; б) кінематична схема

Процес пресування починається зі встановлення формуючої тарілки 4 із зовнішнім діаметром, рівним внутрішньому розміру раструба на стійку 1 і закриття кільця 3. Після цього включається прес і силою шнекових лопатей маса видавлюється з мундштука в кільцеву щілину між формуючою тарілкою 4 і кільцем 3. Стіл 16 в цей час піднято вгору і замкнено у верхньому положенні. Після формування раструба струною лучка 14 відрізається його нижній край і стіл 16 під тиском маси, що виходить з мундштука, опускається. При цьому буде формуватися стовбур труби в кільцевому зазорі між мундштуком 5 і колоколом 6. Вся пересувна система стола 16 врівноважується контрвагами 15. На одній осі 17 з блоками контрвагів 15 закріплені блоки-равлики 14 з вагами 16, які забезпечують рівномірне збільшення продавлення труби, яка видавлюється з мундштука преса.

Також вакуум-прес можна використовувати для пластичного формування для інших розчинних та бетонних виробів.

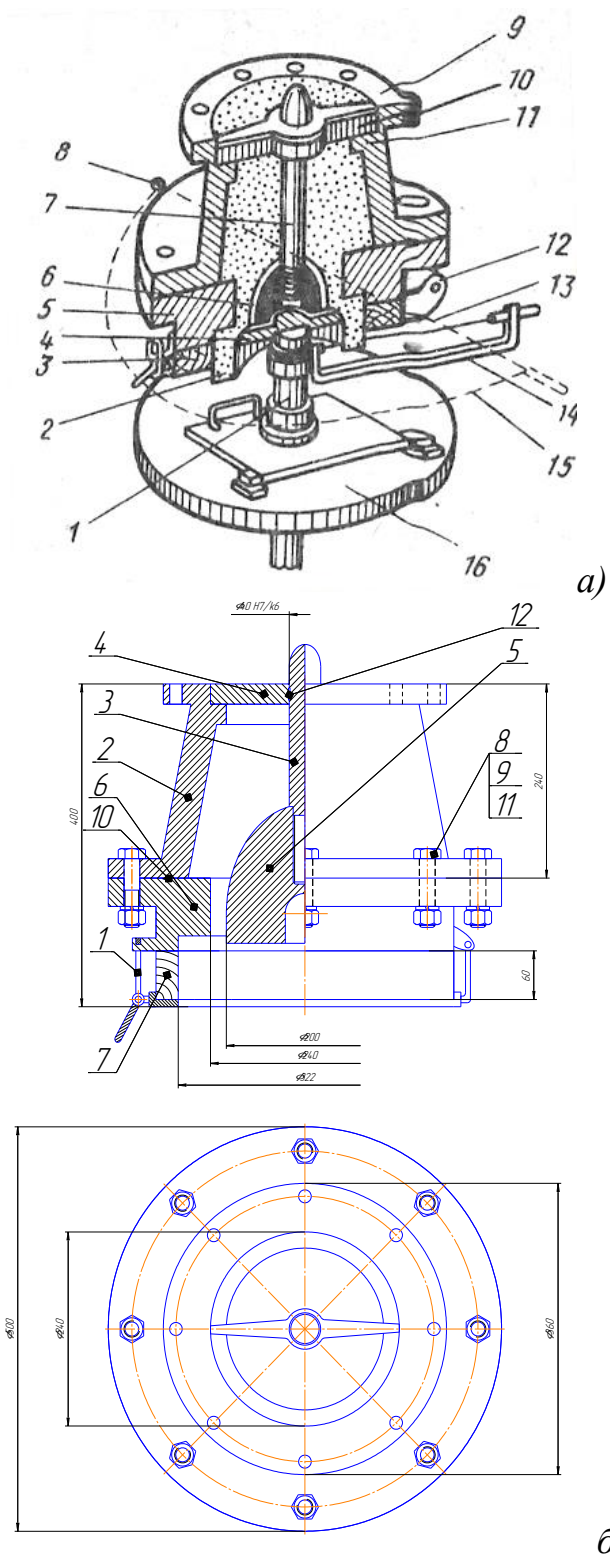


Рисунок 2 – Пресова головка: а) 3-D зображення з'єднання зі столом;  
б) складальне креслення

#### Список використаних джерел

1. Савченко О.Г. Обладнання комплексів для виробництва будівельних дрібноштучних стінових виробів – Харків, 2006р. – 179 с.

## **ГІДРОПРИВІД КОНВЕЕРА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПОДРІБНЕННЯ ЩЕБНЮ**

Сучасні потокові технологічні та автоматизовані лінії, які широко застосовуються в машинобудуванні, автомобілебудуванні, гірничій, вугільній, будівельній, харчовій промисловості, сільському господарстві тощо, потребують застосування підйимально-транспортних машин та механізмів різних типів, що забезпечують безперервність і ритмічність виробничих процесів.

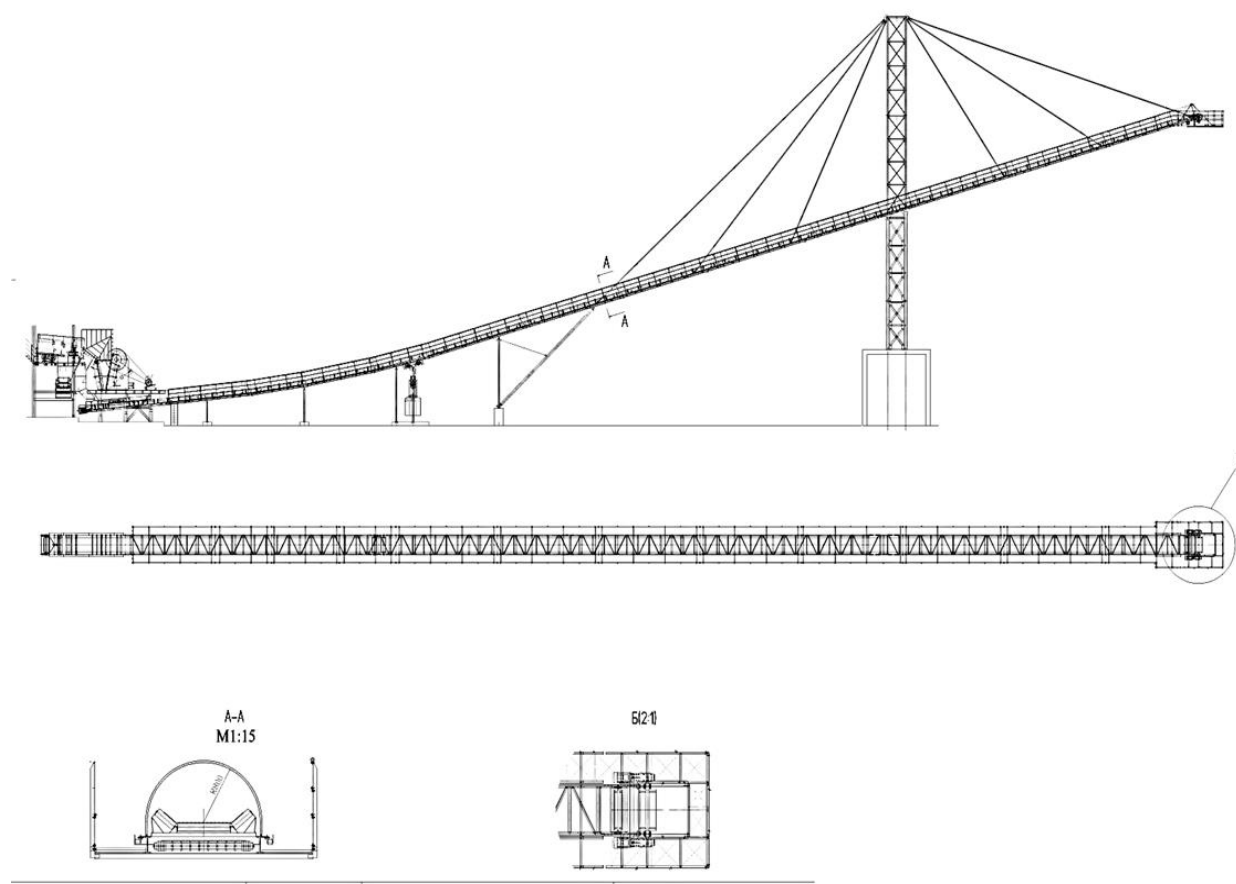
Для забезпечення високої продуктивності праці на багатьох виробництвах застосовуються комплекси підйимально-транспортних машин неперервної дії, що складаються з кількох видів обладнання різного функціонального призначення, які забезпечують виконання певних операцій технологічного процесу. Зокрема, такі комплекси є найбільш економічно ефективними засобами механізації на кар'єрах відкритого видобування корисних копалин, переробних виробництвах тощо, а також для виконання транспортно-розвантажувальних робіт [1]. Спільним для цих комплексів є наявність підйимально-транспортного обладнання, оснащеного стріловою конструкцією, яка утримується під заданим кутом за допомогою відтяжок, закріплених на вантовій опорі. На стрілі улаштовано стрічковий конвеєр, який здійснює транспортування вантажу.

Для ПАТ «Стрижавський кар'єр» (Вінницька обл.) у 2009 році німецькою фірмою «Gerwin» встановлено дробильно-сортувальний завод, розроблений компанією «KWA euroservis» спільно із шведським підприємством «Sandwik». Нове обладнання дозволяє випускати щебінь гранітний будь-яких фракцій для будівельної та дорожньої галузей. Автоматизована система управління виробничим процесом сприяє контролю якості продукції на всіх етапах переробки.

Одним з основних видів обладнання дробильно-сортувального заводу є головний стрічковий конвеєр технологічної лінії подрібнення щебню, який улаштований на суцільній стріловій конструкції, що утримується шістьма відтяжками, закріпленими на пілоні (рис. 1). Для цього конвеєра розроблено вмонтований гідравлічний привід, який дозволив покращити техніко-економічні характеристики зазначеного комплексу, що доведено практикою застосування таких приводів [2, 3].

На основі принципів системного аналізу виділено структурно-функціональні елементи відомих конструкцій вмонтованих приводів,

---



*Рисунок 1 – Стріла головного стрічкового конвеєра технологічної лінії  
подрібнення щебню*

якими є: барабани; передавальні механізми; піввісі; опорні елементи; засоби автоматики [3]. Кожний з цих елементів отримав позначення, яке використовується для складання структурної формули приводу, за допомогою якої здійснюється їхній вибір. Вони забезпечують задані технологічні та конструктивні параметри приводного механізму. Це полегшує пошук нового технічного рішення і можливість вибору раціональної компоновочної схеми вмонтованого приводу. За таким принципом було побудовано нову конструкцію вмонтованого гідравлічного приводу, проектування якого виконувалось за структурною формулою Г–Б8–П1–ХПТК–Н2/Н10.

На рис. 2 представлена конструкція вмонтованого гідравлічного приводу з передавальним механізмом у вигляді хвильової передачі з проміжними тілами кочення та гальмівним пристроєм у вигляді обгінної муфти [4]. Застосування цієї передачі дозволяє практично усунути мертвий хід, підвищити точність і жорсткість, забезпечити працездатність передачі та довготривалий ресурс (до 20 років), зменшити вібрації, кутовий зазор, забезпечити компактність габаритів в 2...6 разів в залежності від типорозміру.

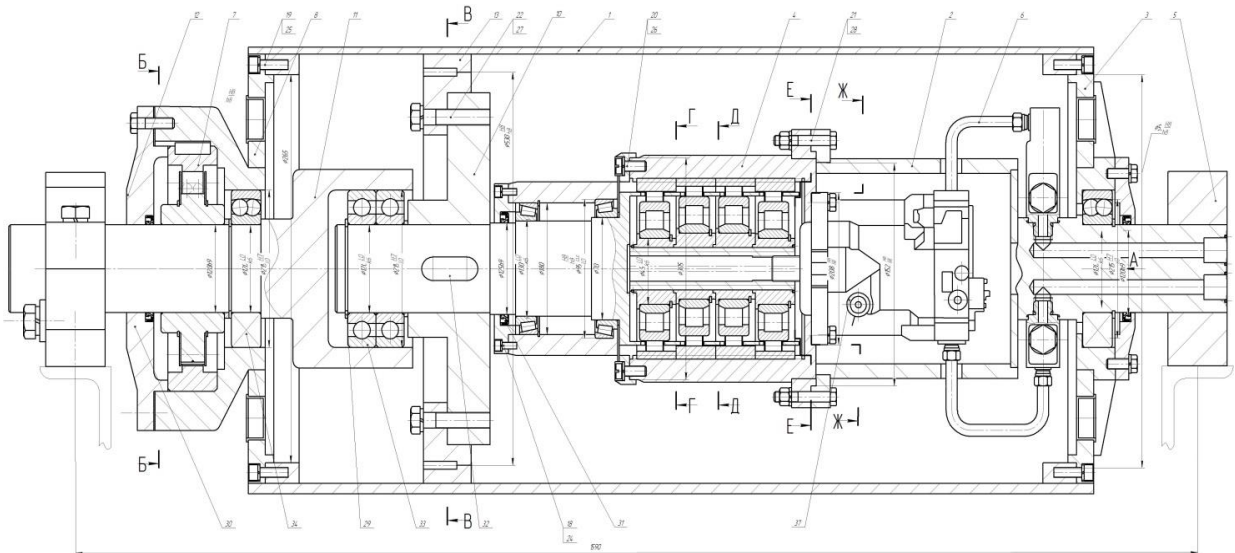


Рисунок 2 – Конструкція вмонтованого гідравлічного приводу для головного конвеєра технологічної лінії подрібнення щєбню

Технічна характеристика вмонтованого приводу з гальмівним пристроєм

1. Частота обертання барабана, хв.....	50
2. Крутий момент на барабані, Нм.....	1954
3. Тип двигуна.....	гідравлічний
4. Потужність, кВт.....	60
5. Передатне число передавального механізму.....	38
6. Гідромотор.....	HMR75-02

Технічна документація на розроблену конструкцію вмонтованого гідравлічного приводу передана замовнику для виготовлення та впровадження у виробництво.

### Література

1. Баженов В. А. Будівельна механіка / В. А. Баженов. – К. : Вища школа, – 2000. – 670 с.
2. Polishchuk L.K. Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor / L.K. Polishchuk, O.V. Piontkevych // 22nd International Scientific Conference «MECHANIKA 2017», 19 May 2017: – Kaunas, 19 May 2017, P. 307 – 311.
3. Polishchuk L. Mathematical modeling of dynamic processes of control device of hydraulic drive of belt conveyor with variable load / L Polishchuk, O Koval. // Tehnomus. New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies, – 2015 – №1. – P. 141-147.
4. Поліщук Л. К. Проектування вмонтованих гідроприводів ПТМ з використанням їх структурно-функціональних елементів / Поліщук Л.К., Булига Ю. В. // Підійомно-транспортна техніка №3(59), 2018 р. с.56-66.

## УДК 62-5

*Крутіков Геннадій Анатолійович д.т.н., професор,  
Стрижак Мар'яна Георгіївна, к.т.н., доцент,  
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИВОДІВ З ПРЕВАЛЮЮЧИМ ІНЕРЦІЙНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ПРИ РОБОТІ З ПНЕВМОПРИВОДОМ

Термічну рівновагу повітря в елементах компресора можна записати  $l_p = R \cdot T_m \cdot \ln \frac{p_m}{p_a} = U + \frac{R \cdot T_m}{p_m} \cdot (p_m - p_a)$ , де  $\frac{R \cdot T_m}{p_m} \cdot (p_m - p_a)$  – питома робота виштовхування (нагнітання) або транзитна працездатність;  $U$  – робота ізотермічного розширення (стиснення).

Традиційне дросельне гальмування пневмопривода з великим інерційним навантаженням (ІН) має суттєві недоліки: повне заповнення робочого об'єму пневмоциліндра у фазі гальмування (використовується лише транзитна працездатність стисненого повітря і не використовується потенційна енергія розширення); дисипативний характер гасіння кінетичної енергії рухомих частин привода (не відбувається рекуперация енергії на поршні при фіксації в кінцевому положенні, що збільшує роботу виштовхування стисненого повітря з вихлопної порожнини в режимі розгону). Також у разі великих і середніх ІН перехідний процес є яскраво коливальним. Виключити ці недоліки може перехід до гальмування шляхом зміни структури комутаційних зв'язків за умови їх оптимального підбору для кожної фази руху (рис. 1).

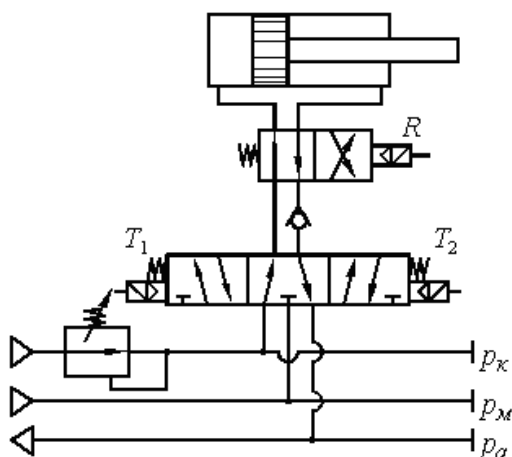


Рисунок 1 – Енергозберігаючий пневмопривод

Фази руху		R	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Рух вправо	Вихідний стан	1	0	0
	Розгін	0	1	0
	Гальмування	0	0	1
	Фіксація	0	0	0

У фазі гальмування робоча порожнина (через дволінійний редуційний клапан) приєднується до джерела зниженого тиску ( $p_k$ ), а вихлопна (через зворотний клапан) – до магістральної лінії живлення ( $p_m$ ). У режимі фіксації: робоча порожнина продовжує комутуватися з джерелом зниженого тиску ( $p_k$ ), вихлопна порожнина – з атмосферою. Це забезпечує суттєву економію стисненого повітря та найбільш раціональну форму перехідного процесу.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ПРОСТОРОВИМ ХАРАКТЕРОМ РУХУ**

На сучасному етапі розвитку будівельної галузі існує нагальна проблема впровадження таких технологій і машин, які дозволяють забезпечити високу якість готової продукції, суттєве зниження енерговитрат і підвищення продуктивності. Чільне місце в ряду обладнання будівельної галузі належить вібраційним машинам. Ряд робіт присвячено дослідженню процесу формування та ущільнення бетонних і залізобетонних сумішей, а також видів обладнання та способів його введення в експлуатацію. В роботі [1] розрахункова схема машини розглядається як система з дискретними параметрами, а середовище моделюється системою з розподіленими параметрами. Даний метод враховує не тільки еластичні, але й дисипативні властивості середовища, обробленого під час коливальних процесів. У В роботі [2] зроблено уточнення моделі, де запропоновано методику переходу від дискретно-континуальних систем (дискретна – машина, континуальна – середовище) до суто дискретних з урахуванням хвильових явищ у оброблюваному середовищі, що дає можливість отримати поведінку середовища при обробці і узагальнені явища, які відбуваються в системі, при цьому конструкція машини розглядається дискретними параметрами і модель не враховує розподілу параметрів робочого процесу в конструктивних елементах машини. Дослідження [3] виконані з урахуванням напружено-деформованого стану металоконструкцій машини технологічного призначення, але в постановці задачі в межах поля статичного навантаження, при якому відсутні динамічні впливи та перехідні процеси. За даними досліджень [4], стан напруженості конструкції при аналізі досить складний і потребує багатьох ресурсів для складних обчислювальних моделей автори рекомендують використовувати моделювання скінченних елементів. Об'єктом дослідження роботи [5] є вібраційна установка, яка являє собою рамну конструкцію. В роботі наведені теоретичні розрахунки та комп'ютерне моделювання, метою яких було визначення простих та більш складних форм коливальних процесів. Вибір полягав у можливості реалізації режимів роботи з більш високими рівнями передачі енергії до оброблюваного середовища.

Дана робота присвячена дослідженню параметрів і режимів роботи віброустановки з просторовим характером руху, метою якої є моделювання руху конструкції віброустановки при полічастотному навантаженні.

Вібраційний блок одночасно виконує функцію прес-форми для бетонної суміші і складається з звареної коробчатої рами, яка встановлена на гумових еластичних опорах на бетонному фундаменті. Вібраційний блок оснащений двома, не симетрично встановленими відцентровими генераторами високочастотних коливальних процесів. Для вивчення блоку вібрацій створено геометричну 3D модель, на основі якої розроблена проектна модель кінцевих елементів.

---



На основі попередніх розрахунків і моделювання несучих елементів рами кінцевими елементами балок, пружно деформованих під дією поздовжньої сили, згинальних моментів у двох площинах і крутного моменту, розроблена експериментальна модель вібраційної машини з активними поверхнями формування. При дослідженні системи застосовуються принципи, що забезпечують адекватність моделі, а також можливість подальших досліджень - вирішення інших видів проблем. Визначено основні частоти коливань, які реалізуються при 12,50 Гц, 18,60 Гц та 24,30 Гц. Вивчення і визначення напружень і деформацій в часі підтвердили гіпотезу про значний вплив структурних особливостей формувальної поверхні на процес ущільнення. Отримано чисельні значення та характер розподілу напружень у формувальній структурі залежно від кута миттєвої дії зовнішньої сили вібраторів. Визначено умови реалізації фазових і антифазних напрямків напружень і діючої зовнішньої сили. В той же час реалізуються форми коливань зі складним рухом формоутворюючої поверхні. Експериментально доведено наявність хвильових явищ у формоутворюючій поверхні при реалізації режимів роботи на основних частотах коливань.

#### *Список літератури*

1. Ivan Nazarenko, Viktor Gaidaichuk, Oleg Dedov, Oleksandr Diachenko. *Determination of stresses and strains in the shaping structure under spatial load // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. Vol 6, No 7 (96) 2018. P. 13–18.*

2. *Design of New Structures of Vibro-Shocking Building Machines by Internal Characteristics of Oscillating System / Nazarenko I. I. et. al. // The Seventh Triennial International Conference HEAVY MACHINERY HM 2011. 2011. Issue 2. P. 1–4.*

3. *Investigation of vibration machine movement with a multimode oscillation spectrum / Nazarenko I. et. al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 6, Issue 1 (90). P. 28–36. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118731>*

4. *High frequency modes meshfree analysis of Reissner-Mindlin plates / Bui T. Q., Doan D. H., Van Do T., Hirose S., Duc N. D. // Journal of Science: Advanced Materials and Devices. 2016. Vol. 1, Issue 3. P. 400–412. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsamd.2016.08.005>*

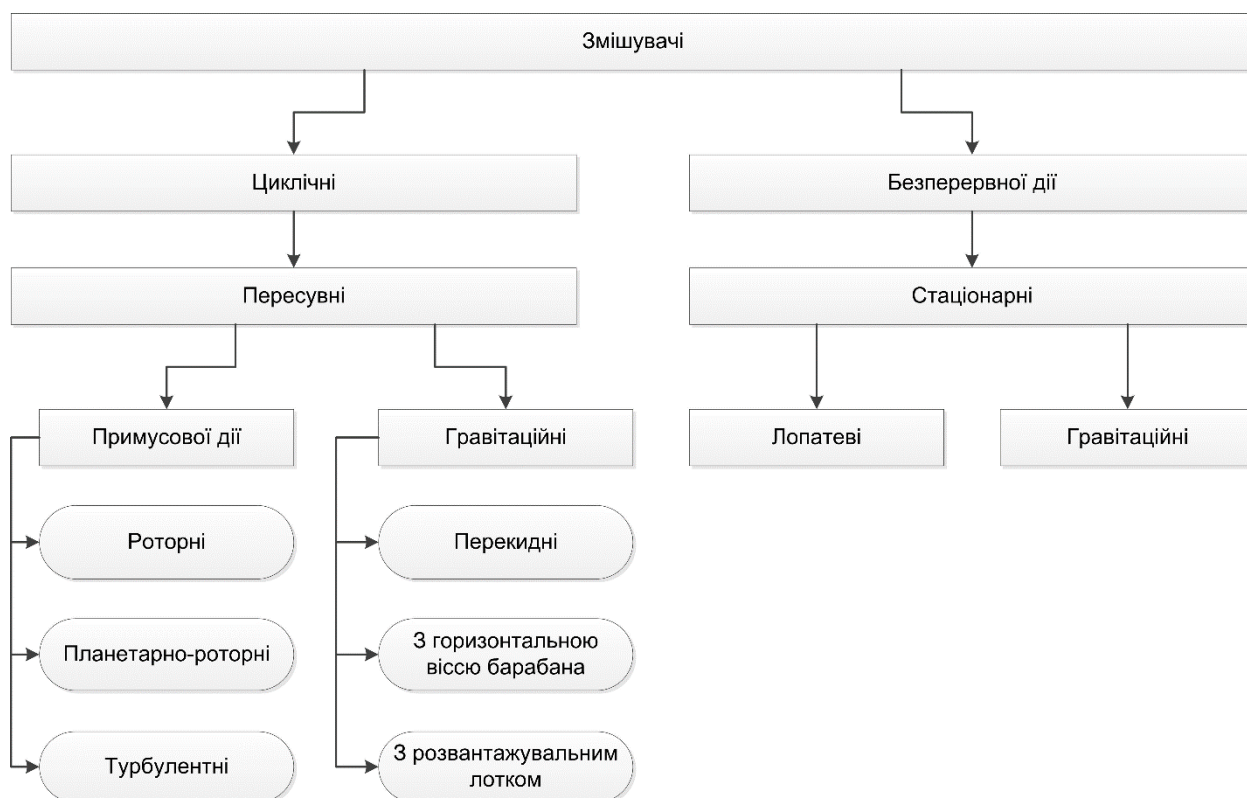
5. *Dedov O. Determining the influence of the environment on the dynamics of the machine on the basis of spectral analysis // Control, Navigation and Communication Systems. 2018. Vol. 4, Issue 50. P. 69–72. doi: <http://doi.org/10.26906/sunz.2018.4.069>*

*Рудик Ростислав Юрійович, аспірант,  
Вірченко Віктор Вікторович, к.т.н., доцент,  
Сальніков Роман Юрійович, аспірант,  
Біданець Сергій Сергійович, аспірант,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ

Виробництво в Україні різних видів залізобетонних конструкцій і виробів з бетону відповідної якості в теперішній час потребує особливої уваги, так як існує нагальна потреба у швидкому відновленні та ремонті будівель і споруд після воєнних дій. Тому було проведено аналіз роботи змішувачів, які використовують для приготування будівельних сумішей та виявлено необхідність розроблення нової конструкції малогабаритного мобільного бетонозмішувача.

Представлено існуючі види змішувачів на рисунку 1.



*Рисунок 1 – Види змішувачів, які використовують для приготування будівельних сумішей*

Виявлені переваги і недоліки існуючого обладнання дають змогу визначити основні напрямки подальшого розроблення нового бетонозмішувача.

Безпосереднє приготування бетонних сумішей на будівельному майданчику [1] за допомогою компактного мобільного обладнання можуть підвищити ефективність будівельних робіт в умовах обмеженого простору та

знизити транспортні витрати.

Застосування автоматизації у процесі керування може підвищити продуктивність [2]. У випадку виготовлення бетонних сумішей різних марок, доцільним буде використовувати комплексне обладнання для автоматизації процесу та встановлення контрольно-вимірювальних приладів, що дозволить досягнути точних параметрів, таких як рівномірність заповнення бункера, об'єм води та добавок, вологість та реологічні характеристики суміші під час перемішування.

Економічну ефективність розробленого обладнання можна збільшити за рахунок оптимального використання потужності двигуна, створення кращих умов для робочого процесу та зменшення витрат на будівельні матеріали.

Результати досліджень показують, що розроблення нового обладнання для приготування будівельних сумішей є доцільним, а нова конструкція матиме ряд переваг порівнюючи з існуючими змішувачами. Забезпечення кращої мобільності та використання автоматизованих процесів дасть змогу зменшити витрати, підвищити продуктивність та виготовляти суміш вищої якості.

#### *Література*

1. Ємельянова І.А. Особливості виконання бетонних робіт в умовах будівельного майданчика / Ємельянова І.А., Гордієнко А.Т., Субота Д.Ю. // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХНУБА, 2018. – Т.93, №3. – С.205-214 – DOI:10.29295/2311-7257-2018-93-3-205-214.

2. Назаренко І.І. Перспективні конструкції автобетонозмішувачів / Назаренко І.І., Клименко М.О., Чичур А.І., Сахно С.В. // Теорія і практика будівництва. – К.: КНУБА, 2011. – №7. – С.2-9.

**УДК 69.005.52:622.271.3.05**

*Сальніков Роман Юрійович, аспірант,  
Вірченко Віктор Вікторович, к.т.н., доцент,  
Рудик Ростислав Юрійович, аспірант,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ГВИНТОВОГО ВУЗЛА ДЛЯ ПЕРЕКАЧУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ**

Підвищення ефективності роботи гвинтового вузла для перекачування будівельних розчинів полягає у необхідності оптимізації процесу перекачування будівельних розчинів, що має важливе значення для будівельної індустрії. Висока ефективність гвинтового вузла забезпечує швидку і безперебійну подачу будівельних розчинів на робоче місце [1], що сприяє збільшенню продуктивності та зменшенню витрат часу та коштів на будівельних проектах.

Отже, питання підвищення ефективності роботи гвинтового вузла для перекачування будівельних розчинів є досить актуальним і важливим для будівельної галузі, адже це може позитивно вплинути на якість та терміни

---

будівництва, а також зменшити витрати на робочу силу та матеріали [2].

Було проведено аналіз існуючих конструкцій для перекачування будівельних та інших розчинів з використанням гвинтових вузлів та їхніх технічних характеристик та виявлено основні проблеми та недоліки.

Для покращення роботи вузла насамперед пропонується використання гвинтових вузлів з полімерних матеріалів, що забезпечить більшу міцність та зносостійкість елементів вузла, а також зменшить його вагу та витрати на енергопостачання.

Підтримання правильного режиму роботи вузла дасть змогу зменшити втрати розчину та забезпечити більш якісне перекачування компонентів. Це можна забезпечити за рахунок налаштувань швидкості обертання вузла, тиску і температури розчину.

Одним з важливих факторів також є проведення досліджень на геометрію гвинта, яка визначає напрямок та швидкість руху перекачуваного матеріалу. Він залежить від діаметра гвинта, кроку та кута нахилу зуба, що при правильних розрахунках може забезпечити максимальний потік рідини при мінімальних втратах енергії на тертя.

Застосування систем автоматичного регулювання дозволить забезпечити оптимальні параметри перекачування будівельних розчинів в залежності від їх характеристик та умов роботи гвинтового вузла. Також можна використовувати системи бездротової передачі даних та управління гвинтовим вузлом, що забезпечить більш точне та ефективне управління процесом перекачування.

Застосування цих технологій дозволяє забезпечити більш точне та ефективне управління процесом перекачування будівельних розчинів, зменшити витрати на енергопостачання гвинтового вузла, збільшити термін його експлуатації та зменшити вартість утримання. Крім того, використання інноваційних технологій дозволяє підвищити безпеку роботи гвинтового вузла та зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій.

#### *Література*

1. Кучеренко Л.В. Сучасні підходи підвищення ефективності виконання тонкошарового штукатурного покриття / Кучеренко Л.В., Рабоча Т.В., Стрілець Я.О. // Науково-технічний збірник “Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві”. – В.: ВНТУ, 2013 – Т.14, №1. – С.47-50.

2. Онищенко О.Г., Драченко Б.Ф., Головкін О.В. Механізація опоряджувальних робіт у будівництві. – К.: Урожай, 1998. – 320 с.

---

---

*Hlushkova Diana, Doctor of Technical Sciences, Professor  
Saenko Vladislav, master  
Kharkiv National Automobile and Highway University*

## **INCREASED DURABILITY OF TURBINE BLADES**

The influence of electrode material on the state of build-up layer of steam turbine rotor blades is investigated. The strengthening layer is formed by means of the electrospark alloying with use of alloy T15K6 and steel 15X11MΦIII. Microstructure, microhardness, and thickness of build-up layer are investigated. The advantages of steel 15X11MΦIII for the strengthening of leading edges of steam turbine rotor blades are substantiated.

Key words: electrospark alloying, electrode, surfacing layers, microstructure, microhardness, strengthening.

Rotor blades of steam turbines determine the serviceability of the turbine. Their working conditions require high hardness of leading edges. Further, erosion damage reduces their resistance.

To increase the service life of blades, the leading edges are exposed to such processing methods like hardening by high-frequency currents and application of the widely used alloy T15K6 based on carbides Ti and W as in forcing electrode. The binder for this alloy is Co.

Application of the above methods has limitations. Thus, using the high-frequency current makes it difficult to technically temper the radius blend from the blade air foil portion to the bookshelf bandage, and use of the widely applied alloy T15K6 as a reinforcing electrode is limited due to the presence of cobalt—an element that, as a result of activation, forms long-lived isotopes, which reduce the erosion resistance of blades [1, 2].

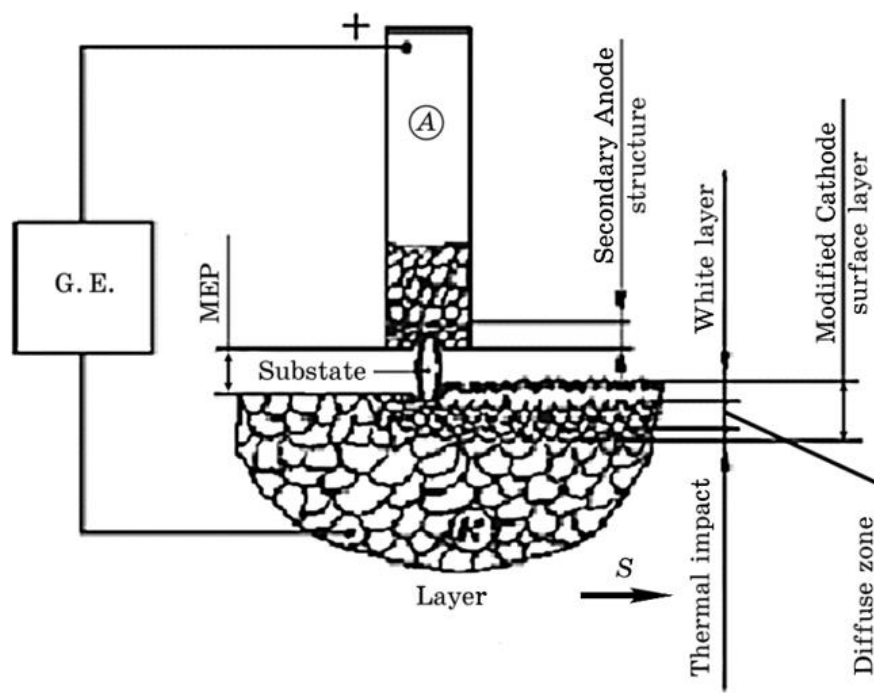
In the given paper, there were tested two materials to be used as an electrode—alloy T15K6 and steel 15X11MΦIII.

The study was conducted, using samples of steel 15X11MΦIII that was thermally treated to obtain the hardness of 285 HV with removing the decarburized layer to the depth of 1 mm along the hardening plane. Works on the strengthening of samples were carried out using electrospark equipment EIL 8A [3, 5].

The microstructure of the base metal of specimens presents sorbitol with retaining orientation along martensitic planes. The structure of the samples is of different uniformity, the structure contains grains of different etch ability, and the size of needles corresponds to 7–8 points [4, 5].

Control of the hardened surface is carried out by visual inspection with a magnifying glass with 3, 10 power. × ×

On the surface of the samples after hardening by both alloys T15K6 and steel 15X11MΦIII, defects such as cracks were not revealed. Figure 3 shows the appearance of the surface hardened by alloy T15K6. The layer is homogeneous, fine-grained, and, in some places, there can be found small size craters.



*Fig. 1. General scheme of the electrospark alloying*

## CONCLUSIONS

When there was performed visual inspection and carried out metallographic analysis of samples reinforced by the electrospark method using the equipment EIL 8A with electrodes made of steel 15X11MΦIII and hard alloy T15K6, cracks were not revealed.

The bending tests of the samples hardened by both the solid alloy T15K6 and steel 15X11MΦIII are not failed.

In examination of the bends, the peel of the hardened layer from the base metal was not detected.

The average thickness of the surface layer hardened by both alloy T15K6 and steel 15X11MΦIII was virtually identical.

The microhardness of the deposited layer, the transition zone, and HAZ at different distances from the boundary, when using both the hardened alloy T15K6 and steel 15X11MΦIII, is not practically different.

Based on these studies, it is recommended to replace the applied reinforcing electrode with one made of alloy T15K6 and steel 15X11MΦIII to increase the hardness of the leading edges of steam engine rotor blades.

## REFERENCES

1. D.B. Hlushkova, V.A. Bagrov, S.V. Demchenko, V.M. Volchuk, O.V. Kalinin, N.E. Kalinina. *Structure and properties of powder gas-plasma coatings based on nickel // Problems of Atomic Science and Technology. 2022, N 4(140), p. 125-130.*
2. V.S. Vahrusheva, D.B. Hlushkova, V.M. Volchuk, T.V. Nosova, S.I. Mamhur, N.I. Tsokur, V.A. Bagrov, S.V. Demchenko, Yu.V. Ryzhkov, V.O. Scrypnikov. *Increasing the corrosion resistance of heat-resistant alloys for parts of power equipment // Problems of Atomic Science and Technology. 2022, N 4(140), p. 137-140.*
3. D.B. Hlushkova, V.A. Bagrov, S.V. Demchenko, V.M. Volchuk, O.V. Kalinin,

*N.E. Kalinina. Structure and properties of powder gas-plasma coatings based on nickel // Problems of Atomic Science and Technology. 2022, N 4(140), p. 125-130.*

4. *V.S. Vahrusheva, D.B. Hlushkova, V.M. Volchuk, T.V. Nosova, S.I. Mamhur, N.I. Tsokur, V.A. Bagrov, S.V. Demchenko, Yu.V. Ryzhkov, V.O. Scrypnikov. Increasing the corrosion resistance of heat-resistant alloys for parts of power equipment // Problems of Atomic Science and Technology. 2022, N 4(140), p. 137-140.*

5. *D.B. Hlushkova, V.A. Bagrov, V.M. Volchuk, U.A. Murzakhmetova. Influence of structure and phase composition on wear resistance of sparingly alloyed alloys // Functional Materials. 2023, N 1(30), p. 74-78.*

*Байдала Владислава Юріївна, асистент  
Глушкова Діана Борисівна, д.т.н., професор,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВПЛИВ ЛАЗЕРНОЇ ОБРОБКИ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ ПОРШНЕВИХ КІЛЕЦЬ**

Об'єкт дослідження – лазерна обробка оплавленням і загартуванням поверхонь поршневих кілець з формуванням спеціальних структур і властивостей для підвищення довговічності двигунів броньованої техніки.

Мета роботи – вирішення науково-технологічної проблеми збільшення довговічності поршневих кілець ЦПГ на основі застосування лазерної обробки оплавленням і загартуванням для формування спеціальних структур і властивостей поверхневих шарів.

Метод дослідження – оптична та електронна мікроскопія, рентгено-структурний аналіз, вимірювання мікротвердості, лабораторні та експлуатаційні випробування зносостійкості поршневих кілець.

З метою дослідження впливу лазерної обробки на зміцнення робочої поверхні гільзи проведено досліди щодо зміцнення чавуну, що використовується, за різними режимами та досліджено властивості зміцнених шарів. Поверхня чавуну оплавляється по всій площі контакту з променем при швидкості опромінення 5,4 мм/с, частково – при швидкостях опромінення 6,5; 7,6 мм/с; при швидкості 11 мм/с спостерігається лише загартування поверхневого шару. Глибина шару при цьому зменшується зі збільшенням швидкості опромінення за параболічним законом (рис.1).

За швидкості опромінення 11 мм/с вона становить 0,5 мм, при 5,4 мм/с – 1,3 мм.

Структура оплавлених зон неоднорідна за обсягом смуги опромінення і в загальному випадку побудована трьома структурними елементами: При зменшенні швидкості опромінення зростає частка структури білого чавуну з доєвтектичною будовою та зменшується частка ділянок зі структурою високовуглецевих сталей з різним вмістом вуглецю. Рентгенографічно в оплавлених зонах реєструються аустеніт, мартенсит і цементит у різних кількостях. Кількість аустеніту та цементиту збільшується зі зменшенням швидкості опромінення. Лазерна обробка не призводить до суттєвої зміни

чистоти та конфігурації поверхні поршневого кільця (рис.2).

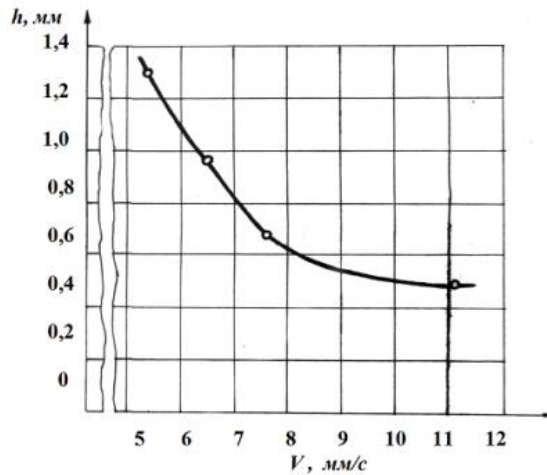


Рисунок 1– Вплив швидкості лазерного опромінення на глибину

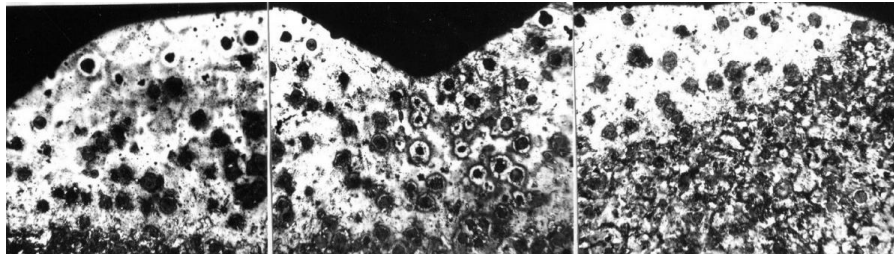


Рисунок 2– Профіль поршневого кільця після опромінення

Аналіз експериментальних даних показує, що лазерна обробка і з оплавленням і загартуванням поверхні забезпечує високу зносостійкість кільця, що значно перевищує зносостійкість серійних хромованих кілець. Таким чином, отримані після лазерного опромінення структури чавуну виявляють високу стійкість проти відпустки, забезпечуючи високу твердість і зберігаючи гетерогенність структури в робочому діапазоні температур до 350 °С. Приробіткове покриття при цьому також не позначається на властивостях приповерхневого опроміненого шару в процесі зносу. [2, 5, 4].

При лазерній обробці поршневих кілець перевага віддається опромінюванню із загартуванням поверхні, тому що це практично не змінює чистоту поверхні опромінювання. На підставі цього із досліджених режимів опромінювання при потужності 0,6 кВт, було рекомендовано обробку в діапазоні швидкостей 7,6 – 11 мм/с. [1, 4].

## ВИСНОВКИ

Методами оптичної та електронної мікроскопії, рентгеноструктурного аналізу, вимірювання мікротвердості, лабораторних та експлуатаційних випробувань на зношування вивчені структури і властивостей поршневих кілець для броньованої техніки після лазерної обробки з метою визначення можливості використання цього методу обробки для їх зміцнення.

Встановлено, що процеси осадження гальванічного хрому малопродуктивні, мають низький вихід хрому по струму, а відходи виробництва небезпечні для навколишнього середовища. Метод же лазерної обробки характеризується, високою продуктивністю, економічністю. Отримані



результати свідчать про перспективність застосування лазерної обробки для захисту поршневих кілець від зносу і корозії.

Аналіз експериментальних даних показав, що лазерна обробка з оплавленням і загартуванням поверхні забезпечує високу зносостійкість кілець, яка значно перевищує зносостійкість серійних хромованих кілець.

Важливим отриманим результатом є значне зменшення спрацювання контр тіла – гільзи. Встановлено, що більше спрацювання кілець з оплавленням поверхні порівняно із загартуванням зумовлене формуванням аустенітних ділянок на поверхні тертя, а підвищення спрацювання гільзи – утворенням твердіших ділянок білого загартованого чавуну. Важливу роль при цьому відіграє зменшення частки графіту, що виходить на поверхню тобто його змащувальна дія.

Вивчено вплив режимів лазерної обробки на глибину, структуру, фазовий склад і властивості опроміненого шару в поршневих кільцях. Встановлено діапазони швидкостей опромінення, що створюють шари з повним, частковим опалюванням і загартуванням поверхні. Визначено режими опромінення, що виводять на поверхню шари з різним співвідношенням аустенітної, мартенситної і карбідної складової з властивостями, що забезпечують високу зносостійкість.

Встановлено, що зміцнений лазерною обробкою чавун характеризується високою стійкістю до відпуску при нагріванні до 400 °С, зумовленою впливом кремнію та інших легуючих елементів.

Показано, що найкращою зносостійкістю, яка перевищує зносостійкість серійних хромованих кілець, характеризуються кільця, опромінені по режиму:  $W = 0,6$  кВт,  $V_{\text{опромінення}} = 10 - 11$  мм/с.

Результати роботи впроваджені на ДП «Завод ім. В.О. Малишева».

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. D.B. Hlushkova, V.A. Bagrov, S.V. Demchenko, V.M. Volchuk, O.V. Kalinin, N.E. Kalinina. *Structure and properties of powder gas-plasma coatings based on nickel // Problems of Atomic Science and Technology. 2022, N 4(140), p. 125-130.*
2. V.S. Vahrusheva, D.B. Hlushkova, V.M. Volchuk, T.V. Nosova, S.I. Mamhur, N.I. Tsokur, V.A. Bagrov, S.V. Demchenko, Yu.V. Ryzhkov, V.O. Scrypnikov. *Increasing the corrosion resistance of heat-resistant alloys for parts of power equipment // Problems of Atomic Science and Technology. 2022, N 4(140), p. 137-140.*
3. D.B. Hlushkova, V.A. Bagrov, S.V. Demchenko, V.M. Volchuk, O.V. Kalinin, N.E. Kalinina. *Structure and properties of powder gas-plasma coatings based on nickel // Problems of Atomic Science and Technology. 2022, N 4(140), p. 125-130.*
4. V.S. Vahrusheva, D.B. Hlushkova, V.M. Volchuk, T.V. Nosova, S.I. Mamhur, N.I. Tsokur, V.A. Bagrov, S.V. Demchenko, Yu.V. Ryzhkov, V.O. Scrypnikov. *Increasing the corrosion resistance of heat-resistant alloys for parts of power equipment // Problems of Atomic Science and Technology. 2022, N 4(140), p. 137-140.*
5. D.B. Hlushkova, V.A. Bagrov, V.M. Volchuk, U.A. Murzakhmetova. *Influence of structure and phase composition on wear resistance of sparingly alloyed alloys // Functional Materials. 2023, N 1(30), p. 74-78.*

*Коробко Богдан Олегович, д.т.н., професор  
Жигилій Сергій Михайлович, к.т.н., доцент,  
Нестеренко Микола Миколайович, к.т.н., доцент,  
Бугров Дмитро Юрійович, аспірант  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРОЗМІЩУВАЧА З КЕРОВАНИМ МЕХАНІЧНИМ ЗБУДЖУВАЧЕМ КУТОВИХ КОЛИВАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕКОРАТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ГАЛТОВОЧНИМ МЕТОДОМ**

Галтовка - один з методів обробки матеріалів, що передбачає очищення поверхні від корозії, подряпин, забруднень і задирок. Кінцевий результат галтовки схожий на ефект від полірування. Вона виконується на спеціальному обладнанні шляхом обробки заготовок абразивом, в якості якого використовуються різні сипучі речовини.

Технологія галтовки досить проста. Абразивний матеріал завантажується в ємність разом з оброблюваною деталлю. У деяких випадках для поліпшення якості обробки додається вода і компаунд. Компаунд - це хімічний склад, що складається з інгібіторів, коагулянтів і стеарину. Ці хімічні речовини сприяють створенню яскравої, чистої поверхні без затемнень. Також створюється піна, що захищає ніжні матеріали, такі як пластик, фарфор і кераміка.

Найбільш ефективним і поширеним є вібраційний метод. Вібрація абразиву відбувається через вібраційний привід, на який встановлена робоча ємність. Обробка поверхонь відбувається швидше і якісніше. Особливості методу дозволяють обробляти заготовки будь-яких розмірів і форми.

Вібрація абразиву відбувається через вібраційний привід, на який встановлена робоча ємність. Обробка поверхонь відбувається швидше і якісніше.

Головними особливостями керованих вібробуджувачів є те, що їх застосування дозволяє позбутися одразу кількох суттєвих недоліків традиційних некерованих збуджувачів коливань, приводить до зменшення енерговитрат і собівартості одиниці виробничого вібротехнологічного процесу та забезпечує ресурс міцності та надійності.

На рисунку 1 наведено конструктивну схему збуджувача кутових коливань, на дебалансному валу якого симетрично відносно його поздовжньої осі розміщено два геометрично та матеріально однакові дебаланси. Кожний дебаланс пов'язаний з валом двома кульковими шпонками, розташованими симетрично відносно поперечного перерізу вала, кожна з яких знаходиться у напівсферичному гнізді маточини дебалансу та має можливість перекочуватися по канавці відповідного перерізу (усі чотири зазначені

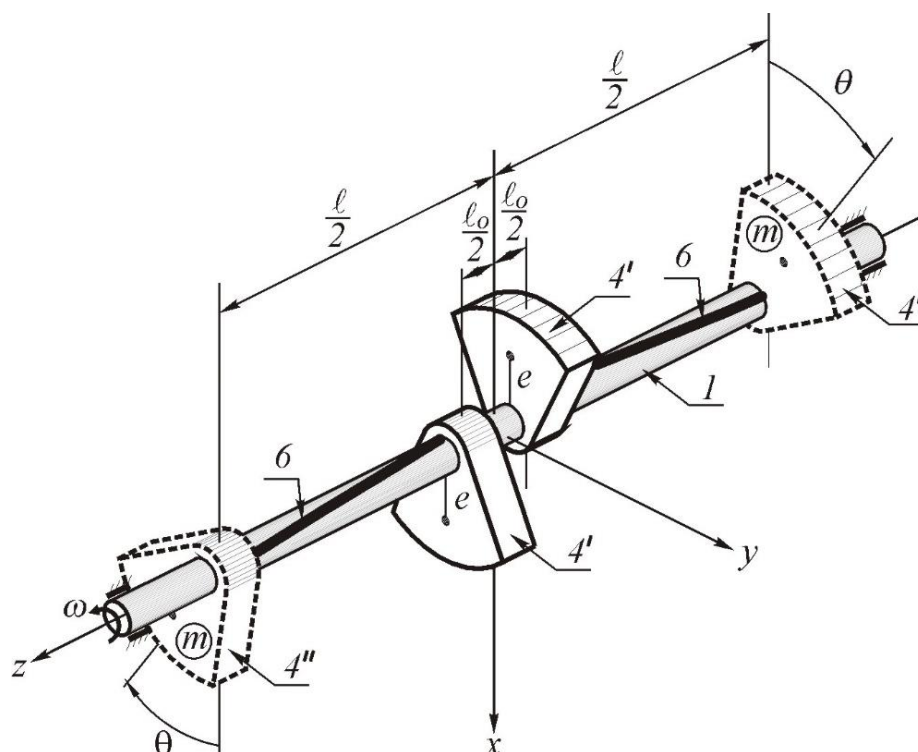


Рисунок 1. Конструктивна схема керованого механічного збуджувача кутових коливань.

канавки виконані на поверхні дебалансного вала). Такий зв'язок однозначно визначає положення обох дебалансів відносно дебалансного вала, а ковзна посадка з необхідним зазором обох дебалансів на вал дозволяє їх переміщення вздовж дебалансного вала. Ці переміщення жорстко синхронізовані ходовим гвинтом механізму керування (на рисунку 1 його не зображено). Оскільки у момент пуску обидва дебаланси знаходяться на середині вала у діаметрально протилежних положеннях, то віброзбуджувач перебуває у статично зрівноваженому стані. Гвинтові канавки для кулькових шпонок на лівій і правій частинах вала мають протилежний напрямок, через що механізм керування забезпечує одночасне переміщення дебалансів у протилежних напрямках від їх початкових положень і синхронне по-вертання кожного дебаланса відносно вала в одному напрямку на кут. Така конструктивна схема забезпечує те, що в кожний момент часу рухомі дебаланси перебувають тільки в діаметрально протилежних один до одного положеннях.

Аналогічного розташування в просторі елементів віброзбуджувача можна досягти, виконавши канавки паралельно до поздовжньої осі дебалансного вала, що суттєво спрощує технологічний процес виготовлення такого вала. У такому разі обидва дебаланси переміщуються від свого початкового положення без будь-якого обертання відносно вала.

Важливою особливістю є те, що у зрівноваженому стані дебаланси знаходяться в середній частині вала, а при збільшенні незрівноваженості переміщуються до підшипників, які є опорами вала 1, що визначає та забезпечує оптимальну роботу його на згин.

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ НА УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

**Анотація.** В роботі проведено дослідження визначенню розсіяння енергії в бетонній суміші при моделюванні якої використані дві моделі-дискретна та континуальна. Дослідження розсіяння енергії в бетонній суміші здійснено за лінійним законом навантаження на основі використання петлі гістерезису. Виявлено, що форма петлі гістерезису залежить певною мірою від закону зміни навантаження за цикл. Запропонована аналітична залежність для визначення енергії, яка може бути використаною для будь якого середовища або матеріалу, яке володіє пружно в'язкими властивостями і знаходиться під дією силового навантаження. За фізичним сенсом ця формула визначає витрати енергії на одиницю об'єму матеріалу, враховує асиметрію навантаження і може слугувати енергетичним критерієм розсіяння енергії в бетонних сумішах при її ущільненні.

**Ключові слова:** бетонна суміш, розсіяння енергії, напруження, деформація, петля гістерезису, параметри.

**Викладення матеріалу.** Мета дослідження – провести аналіз визначення енергії на деформування матеріалу, який моделюється системами з дискретними і розподіленими параметрами. Дослідженню динаміки присвячені роботи[1-4]. Методикою визначення енергії  $W$  є розгляд тиску робочого органу на матеріал у контактній зоні[1]:

$$W = \int p dx, \quad (1)$$

де  $p$  – тиск у контактній зоні, Н/м<sup>2</sup>;

$x=x(t)$  – закон деформації матеріалу в зоні контакту.

Визначення тиску в теоретичному плані є незначною проблемою. Проблема полягає у виборі моделі, що адекватно відповідає реальному процесу. Розглядається методика визначення енергії на ущільнення бетонної суміші  $W$  за формулою (1) для моделі, що деформується під дією зовнішньої сили за законом Гука. Визначено, що елементарна робота на ущільнення визначається виразом:

$$dW = \sigma d\varepsilon. \quad (2)$$

Отже, витрата енергії на деформацію одиниці об'єму суміші може бути знайдена як інтеграл елементарних енергетичних витрат:  $W = \int dW = \int \sigma d\varepsilon$ .

У кінцевому вигляді з урахуванням відомих залежностей, що  $F = \sigma S$ , а  $\delta = \frac{FZ}{ES}$ ,

де  $L$ ,  $S$  відповідно довжина і поперечний переріз об'єму суміші), матимемо вираз для питомої енергії, Дж/кг:

---

$$W_m = \frac{\sigma^2}{2E\rho}, \quad (3)$$

де  $\rho$  – щільність матеріалу, кг/м<sup>3</sup>.

У наведених рівняннях (1)–(3) напруження і деформація записані у загальному вигляді, не вказується закон зміни цих параметрів від характеристик процесу ущільнення суміші. Проте важливо у загальному контексті визначити й ту частку енергії, що втрачається на ущільнення бетонної суміші. Така енергія є  $\Delta W$ , що розсіюється в бетонній суміші.. Співвідношення цих енергій  $\frac{\Delta W}{W}$

визначається коефіцієнтом поглинання енергії  $\psi = \frac{\Delta W}{W}$ . Розгляд

континуального дисипативного середовища полягає у введенні в рівняння руху параметра, що враховує енергію не тільки на хвилеутворення, а і на її згасання. Виходячи із загального підходу послідовність визначення енергії складається в такій послідовності → переміщення → енергії → потужності. Енергія (наприклад, в контактній зоні, машина-середовище), для одного періоду коливань  $T = 2\pi/\omega$ :

$$E_k = \int R\dot{x} \sin \alpha \cos \omega t dt, \quad (4)$$

де  $R \sin \alpha$  – складова загальної сили  $R(t)$ , що здійснює роботу;  $\alpha$  – кут зсуву цієї сили відносно переміщення  $z$ ;  $\dot{x}$  – швидкість коливань основи. Застосовуючи метод [2] отримано формулу для визначення енергії:

$$E_k = \pi m_c x_0^2 \omega^2 d.$$

Якщо взяти ведений до маси  $m_c$  вираз енергії то отримаємо:

$$\bar{E}_k = \pi x_0^2 \omega^2 d. \quad (5)$$

Цей вираз відрізняється від отриманого для пружного середовища коефіцієнтом  $d$ , який враховує хвильові процеси в бетонній суміші:

$$d = \frac{\alpha_n \sin 2\beta_n h - \beta_n h \cos 2\alpha_n h}{h(\alpha_n^2 + \beta_n^2)[ch 2\alpha_n h + \cos 2\beta_n h]}, \quad (6)$$

де  $\alpha$  та  $\beta$  - коефіцієнти, що враховують розсіяння енергії.

В роботі здійснено порівняння енергії на деформування матеріалу, який моделюється системами з дискретними і розподіленими параметрами.

#### Література

1. Назаренко І.І. Вібраційні машини і процеси будівельної індустрії. Навчальний посібник. К: КНУБА, 2007. – 229 с.

2. Назаренко І.І. Прикладні задачі теорії вібраційних систем. Навчальний посібник (2-ге видання). - К.: Видавничий Дім «Слово», 2010. – 440 с

3. Ivan Nazarenko, Anatoly Svidersky, Alexandr Kostenyuk, Oleg Dedov, Nikolai Kuzminec, Volodymyr Slipetskyi. Determination of the workflow of energy-saving vibration unit with polyphase spectrum of vibrations. Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2020. Vol 1, No 7 (103). P. 43–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.0.184632>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РОБОЧІ ПАРАМЕТРИ ВІБРОМАЙДАНЧИКА

**Анотація.** Здійснено огляд та аналіз впливу технологічного навантаження на робочі параметри вібраційних майданчиків, що працюють в лінійному та резонансному та в нелінійному резонансному режимі роботи. У якості технологічного навантаження приймалася бетонна суміш та вологий пісок. Здійснено аналіз існуючих методів навантаження дискретними, емпіричними коефіцієнтами. Використано метод оцінки впливу технологічного навантаження на робочі параметри вібраційних майданчиків за хвильовою теорією розповсюдження хвиль в бетонній суміші. Виконано порівняння різних методів оцінки впливу технологічного навантаження та запропоновано їх можливе використання в практичних розрахунках.

**Ключові слова:** вібраційний майданчик; технологічне навантаження; дискретні, емпіричні залежності; хвильові коефіцієнти; режими; параметри; амплітуда і частота коливань.

**Мета роботи:** Здійснити огляд існуючих методів впливу технологічного навантаження на робочі параметри вібраційних майданчиків та виконати їх порівняння для використання в практичних розрахунках.

**Викладення основного матеріалу.** Вібраційні майданчики є основним обладнанням виготовлення бетонних і залізобетонних виробів, які використовуються в індустріальному будівництві. Вони є різними по конструктивному виконанню, призначенням та режимом роботи. Такими машинами є резонансні та за резонансні [1]. У за резонансних вібраційних майданчиках реалізується гармонійний режим роботи без зміни параметрів в режимі робочого процесу ущільнення бетонної суміші, яка і є технологічним навантаженням. Зміна робочих параметрів відбувається за рахунок зміни статичного моменту маси дебалансів у виключеному стані майданчика. Тому оцінка впливу бетонної суміші на робочі параметри є важливим в розрахунках при визначенні амплітуди коливань, оскільки числове значення амплітуди коливань суттєво впливає на забезпечення якості відформованого виробу [2]. На відміну від за резонансних, резонансні вібраційні майданчики працюють в режимі, коли власна частота коливань співпадає із вимушеною і в такому випадку дуже є важливим точно врахувати вплив бетонної суміші на робочі параметри. Обумовлено це тим, що власна частота коливань залежить від точності врахування пружно-інерційних властивостей вібраційного майданчика і бетонної суміші [2]. Основною умовою робочого процесу резонансних вібраційних майданчиків є те, що вона являється тим ефективніше, чим режим їх роботи ближче до резонансного і чим вище у них коефіцієнт резонансного підсилення коливань [2]. Оглядом та аналізом визначено, що врахування впливу технологічного навантаження на робочі

---

параметри вібраційних майданчиків емпіричними методами за так звану приєднану масою бетонної суміші дає позитивні результати виключно в межах виконаного конкретного дослідження і не може слугувати в інших випадках. Застосування хвильової теорії для визначення впливу бетонної суміші на робочі параметри дає достовірні результати і може слугувати методикою для практичних розрахунків, що і було здійснено результатами даних досліджень.

#### *Література*

1 Назаренко І.І. *Машини для виробництва будівельних матеріалів: Підручник*. - К.: КНУБА, 1999. - 488 с.

2. Назаренко І.І. *Прикладні задачі теорії вібраційних систем: Навчальний посібник (2-е видання)*, К.: КНУБА, 2007. – 252с.

**УДК 69.002.5: 621.65.004.68**

*Васильєв Олексій Сергійович, к.т.н., доцент,  
Кулай Володимир Павлович, аспірант,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,*

### **ЗМІШУВАЧ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ПІНОБЕТОННОЇ СУМІШІ**

В сучасному будівельному виробництві широке застосування отримав такий матеріал, як пінобетон. Вироби з якого використовують для зведення житлових і промислових будівель висотою до чотирьох поверхів [1, 2].

При виготовленні пінобетону використовуються такі складові: цемент, вода, пісок та досить дешевий піноутворювач. Важливою перевагою даного матеріалу є значна теплова інерція. Якщо порівнювати з іншими кам'яними матеріалами то теплопередача від однієї сторони стіни до протилежної відбувається набагато повільніше. Ці якості дозволяють зберігати комфортний температурний режим в приміщенні незалежно від погодних умов. За своїми характеристиками і споживчими властивостями пінобетон найбільш близький до дерева, але більш довговічний [2, 3, 4].

В різних технологічних процесах, що використовуються в будівельній галузі, намагаються створити однорідну масу, яка складається із декількох компонентів. У випадках коли необхідно забезпечити максимально повний та рівномірний по всьому об'єму контакт реагуючих компонентів використовують змішувачі.

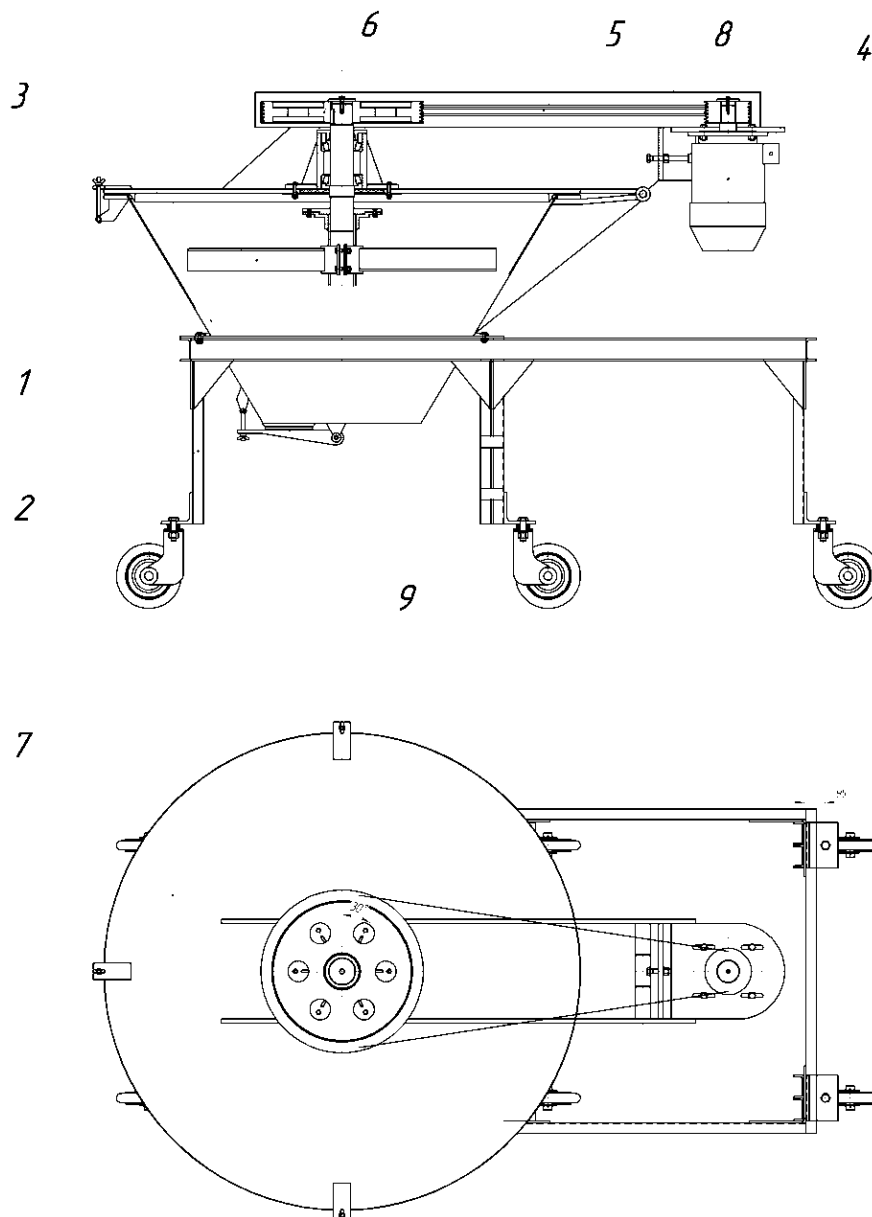
Змішування – процес створення однорідних систем шляхом приведення в тісне зіткнення сипких тіл, рідин або газів. Механізм дії процесу змішування є надто складним, залежить від великої кількості факторів і головним чином від конструкції змішувача і режиму його роботи [2, 5].

Для приготування сімішей з необхідних компонентів в технологічній лінії по виготовленню пінобетону використовується пінобетонозмішувач (рис. 1), який складається з таких основних вузлів. Чаша 1 для приготування пінобетону закріплена на зварній рамі 2, яка дає можливість рухатись за рахунок шести коліс. Привод здійснюється від електродвигуна 4 через пасову передачу 5.

---

Обертальний момент передається на приводний вал 6 і далі через муфту на лопатевий вал 3. Розвантаження відбувається через люк 9.

Безпека оператора при приготуванні пінобетону забезпечується за допомогою кришки 7 та захисного кожуха пасової передачі.



1 – чаша; 2 – рама; 3 – лопатевий вал; 4 – електродвигун; 5 – пасова передача; 6 – приводний вал; 7 – кришка; 8 – кожух; 9 – розвантажувальний люк.

Рисунок 1 – Пінобетонозмішувач

Пінобетонозмішувач працює таким чином. Кришка 7 відкривається та перекидається разом з приводом та лопатевим валом 3. Завантажують компоненти, кришка закривається та вмикається електродвигун. Відбувається перемішування. Після приготування суміш розвантажується через люк 9. Далі наступний цикл.

Продуктивність пінобетонозмішувача залежить не лише від часу

---



перемішування, але й від можливостей самої технологічної лінії, тому не є досить високою.

#### *Література*

1. Пінкера В.А. Пінобетон в сучасному будівництві / В.А. Пінкера / Будівельна альтернатива. - 2002. - № 3
2. Будівельне матеріалознавство / За ред. П.В.Кривенко. — К. : Ліра-К, 2012. — 624 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-137:2008 Будівельні матеріали. Блоки із ніздрюватого бетону стінові дрібні. Технічні умови (41007).
4. Мосьян В.І. Підвищення стійкості піни в бетонній суміші / В.І. Мосьян // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2011. – № 1-2. – С. 73–76.
5. Сівко В.Й. Обладнання підприємств промисловості будівельних матеріалів і виробів: Підручн. / В.Й. Сівко, В.А. Поляченко / За ред. В.Й. Сівка. – КНУБА. – К.: "ТОВ "АВЕГА", 2004. – 276.

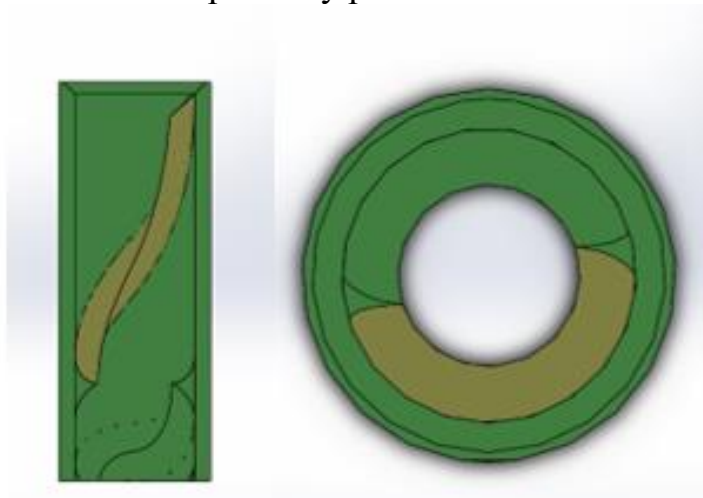
**УДК 693.61**

*Васильєв Євген Анатолійович, к.т.н., доцент,  
Леднік Роман Анатолійович, аспірант,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **АНАЛІЗ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ СУМІШІ СПЕЦ СОПЕЛ ХОПЕР-КОВША**

Після проведення аналізу, для подальшої розробки було вибрано сопло №2 із постійним профілем лопатки, побудованої за законом логарифмічної спіралі на внутрішній стінці циліндра  $\varnothing 32\text{мм}$  із отвором по центру  $\varnothing 18\text{мм}$ .

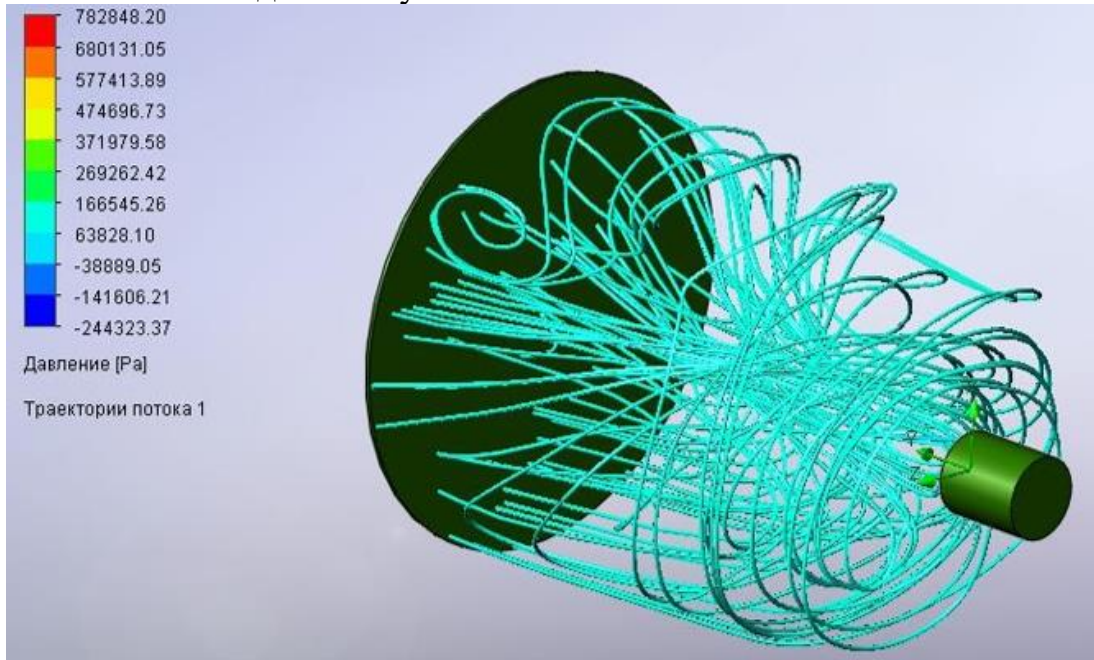
Даний тип сопла було підібрано через те, що частіше використовуються для нанесення за допомогою хопер-ковшу розчини більш високої рухомості.



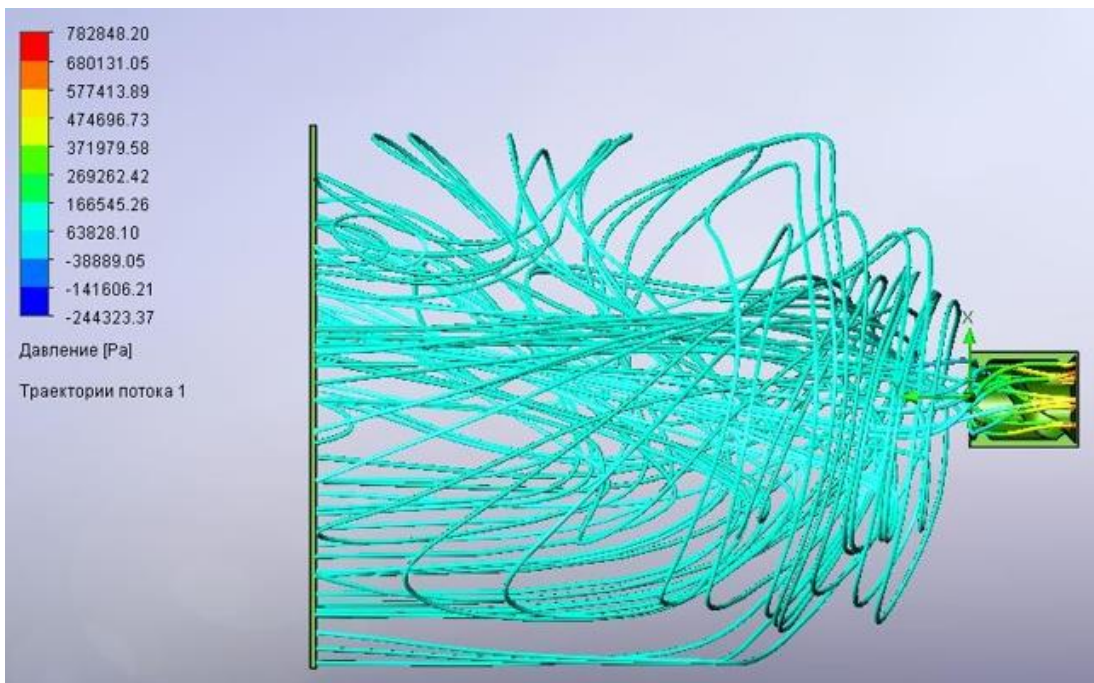
*Рисунок 1 – Профіль сопла*

Використовуючи систему 3-вимірною моделювання Solid Works, було створено моделі сопла для подальшої побудови і дослідження в системі Flow

Simulation. Провівши розрахунки і моделювання, результати яких представлені на рис. 2 – 4, ми отримали дані, стосовно руху розчину, а також траєкторії частинок. Розрахунки в програмі показують збільшення швидкості часток, а також більш рівномірне нанесення, за рахунок закручення траєкторій часток в процесі виходу із сопла. Це позитивно вплине на щільність покриття та зменшить кількість відскоків суміші.



*Рисунок 2 – Моделювання траєкторії потоку – ізометрія*



*Рисунок 3 – Моделювання траєкторії потоку – вигляд збоку*

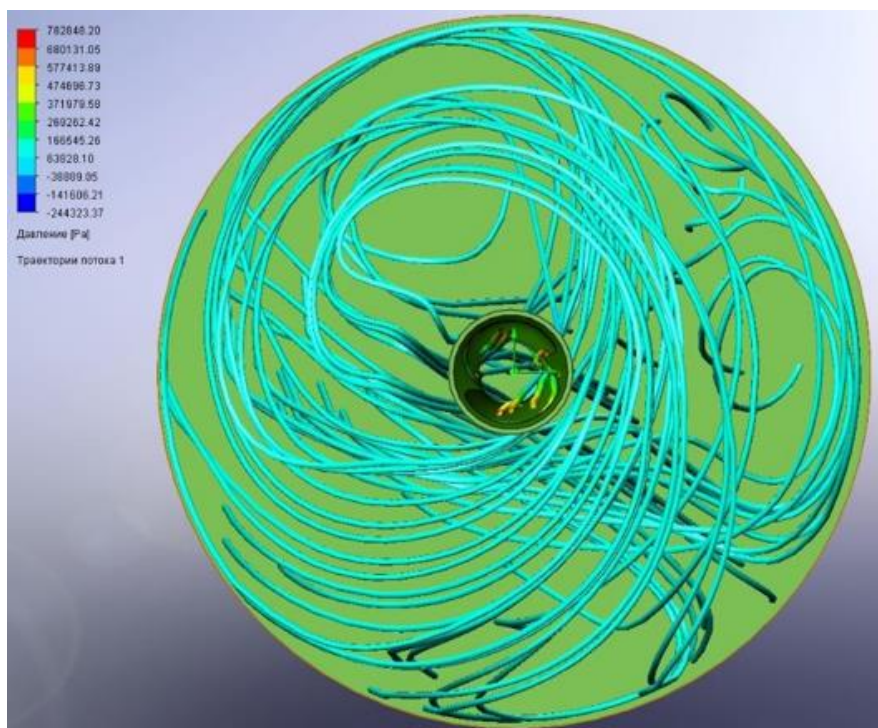


Рисунок 4 – Моделювання траєкторії потоку – вигляд спереду

На рис. 5 представлена траєкторія руху часток звичайного сопла. Також ми очікуємо позитивні результати і з розчинами меншої рухомості.

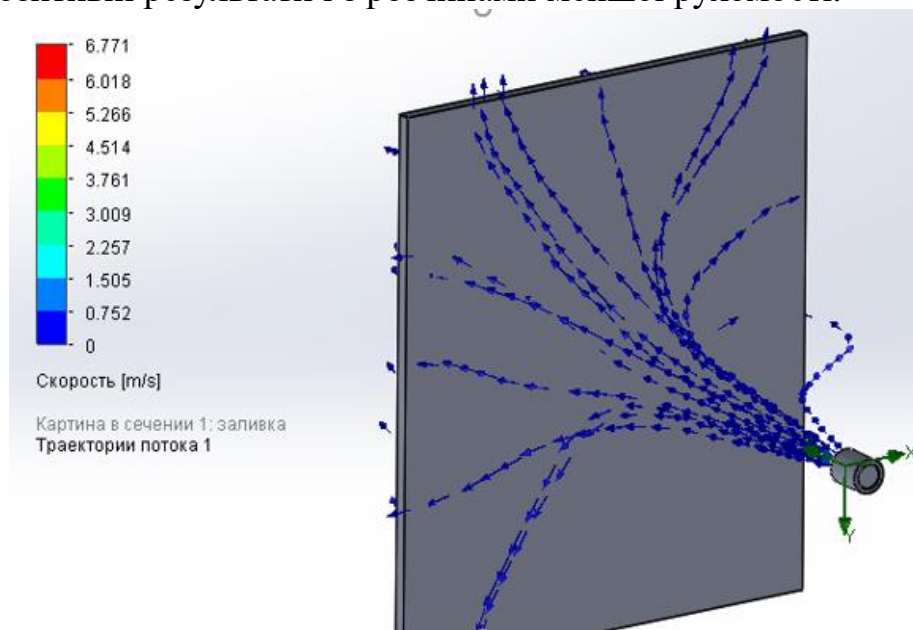


Рисунок 5– Траєкторія руху часток звичайного сопла

Отже розроблене нами сопло показує позитивні результати теоретичного моделювання, що дає нам підстави для проведення практичних випробувань із даними конструкціями сопел для підтвердження їх ефективності.

*Васильєв Євген Анатолійович, к.т.н., доцент,  
Кондак Сергій Володимирович, аспірант,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ПОРТАТИВНИЙ МАЛОГАБАРИТНИЙ РОЗЧИНОЗМІШУВАЧ**

Немає такого будмайданчика, де не виникала б необхідність у змішуванні різноманітних будівельних матеріалів. Звичайно можна змішувати вручну, але тоді спостерігається недостатня продуктивність праці, не говорячи вже про згубний вплив на здоров'я працівника. Тому набагато краще використовувати механічні методи змішування, до яких відносяться розчинозмішувачі. Застосування розчинозмішувальних установок забезпечує стабільну продуктивність, якість суміші, та полегшує роботу працівнику. Але його використання за умови невеликих масштабів будівництва чи ремонту є економічно недоцільним і не завжди можливим у важкодоступних місцях, оскільки такі машини мають значну металоємність. Для здійснення процесу змішування при невеликих обсягах застосовують портативні малогабаритні розчинозмішувачі.

Прикладом такого розчинозмішувача є IC2-150, країна виробник – Італія [2]. Складається з нерухомого зварного корпусу, всередині якого розміщений змішувальний механізм, що складається з одного вертикально розташованого валу і закріплених на ньому **2 змінні лопати і 2 активних міксера**. Вказаній конструкції притаманне добре перемішування будівельних розчинів. Після приготування порції розчину, вивантаження готової суміші здійснюється через вікно в днище корпусу, що закривається затвором з ручним приводом. Завантаження складових суміші (інертних, цементу, води) здійснюється в ручну безпосередньо в змішувальну камеру. Але для належного перемішування конструкція має значні розміри лопатей, які повинні перекривати весь об'єм чаші. В свою чергу, для забезпечення працездатності вказаних лопатей, потрібний відповідний редуктор та електродвигун із значною металоємністю та й вартість бажає бути більш доступнішою.

Для вирішення цих проблем ми запропонували просту і доступну конструкцію портативного розчинозмішувача з малими габаритами та металоємністю, здатного виконувати ті ж функції аналогів, але при цьому має переваги щодо мобільності, універсальності та цінової політики.

Запропонована конструкція портативного розчинозмішувача стала мобільніша за аналог завдяки: використанню у якості електродвигуна з редуктором ручної електродрілі, зменшенню розмірів лопатей зі збереженням ефективності перемішування, яке відбувається з вільним обертання чаші. Перевага застосування ручної електродрілі є у тому, що при загальному невеликому зменшенні ресурсу роботи енергоустановки, суттєво зменшується її матеріалоємність та ціна. Додатково з'являються технологічні

---

можливості, такі як регулювання швидкості перемішування, повільний початок обертання, можливість реверсування.

Портативний розчинозмішувач складається з чаші для приготування розчину, яка встановлюється на основу, виконану із прямокутних труб і має максимальну жорсткість і мінімальну вагу. Основа має виступи, всередині яких розміщений диск обертання, ізольований від потрапляння будівельного бруду. У якості диска обертання можна використати широко розповсюджений гімнастичний металевий диск здоров'я [3]. Диск обертання забезпечує вільне обертання місткості відносно основи. Чаша встановлюється на диск обертання таким чином, щоб вісь обертання диску обертання співпадала з віссю місткості. З боку основи закріплюється штанга. У верхній частині штанги закріплюється на кронштейні ручна електродріль. Відповідно, у патроні ручної електродрилі закріплюється змішувальний вінець.

Технологія приготування розчину у портативному розчинозмішувачі нічим не відрізняється від технології приготування розчинів в звичайних розчинозмішувачах. Наприклад, для приготування цементного розчину у пусту місткість в потрібному співвідношенні наливається спочатку вода і вмикається ручна електродріль, що призводить до обертання змішувального вінця. Потім додається цемент, а по мірі зростання ступені перемішування, пісок.

Дослідивши переваги запропонованої конструкції портативного розчинозмішувача, з'ясовуємо, що йому притаманна максимальна простота, що дозволяє суттєво зменшити його габарити та матеріалоемність. А розбірність його конструкції забезпечує портативність. Крім того, ручну електродріль можна використовувати за прямим її призначенням. Конструкція портативного розчинозмішувача дозволяє його використання на ділянках будівельного майданчика, непридатних для розташування традиційних штукатурних розчинозмішувачів.

#### *Список використаних джерел*

1. Пересувний малогабаритний змішувач [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://baurum.com/\\_library/?cat=preparation\\_concretes\\_machines&id=1240](https://baurum.com/_library/?cat=preparation_concretes_machines&id=1240).
2. Розчинозмішувач IC2-150 (220 В) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://4build.biz/betonosmesitel-prinuditelnyj-peredvizhnoj-is2-150>.
3. Гімнастичний металевий диск здоров'я [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/ua/234201613/p234201613/>.

## **ПРОЦЕС ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ МАШИНОБУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

Розвиток систем штучного інтелекту є пріоритетною тематикою наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2023 року [1]. Тематика використання штучного інтелекту у машинобудуванні є і буде актуальною у післявоєнний період.

Попередній етап дослідження був зорієнтований виключно на системне вирішення проблематики діагностики машинобудівної техніки як складної системи [2].

У рамках вказаного етапу дослідження вивчався процес використання моделей машинного навчання для можливості здійснення прогнозів стану машинобудівельної техніки. Процес використання моделей машинного навчання щодо прогнозування стану машинобудівельної техніки складається з чотирьох етапів [3].

Етап 1. Дослідження базових моделей без налаштувань гіперпараметрів.

1. Побудова списку кортежів моделей, наприклад Linear Regression, Gradient Boosting Regressor, Random Forest Regressor, K Neighbors Regressor, Bagging Regressor, Lasso, Ridge.

2. Створення списків та циклів навчання моделей на тренувальних оцінках й розрахунок метрик середньої абсолютної помилки (MAE), максимальної помилки (MAX), середньоквадратичного відхилення (RMSE), коефіцієнту детермінації  $R^2$  на тренувальних/тестових оцінках. Отримані результати розрахунків додаються до списку.

3. Порівняльний аналіз отриманих моделей з метою виявлення ознак перенавчання.

Етап 2. Дослідження моделей з налаштованими гіперпараметрами.

1. Створення словника регресійних моделей та просторів гіперпараметрів.

2. Перебір моделей та визначення гіперпараметрів функцією Bayes Search CV із врахуванням перехресної перевірки.

3. Розрахунок метрик для тестового набору оцінок.

4. Побудова кривих навчання.

5. Формування звітної таблиці.

6. Порівняльний аналіз удосконалених моделей та базових моделей побудованих у етапі 1.

Етап 3. Використання побудованих моделей з налаштованими гіперпараметрами для перевірки на предмет їх адекватності прогнозування.

1. Дослідження й порівняльний аналіз процесу прогнозування на тестових і навчальних оцінках з метою виявлення процесу перенавчання.

2. Додаткова перевірка моделей шляхом порівняльного аналізу метрик й побудова графіка розсіювання прогнозованих та спостережуваних оцінок

---

цільової змінної.

3. Формування висновків щодо адекватності моделі та можливість використання її для прогнозування стану машинобудівельної техніки.

4. Збереження моделей у файл.

Етап 4. Реалізація відібраних моделей машинного навчання засобами Streamlit.

1. Розробка інтерфейсу користувача засобами Streamlit.

2. Завантаження моделей з файлу.

3. Використання моделей для прогнозування.

4. Удосконалення моделей та функціоналу інтерфейсу у процесі експлуатації (життєвого циклу).

Таким чином програмно реалізовані моделі машинного навчання дозволять робітникам прогнозувати стан машинобудівельної техніки й досліджувати вплив елементів машин на загальну ефективність, продуктивність та якість їх роботи.

#### *Список використаних джерел*

1. Оновлено перелік пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок [Електронний ресурс] // <https://www.kmi.gov.ua/>. – Режим доступу: <http://surl.li/gxkjk> (дата звернення: 09.05.2023). – Назва з екрана.

2. Лактіонов О. І. Порівняльний аналіз сучасних шляхів діагностики складних технічних виробничих систем/ Олександр Ігорович Лактіонов // Матеріали конференції «Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій» : Тези доп. XXIII Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів, Одеса, 20–21 квітня 2023 р. – Одеса, 2023. – С. 93–94.

3. Stefanie M. Hands-on data analysis with Pandas / Molin Stefanie. – Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2019. – 707 с.

## **ПРОГРАМУВАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО БУДІВЕЛЬНОГО 3D ПРИНТЕРА НА ОСНОВІ ARDUINO**

Пояснення мети дослідження

У сучасному світі, друк 3D-моделей стає все більшою часткою виробничого процесу в різних галузях промисловості, а також для використання в освіті та дослідженнях.

Метою цього дослідження є побудова 3D-принтера, який може будувати великі об'єкти з використанням доступних матеріалів, який має можливість переміщення в трьох координатних площинах і здатний екструдувати матеріал, змішувати його і робити ним високоякісний друк 3D-моделей.

Пояснення значення дослідження

Це дослідження має важливе значення в багатьох галузях промисловості та освіти. Перш за все, будівельний 3D-принтер, який може будувати великі об'єкти з використанням доступних матеріалів, дозволяє створювати прототипи, зразки та інші об'єкти, що збільшує ефективність та швидкість виробництва, а також знижує витрати на друк.

Дослідження також може мати значення в освіті. Будівельний 3D-принтер може бути використаний для навчання та підготовки студентів в галузі дизайну та інженерії. Діти та дорослі можуть навчитися створювати власні дизайни та друкувати їх з використанням цього 3D-принтера. Крім того, дослідження може бути використане для розробки нових матеріалів, які можуть бути використані в будівельному 3D-друці.

Це дослідження може також стимулювати подальші дослідження та розвиток в області друку 3D-моделей. Розробка лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino може відкрити нові можливості для вирішення проблем у галузі будівництва, такі як швидке виготовлення прототипів та зниження витрат на будівництво. Крім того, такий 3D-принтер може бути використаний для друкованого будівництва, що може допомогти зменшити витрати на будівництво та забезпечити швидкість та ефективність будівництва.

Отже, мета дослідження полягає у розробці доступного та функціонального лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino, а його значення полягає в його можливості використання в промисловості та освіті, а також в його потенціалі для подальшого розвитку та дослідження в галузі друку 3D-моделей.

Опис конструкції лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino та його компонентів.

Конструкція лабораторного 3D-принтера складається з трьох координат X, Y та Z, які відповідають за рух друкарської головки у тривимірному просторі. Крім того, 3D-принтер має екструдер, що може перемішувати та видавлювати суміш.

---



Основні компоненти лабораторного принтера включають в себе плату Arduino, 3 плати LN298N, які відповідають за керування кожним мотором, та 5 двигунів, які забезпечують рух координат. Також він має окремо пульт управління дозволяє користувачам контролювати кожен координату та екструдер.

Опис програмування та алгоритмів роботи лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino.

Програмний код складається з послідовності команд, які описують рух координат, роботу екструдера та інші дії, необхідні для виготовлення деталі за допомогою 3D-принтера.

Алгоритм роботи лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino передбачає наступні кроки:

Ініціалізація пристрою та його компонентів, зокрема, крокових двигунів та екструдера.

Підготовка до друку деталі, зокрема, налаштування параметрів друку, які включають швидкість друку, температуру екструдера та інші.

Вказування координат.

Розрахунок шляху руху для кожної з координат та екструдера на основі завантаженої моделі.

Рух координат та екструдера з використанням двигунів та плати LN298N.

Виконання процесу друку, тобто видавлювання та перемішування суміші. Закінчення друку та зупинка пристрою.

Програмування та алгоритми роботи лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino дозволяють виконувати різноманітні задачі друкування деталей. Налаштування параметрів друку та розрахунок шляху руху забезпечують високу якість друку, а процес друку дозволяє створювати складні деталі з високою точністю та швидкістю виготовлення.

Опис програмної частини лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino.

Програмна частина лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino відповідає за керування апаратною частиною та забезпечення правильного функціонування кожного компонента. Для розробки програмної частини я використовував мову C++.

Основні функції програмної частини включають в себе налаштування параметрів друку, керування рухом координат та екструдера, взаємодію з пультом управління та обробку даних з сенсорів тиску та інших датчиків.

Програмна частина складається з декількох модулів, які забезпечують різні функції. Наприклад, модуль для керування координатами відповідає за пересування деталі в заданому напрямку та визначенням точки старту друку. Модуль для керування екструдером відповідає за видавлювання та перемішування суміші в заданому обсязі.

Крім основних модулів, програмна частина може також містити додаткові функції, які полегшують процес розробки та підтримки пристрою.

Переваги та обмеження лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino.

---

Будівельний 3D-принтер на основі Arduino має кілька переваг, які роблять його зручним та ефективним інструментом для створення деталей. До основних переваг можна віднести:

#### Висновки

У даній роботі було розглянуто питання проектування та програмування лабораторного будівельного 3D-принтера на основі Arduino.

Загальні висновки показали, що лабораторний будівельний 3D-принтер на основі Arduino має перспективи для того щоб виготовити реальний принтер та використовувати його на підприємствах.

Далі можливі напрямки подальшого розвитку даного принтера, такі як додавання нових функцій та можливостей, забезпечення більшої швидкості друку, зменшення складності зборки та налаштування. Також можливо використання новітніх технологій, таких як штучний інтелект та навчання глибокими нейронними мережами, для поліпшення точності та швидкості друку.

#### УДК 629.113

*Криворот Анатолій Ігорович, к.т.н., доцент,  
Орисенко Олександр Вікторович, к.т.н., доцент,  
Шаповал Микола Віталійович, к.т.н., доцент,  
Вірченко Віктор Вікторович, к.т.н., доцент,*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ШЛЯХОМ ЕЛЕКТРОЛІЗУ**

Двигуни внутрішнього згоряння, які використовують у якості палива продукти нафтогазового походження внесли значний вклад в розвиток промисловості, проте на сьогодні людство прагне до використання інших, альтернативних видів палива. Це дає можливість розширити сировинну базу для отримання палива, уникнути залежності від країн постачальників та зменшити викиди шкідливих речовин в навколишнє середовище. Одним із перспективних видів таких палив є водень [1]. На користь використання водню у якості альтернативного палива свідчить те, що водень є одним із найпоширеніших елементів на поверхні Землі, має найбільшу енергоємність, а в результаті його згоряння утворюється вода і взагалі відсутній діоксид вуглецю. Проте, на сьогодні існує ряд проблем пов'язаних з виробництвом та зберіганням водню на борту транспортного засобу. Тому дослідження у даному напрямку є актуальними.

У даній роботі наведено результати експериментальних досліджень процесу отримання водню шляхом електролізу електроліту (суміш дистильованої води та харчової соди). З метою отримання математичної залежності, яка б описувала інтенсивність отримання водню при зміні таких параметрів як концентрація електроліту та сила струму, проведено експериментальні дослідження із застосуванням планування експерименту [2]. При цьому було застосовано

---

лабораторну експериментальну установку що зображена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Експериментальна установка для отримання водню шляхом електролізу

Графічні залежності інтенсивності виділення водню (тиск у відповідній посудині) при зміні вхідних параметрів наведено на рисунку 2 та рисунку 3.

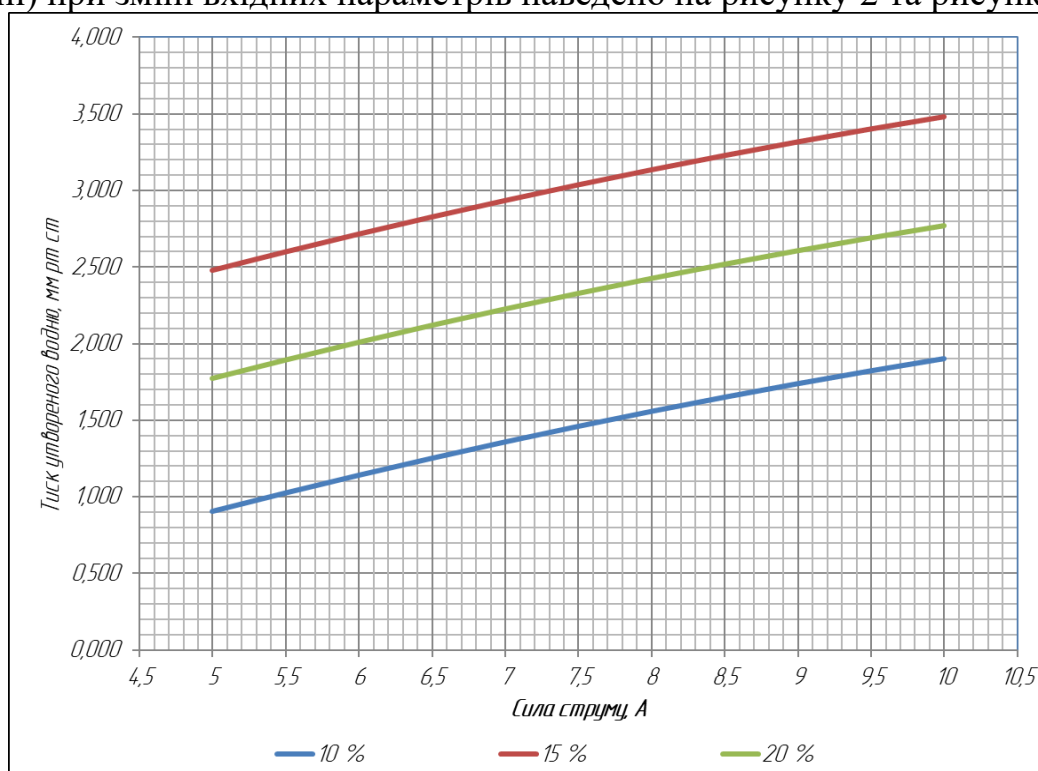


Рисунок 2 – Графічна залежність тиску утворення водню від поступового підвищення сили струму та при фіксованому значенні концентрації електроліту.

В результаті оброблення експериментальних даних із застосуванням математико-статистичних методів отримано рівняння регресії, яке дозволяє визначати вихід водню в процесі електролізу залежно від концентрації електроліту та сили струму. Інтенсивність отримання водню визначалась за тиском, який створювався у ємності для відбору водню. Дане рівняння має вигляд

$$P_{H_2} = 0,33636 \cdot A - 0,009088 \cdot A^2 - 0,045728 \cdot \Delta^2 + 1,45852 \cdot \Delta - 10,5627 \quad (1)$$

де  $P_{H_2}$  – тиск газу у відповідній ємності, МПа

$\Delta$  – значення концентрації розчину соди у дистильованій воді, %;

$A$  – сила струму на пластинах електролізера, А.

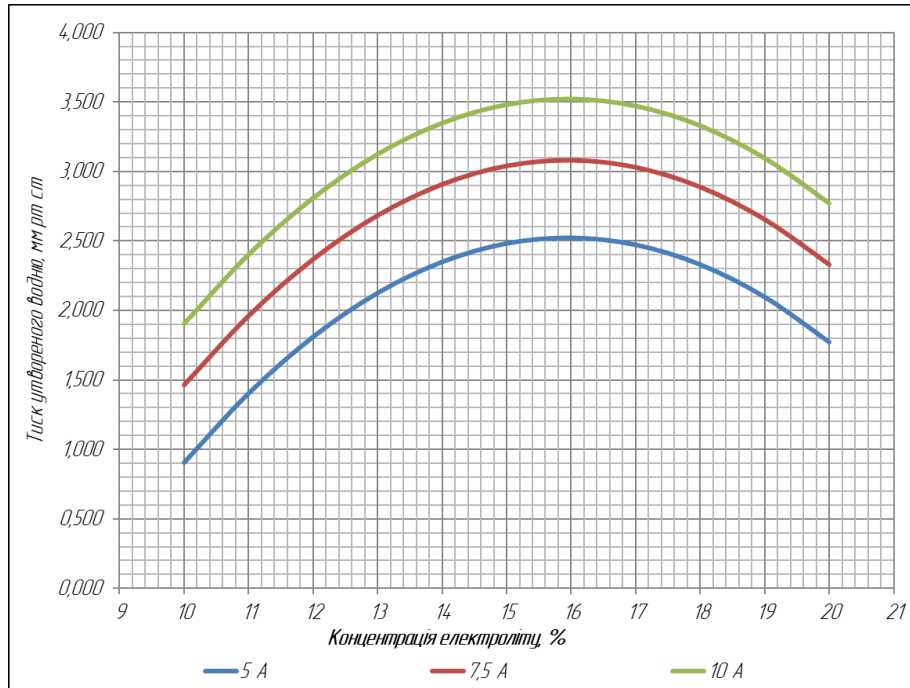


Рисунок 3 – Графічна залежність тиску утворення водню від поступового підвищення концентрації електроліту та при фіксованому значенні сили струму.

Аналізуючи отримані графічні залежності приходимо до висновку, що зі збільшенням сили струму інтенсивність виділення водню зростає за майже лінійною залежністю (рисунок 1). В той же час при зміні вказаних факторів найефективніший вихід газу, який було отримано при експериментальному дослідженні, відбувається при максимальному значенні сили струму в 10 А та концентрації електроліту 16%. При цих значеннях факторів тиск водню у відповідній посудині мав найбільше значення, яке склало 3,51 мм. рт. ст. (0,0005 МПа).

#### Література

1. Криворот А.І. Методи отримання водню як палива для сучасних автомобільних двигунів внутрішнього згорання / А.І. Криворот, Д.В. Тараненко // Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців : наук. праці Міжнар. наук.-практ. та наук.-метод. конф., 19 – 21 жовт. 2022 р. – Х. : ХНАДУ, 2022. – С. 139–141.

2. Мотигін В.В., Павлов С.М. Планування експерименту в інженерних дослідженнях (лабораторний практикум). Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 82 с.

**УДК 621.89.012**

Криворот Анатолій Ігорович, к.т.н., доцент,

*Орисенко Олександр Вікторович, к.т.н., доцент,  
Вірченко Віктор Вікторович, к.т.н., доцент  
Шаповал Микола Віталійович, к.т.н., доцент,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЗМАЩУВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ МОТОРНОЇ ОЛИВИ**

На періодичність заміни оливи в системах мащення двигунів та агрегатів трансмісії автотракторної техніки впливає ряд чинників серед яких особливо суттєвими є наступні: кліматичні та дорожні умови, швидкісні та навантажувальні режими роботи, фізична та хімічна стабільності мастильного матеріалу тощо. Всі ці фактори діють постійно, через що початкові властивості мастильних матеріалів з часом змінюються [1].

В процесі роботи в оливі накопичуються механічні й хімічні домішки, спрацьовуються присадки, що, як правило, призводить до погіршення її експлуатаційних властивостей. В результаті змащувачі властивості втрачаються, що призводить до швидкого спрацювання поверхонь деталей тертя (рисунок 1).



*Рисунок 1 – Зношування поверхонь тертя деталей механізму газорозподілу двигуна внутрішнього згоряння*

Одним із основних показників експлуатаційних властивостей змащувачих олив є фізична стабільність. Вона визначає стійкість масла до фізичних процесів, які призводять до зміни її властивостей та складу. Такі зміни можуть виникнути внаслідок втрати легких фракцій при випаровуванні, утворенні стійкої піни та емульсії при перемішуванні, випаданні з масла комплексних присадок при відстоюванні, порушенні колоїдної стабільності масла [1].

Також змінюються деемульгуючі властивості – це здатність масла відокремлюватись від води, після їх змішування. Емульсії викликають корозію металу, погіршують мастильні властивості, підвищують в'язкість і є джерелом шламу. Утворення стійких емульсій скорочує термін роботи масла. Щоб зменшити змішування води і масла вводять спеціальні присадки – деемульгатори (нафтени кальцію та алюмінію та інші) [2].

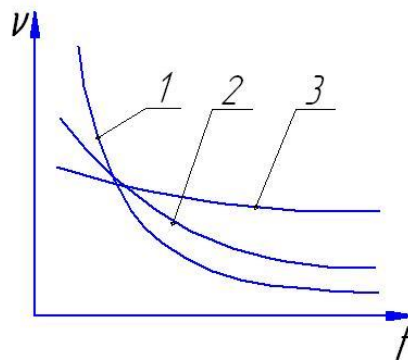
Спінюваність оливи – це виділення з масла повітря, відпрацьованих газів та пари. Наявність спінювання порушує режим роботи мастила: суттєво

зменшується його подача до поверхонь тертя, що викликає перегрівання і швидке зношення цих поверхонь. Для зменшення негативного впливу піноутворення на вузли тертя використовують антипінні присадки [2].

Хімічна стабільність – це стійкість масла протистояти хімічним процесам, які ведуть до зміни складу та властивостей. Окиснення та інші хімічні процеси змінюють фізико-хімічні властивості масла в наслідок чого масло темніє, збільшується в'язкість, утворюються нерозчинні речовини. Підвищення хімічної стабільності масла досягають додаванням антиокисних присадок [3].

Випаровуваність – це википання деяких фракцій нафти. При експлуатації двигуна втрата легких фракцій може призвести до великих витрат масла, а також погіршення в'язкісно-температурних властивостей [1].

Також до сучасних моторних і трансмісійних оливок, залежно від умов їх експлуатації, ставиться багато вимог. При високих температурах моторне масло повинно зберігати високий рівень в'язкості для забезпечення встановленого режиму мащення. При низьких температурах навколишнього середовища олива повинна зберігати свої в'язкісно-температурні характеристики (рисунок 2) для забезпечення легкого запуску двигуна [3].



1 – чисте мінеральне масло; 2 – мінеральне масло з присадками;  
3 – синтетичне масло

Рисунок 2 – В'язкісно-температурна характеристика моторної оливи

Ще однією з властивостей змащувальних оливок є їхня здатність утворювати на поверхні тертя граничну плівку, яка дозволяє зменшити спрацювання деталей при недостатній кількості мастильного матеріалу між поверхнями тертя, що часто простежується при пуску механізму після тривалої зупинки. Дана плівка утворюється з адсорбованих молекул мастильного матеріалу і її міцність багато у чому залежить від наявності достатньої кількості присадок.

Отже є актуальним дослідження процесу зміни якісних показників моторної оливи залежно від тривалості її використання. Це дозволить встановити науково-обґрунтовані терміни заміни моторної оливи і уникнути аварійного спрацювання поверхонь тертя. Особливу актуальність у даному випадку має дослідження зміни міцності адсорбованої масляної плівки.

Література

1. Оливи. Моторні, турбінні, гідравлічні та трансмісійні: властивості та якість. Підручник / Сергій Бойченко, Андрій Пушак, Петро Топільницький, Йосип Любінін, Казимир Лейда; за редакцією проф. С. Бойченка. – К.: «Центр учбової літератури», 2019. – 323 с. ISBN 978-617-673-902-9.

2. Бойченко С. В. Контроль якості паливно-мастильних матеріалів: навч. посіб. / С. В. Бойченко, Л. М. Черняк, В. Ф. Новикова [та ін.]. – К.: НАУ, 2012. – 316 с.

3. Бойченко С. В. Хімматологія: навч.-метод. посібн. / С.В. Бойченко, Л.М. Черняк, Н.М. Кучма, В.В. Єфименко. – К.: НАУ, 2006. – 157 с.

## УДК 621.431

*Рогозін Іван Анатолійович, канд. техн. наук, доцент,  
Красун Дмитро Сергійович, магістрант,  
Васильєв Кіріл Олексійович, студент,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ОБСЛУГОВУВАНЬ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ ТЕМПЕРАТУРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Одним із способів підвищення ефективності експлуатації двигунів автомобілів є раціональне використання властивостей експлуатаційних матеріалів, зокрема, змащувальних [1, 2].

Періодичність технічного обслуговування, рекомендована виробниками автомобілів, не враховує властивості і фактичний стан експлуатаційних матеріалів, які залежать від багатьох факторів, де вагоме місце має температура експлуатації [1]. Тому, наприклад, змащувальні матеріали за однакових періодичностей технічних обслуговувань для великого парку машин замінюються або передчасно, або із запізненням. Це може спричиняти або їх перевитрати, або підвищені величини швидкості зношування деталей двигуна. Така ситуація супроводжуватиметься передчасними відмовами агрегатів [1,3]. Тому врахування особливостей зміни ресурсів та показників якості моторних оливо при експлуатації автомобілів за низьких температур навколишнього середовища є актуальним напрямком наукових досліджень у галузі автомобільного транспорту.

Причиною зростання кількості відмов двигунів в умовах низьких температур є зміна властивостей моторної оливи в зв'язку з її насиченням вологою. Накопичення води в оливі відбувається внаслідок процесу конденсації і призводить до випадання в осад основних присадок, через що концентрація деяких з них суттєво зменшується. Це призводить до втрати якості моторної оливи [1, 2, 4].

Якість моторної оливи необхідно оцінювати за наступними показниками: зміна кінематичної в'язкості, зміна лужного і кислотного чисел, вміст продуктів зносу і забруднень від пробігу автомобілів [5, 6]. Встановлено, що при експлуатації автомобілів за низьких температур показником, який найбільш

---

швидко досягає граничних значень і обмежує працездатність моторної оливи, є зміна її лужного числа. Даний показник характеризує руйнування присадок та також реагує на підвищення вмісту води в оливі.

На основі досліджень зміни показників якості моторної оливи запропоновано проводити коригування термінів проведення технічного обслуговування двигунів автомобілів до раціональних значень,  $L_p$ , з урахуванням експлуатації в умовах низьких температур шляхом використання коригуючого коефіцієнта,  $K_o$ , до відповідних рекомендованих нормативних значень,  $L$ , за формулою:

$$L_p = L \cdot K_o. \quad (1)$$

Коригуючий коефіцієнт,  $K_o$ , може бути визначений на основі статистичних даних досліджуваного періоду чи експлуатаційних випробувань моторної оливи з напрацювання на відмову за умов експлуатації автопарку в конкретних підприємствах.

Так, для зимового сезону з 2022 року на 2023 рік для підприємства ГПУ «Полтавагазвидобування» було визначено коригуючий коефіцієнт,  $K_o$ , на рівні 0,84.

Впровадження методик обґрунтування раціональної періодичності технічних обслуговувань двигунів автомобілів залежно від їх температури експлуатації дозволить підвищити ефективність застосування змащувальних матеріалів при проведенні технічних обслуговувань, сприяти ресурсозбереженню, зниженню експлуатаційних витрат автотранспортних підприємств і скоротити потік відмов двигунів в умовах холодної пори року.

### *Література*

1. Лудченко О. А. *Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник*. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
  2. Онищенко О. Г., Орисенко О. В. *Вступ до технологічних процесів на автомобільному транспорті: навчальний посібник*. – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – 115 с.
  3. Cornak Stefan. *Selected Methods of Vehicles Maintenance in Operation Stage // Stefan Cornak – Machines, Technologies, Materials, – Issue 2-3. – Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering, Bulgaria, 2007. – P. 14-16.*
  4. VanGelder, K. T. *Automotive Engine Repair. USA: Jones & Bartlett Learnin. 2017. – 694 p.*
  5. *Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту*. – К.: МінТранс України, 1998. 16 с.
  6. ДСТУ 9032:2020 «Нафтопродукти. Оливи моторні. Загальні технічні вимоги» / Нац. стандарт України. Вид. офіц. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 46 с
-



## УДК 629.3.032

*Рогозін Іван Анатолійович, канд. техн. наук, доцент,  
Черевко Анатолій Русланович, магістрант,  
Московець Сергій Олександрович, студент,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛІСНОГО РУШІЯ З ДИСКОМ, ЩО МАЄ ВНУТРІШНІЙ ПРУЖНИЙ ЕЛЕМЕНТ**

Під час руху транспортного засобу по нерівних дорогах виникають удари об перешкоди, що призводять до значних, в першу чергу, вертикальних прискорень підресорених і непідресорених мас і, як наслідок, до значних навантажень на ходову частину і несучу основу. Це в підсумку призводить до зниження продуктивності, збільшення витрат на експлуатацію та скорочення терміну служби транспортного засобу [1, 2].

Під час руху по нерівних дорогах середня швидкість транспортного засобу суттєво зменшується; міжремонтний пробіг може скорочуватися до декількох разів; витрата палива зростає. Це спричиняє зростання собівартості перевезень, а продуктивність роботи знижується [3, 4]. Тому якісна робота елементів підвіски зі збереженням високих експлуатаційних властивостей транспортного засобу в таких умовах є актуальним питанням.

Важливим при цьому залишається забезпечення простоти конструкції з використанням мінімальної кількості компонентів з уникненням складних взаємозв'язків між різними складовими підвіски транспортного засобу [5]. Використання додаткового підресорювання у диску колеса із внутрішнім пружним елементом відповідає розглянутим вимогам, і може бути ефективним для ряду спеціалізованих транспортних засобів [6, 7].

Тому проведено дослідження коливальних характеристик при роботі колісного рушія із диском, що має у своєму складі поліуретановий пружно-демпфуючий елемент, виготовлений із еластомера гарячого твердіння TDI 95A, на базі причепа для легкових автомобілів «Дніпро-150».

Результати дослідження показали, що використання внутрішньодискового пружного елемента замість класичної підвіски дозволяє знизити резонансну кутову частоту коливальної системи причепа з 21,5 рад/с до 13,5 рад/с, а також значно знизити максимальні прискорення у вертикальному напрямку підресореної маси в діапазоні кутових частот від 10 до 80 рад/с.

За амплітудно-частотними характеристиками прискорення підресореної маси причепа із внутрішнім підресорюванням колеса і без класичної підвіски нижче, ніж у стандартного причепа із заводською підвіскою при кутових частотах збурюючих впливів у діапазоні від 26 до 80 рад/с.

У діапазоні від 12 до 96 рад/с максимальні прискорення у вертикальному напрямку підресореної маси причепа з внутрішнім пружним елементом колеса без класичної підвіски не перевищують  $9,8 \text{ м/с}^2$ , що дозволяє застосування такої системи, адже, вантажі за таких умов не будуть відокремлюватися від опорної поверхні (відсутнє підстрибування вантажу).

---

Застосування колісного рушія з диском, що має внутрішній пружний елемент, за відсутності класичної підвіски дозволить експлуатувати причіп по дорогам, які мають значні нерівності, наприклад, ґрунтові дороги, насипи зі щебеню, тощо, в широкому діапазоні збурюючих частот без небезпеки пошкодження вантажу, що транспортується.

Виконані дослідження і отримані результати дозволяють вирішувати практичні завдання при проектуванні коліс із додатковим підресорюванням для використання їх при виробництві транспортних засобів різного призначення.

### *Література*

1. Бойко Ю., Сухенко Ю., Дубинець О., Сухенко В. *Технологія автомобілебудування: Підручник*. – Київ: Університет Україна, 2011. – 162 с.

2. Knowles, D. *Today's Technician: Automotive Suspension & Steering*. – USA: Cengage Learning. – 2010. – 1040 p.

3. Онищенко О. Г., Оприсенко О. В. *Вступ до технологічних процесів на автомобільному транспорті: навчальний посібник*. – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – 115 с.

4. ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво». / *Нац. стандарт України. Вид. офіц.* – Київ : Мінрегіон України, 2015. – 104 с.

5. Blundell M. *The Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics* / M. Blundell, D. Harty. – 2-d ed. – Boston, MA: Elsevier, 2014. – 768 p.

6. Maity M. *Polyblend Systems of Polyurethane Rubber and Silicone Rubber in the Presence of Silane Grafting Agent* / *J. of Elastomers and Plastics*. – 2001. – V. 33. – P. 211-224.

7. Datta J. *Synthesis and Investigation of Glycolysates and Obtained Polyurethane Elastomers* / *J. of Elastomers and Plastics*. – 2010 – V. 42. – P.117-127.

---

*Васильєв Олексій Сергійович, к.т.н, доцент,  
Скорик Максим Олексійович, старший викладач,  
Пилипенко Максим Вікторович, магістр,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ ЗА РАХУНОК ПОСТІЙНОГО КОНТРОЛЮ ЗАЛИШКОВОЇ ТОВЩИНИ ФРИКЦІЙНИХ НАКЛАДОК ГАЛЬМІВНИХ КОЛОДОК**

Безпека руху автомобільного транспорту є основною вимогою, на яку потрібно звернути увагу. На неї впливають як внутрішні фактори автомобіля (стан та робота вузлів, агрегатів і систем), так і зовнішні фактори (манера водіння, стан і якість дорожнього покриття).

Постійне конструктивне ускладнення вузлів, агрегатів і систем автомобіля призводить до необхідності контролю їх технічного стану. Існує багато стендів для їх перевірки, але вони показують реальний стан на момент контролю. На основі цих даних можна визначити залишковий ресурс, виходячи із середнього ресурсу деталі або механізму.

Сучасні системи бортового діагностування автомобіля мають дискретний характер відображення даних, тобто при виникненні несправності загоряється відповідна сигнальна лампочка, яка інформує водія про те, що несправність вже є в автомобілі. Зараз людям потрібна додаткова інформація про стан автомобіля. Не можливо врахувати всі непередбачені події на дорозі, але передбачити, наскільки швидко буде зношуватися той чи інший елемент, цілком можливо.

Отже, завдання полягає в тому, щоб відстежити тенденцію зношування деталі або вузла та надати водієві інформацію про те, наскільки деталь або вузол можуть підтримувати справний стан.

Для збору експериментальних даних про стан гальмівних колодок необхідно отримати діагностичні параметри за допомогою відповідних датчиків. Запропонована нами система повинна визначати характеристики зносу фрикційних накладок за пробігом, а також за умовами навантаження автомобіля, що дуже важливо враховувати. Усе це повинно відбуватися в режимі реального часу та дозволяти водієві отримувати достовірну інформацію про стан гальмівної системи його автомобіля.

Переглянувши велику кількість існуючих конструктивних виконань запропонованих датчиків, виберемо датчики LVDT серії RM фірми WayCon Engineering GmbH.

Вібростійкість обраного датчика серії RM становить 10G, що достатньо для встановлення на легковий автомобіль, як систему, на яку діють значні вібрації.

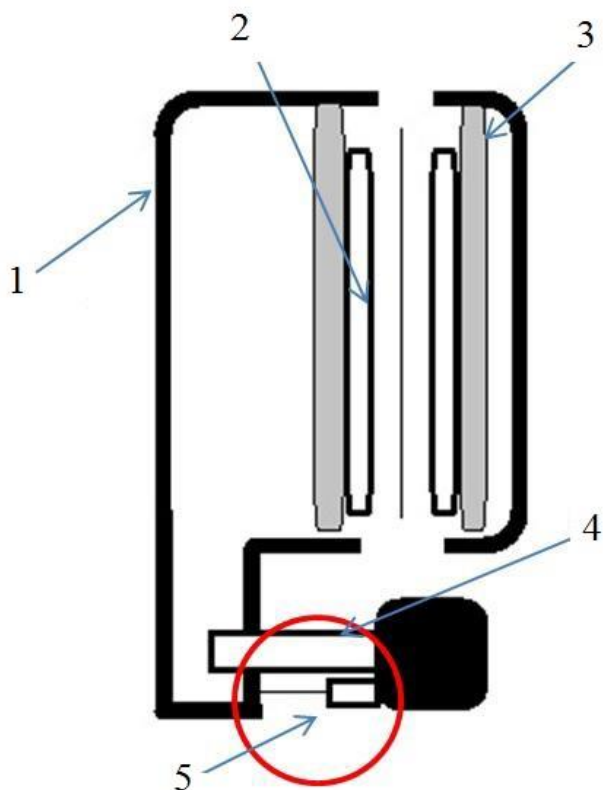


Рисунок 1 – Розташування датчика лінійних переміщень на дисковому гальмівному механізмі:

1 – супорт; 2 – накладка; 3 – колодка; 4 – напрямна супорта; 5 – датчик

У міру зношування фрикційних накладок гальмівних колодок під час натискання педалі гальм зазор між колодками зменшується, хід супорта по напрямній збільшується і датчик буде вимірювати лінійне переміщення спрацювання гальм.

Калібрування системи повинно бути проведене перед введенням її в експлуатацію, також система також повинна бути відкалібрована після кожної заміни гальмівних колодок і дисків.

Після калібрування система за замовчуванням відображає залишковий ресурс на екрані, який дорівнює середньому терміну служби фрикційних накладок гальмівних колодок.

Після фіксації другої точки в обох масивах розраховується рівняння прямої

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} \quad (1)$$

Це рівняння прямої, проведеної по двох точках, приведемо його до функції залежності зношування накладок від пройденої відстані.

Підставивши в цю функцію критичне значення товщини накладок, можна передбачити пробіг, який буде на одометрі в той момент, коли стан колодок буде близьким до критичного і вивести цю інформацію на екран.

Після фіксації третього та наступних значень термін служби, що залишився, розраховується за допомогою лінії тренду. Для його отримання

використовуємо метод найменших квадратів

$$\left\{ \begin{array}{l} a = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, \\ b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \cdot \sum_{i=1}^n x_i}{n}. \end{array} \right. \quad (2)$$

Лінія тренду будується за останніми десятима значеннями, що дозволить адаптуватися під режим руху автомобіля. Після заповнення масивів десятима значеннями при появі наступного перше значення з масивів стирається, а елементи масивів зсуваються. Лінія тренду завжди будується по елементах в масивах. Поки масиви заповнені не повністю (немає 10 значень), на їх вільних місцях знаходяться нулі, які не беруть участі в обчисленні.

Оскільки в системі кілька датчиків, на екрані буде відображатися найменший розрахований залишковий ресурс, і можна буде дізнатися залишковий ресурс пари тертя кожного колеса.

Як тільки система фіксує значення більше останнього в масиві, вона записує його в інший масив, а якщо значення, що йдуть відразу за ним, більше останнього в основному масиві, на якому будується тренд, усі ці значення також записуються в службовий масив. Масив не має фіксованого розміру, він розширюється автоматично. Заповнення службового масиву закінчується, коли сигнал датчика зменшується, тобто останнє значення, яке записане в службовому масиві, стало менше передостаннього. Потім система шукає найбільше значення в масиві служби та передає його до основного робочому. Таким чином, ми усуваємо явище брязкотіння контактів в електромеханіці. Це означає, що якщо колодки занадто сильно зношуються і хід педалі надто збільшується, замість одного граничного значення, яке нам потрібне, система запише стільки вимірювань, скільки встигне зробити, поки шток датчика висувається до нового граничного значення, що спотворить бажаний результат.

Отже, загальний результат розроблення методу контролю полягає у описанні алгоритму і методології розрахунку залишкового ресурсу гальмівних накладок автомобіля. Для цього необхідно знайти функцію тренду і, підставивши до неї відому змінну, знайти іншу.

Реалізація системи дозволяє постійно контролювати значення пробігу до граничного зношування фрикційних накладок гальмівних колодок, що, в свою чергу, дозволить підвищити безпеку руху автомобіля.

## РУХ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ СТІЛОВОГО КРАНУ ПРИ МІНІМІЗАЦІЇ ТРИВАЛОСТІ РОБОЧОГО ЦИКЛУ

Для вирішення задачі оптимального керування механізмом повороту баштового крану з частотним приводом прийнято двомасову розрахункову схему системи стріловий кран - вантаж рис. 1.

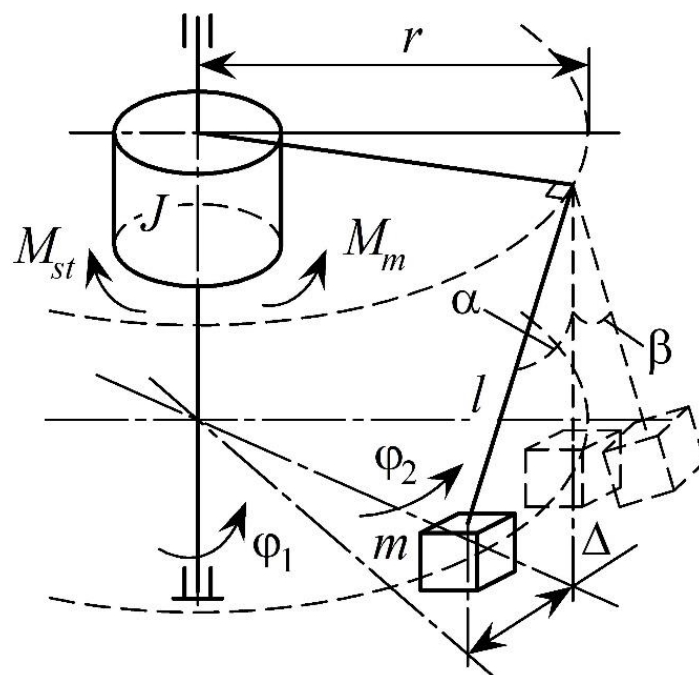


Рисунок 1 – Розрахункова схема системи стріловий кран - вантаж

На рис. 1 позначені:  $J$  – сумарні, приведені до вісі обертання крана, моменти інерції електродвигуна, башти та стріли;  $m$  – маса вантажу;  $l$  – довжина гнучкого підвісу вантажу;  $r$  – виліт стріли;  $\Delta$  – різниця горизонтальних координат вантажу і точки підвісу у вертикальній площині, дотичній до траєкторії обертання точки підвісу;  $\alpha$  – кут відхилення вантажу у вертикальній площині, дотичній до траєкторії обертання точки підвісу;  $\beta$  – кут відхилення вантажу у вертикальній площині, перпендикулярній до дотичної;  $M_{st}$  – статичний момент опору обертання механізму повороту;  $M_m$  – приводний момент двигуна механізму повороту крану;  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  – кутові переміщення крана і вантажу відповідно.

В дослідженнях прийнято ряд спрощуючих припущень:

- відхилення вантажу є лише у вертикальній площині, дотичній до траєкторії обертання точки підвісу;

- сумарні, приведені до вісі обертання крана, моменти інерції електродвигуна, башти та стріли більше моменту інерції вантажу, приведеного до тої самої вісі обертання;
- кутова швидкість обертання крану є обмеженою і зростає до величини  $\dot{\varphi}_{1nom}$  – швидкості усталеного руху.

Рух механічної системи стріловий кран – вантаж (рис. 1) описується диференціальними рівняннями:

$$\begin{cases} J\ddot{\varphi}_1 + M_{st} + \frac{mg}{l}r^2(\varphi_1 - \varphi_2) = M_m; \\ mr^2\ddot{\varphi}_2 - \frac{mg}{l}r^2(\varphi_1 - \varphi_2) = 0, \end{cases} \quad (1)$$

де:  $\ddot{\varphi}_1, \ddot{\varphi}_2$  – прискорення відповідних мас;  $m$  – маса вантажу;  
 $l$  – довжина гнучкого підвісу вантажу;  $J$  – сумарний момент інерції електродвигуна, башти, стріли, приведений до вісі обертання крана,  
 $M_{st}$  – статичний момент опору обертання механізму повороту.

Завдання синтезу законів руху механізму з оптимальною швидкістю розв'язується методами теорії оптимального керування, а саме за допомогою принципу максимуму. Закон оптимального керування шукатимемо на основі параметру керування, що представляє собою функцію зміни в часі крутного моменту двигуна  $M_m = f(t)$ . Крутний момент двигуна можна збільшувати до критичного значення, після якого відбувається «перекидання». Тому введено відповідне обмеження. Теоретичний розрахунок графіків зміни динамічних параметрів стрілового крану на колоні (рис. 2) наведено на рис. 3.



Рисунок 2 – Лабораторний кран на колоні

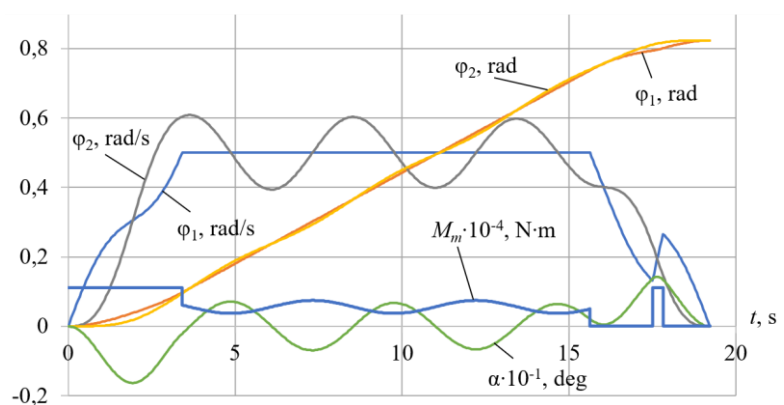


Рисунок 3 – Параметри крана

## **ПАРКУВАННЯ НА МІСЦІ ЗА ДОПОМОГО ТЕХНОЛОГІЇ E-CORNER**

Hyundai Mobis, підрозділ автовиробника, що випускає запчастини, випустив нове відео про технологію під назвою e-Corner. Система дозволяє всім чотирьом колесам автомобіля повертатися на кут до 90 градусів – разом чи незалежно один від одного – що призводить до вражаючих можливостей.

Зазначена технологія зазвичай використовується в спеціалізованих концепт-карах, автомобілях для гоночних трас або високопродуктивних автомобілях. Вона може бути інтегрована в систему керування автомобілем, що забезпечує координацію руху всіх коліс.

Ця технологія дозволяє машині обертатися на місці замість звичайного розвороту.

Електромобіль Hyundai Ioniq 5 може підїхати прямо до відкритої парковки, повернути всі чотири колеса перпендикулярно до бордюру і просто заїхати на паркувальне місце. Ніякого руху заднім ходом та повороту керма туди-сюди. Даний вид паркування ще має назву «керуванням краба» (рисунок 1).

У більшості електромобілів двигун встановлений на одній або обох осях, але двигуни також можуть бути встановлені всередині коліс як на електричному самокаті або велосипеді. Це рідкісна установка у автомобільному бізнесі; Lordstown Motors, стартап з виробництва електричних пікапів, може бути єдиною компанією, що продає автомобілі в США із так званими ступичними двигунами.



*Рисунок 1 – Застосування технології e-Corner*

---



Але, як демонструє Hyundai Mobis, така система дозволяє виконувати деякі дивовижні маневри, які ви не могли б виконати у звичайному автомобілі.

Hyundai також продемонстрував нульовий поворот, який, по суті, є розворотом без розвороту (рисунок 2). І знову Ioniq 5 повертає колеса назвні, але цього разу передні та задні колеса обертаються у протилежних напрямках, змушуючи Ioniq 5 обертатися у протилежних напрямках. місце. Схоже, це може стати в нагоді на тісному паркуванні.

Пізніше відео Ioniq 5 робить «розворот», коли переднє праве колесо залишається на місці, а задня частина автомобіля повертається назвні.



*Рисунок 2 – Нульовий поворот*

Цікаво, що це не нова концепція. Автовиробники експериментували з пристроями, які могли засувати задню частину автомобіля на місце для паркування, принаймні, з 1930-х років:

Технологія також дозволяє рухатися по діагоналі, повертаючи всі чотири колеса на 45 градусів.

Варто відзначити, що така технологія може мати свої обмеження і вимагати певних умов для безперешкодного функціонування, таких як відповідність швидкісному режиму, дорожнім умовам та налаштуванням системи

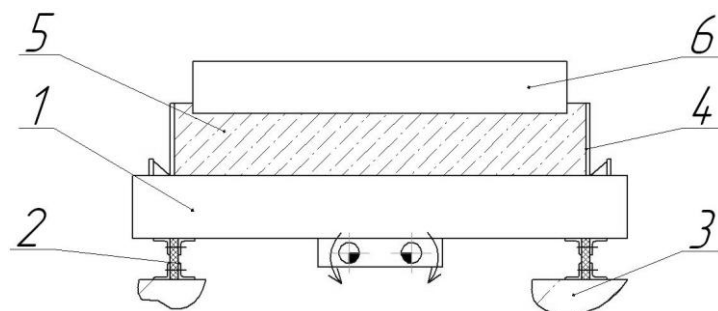
---

*Нестеренко Микола Миколайович, к.т.н., доцент,  
Панфілов Олександр Іванович, аспірант,  
Пирлик Максим Олександрович, аспірант,  
Ведмідь Василь Василович, аспірант,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ОЦІНКА ТА АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ І ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНИХ ПРИВАНТАЖУВАЧА ДЛЯ ДОУЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ**

Для ущільнення сумішей на вібраційних установках доводиться застосовувати спеціальні заходи для кращого ущільнення бетонних сумішей.

Найпростіший спосіб – укладання щита на відкриту поверхню суміші в формі (рис.1.).



*Рисунок 1 – Вібраційна площадка з інерційним привантажувачем:*

*1 – вібраційна площадка; 2, 3 – опора та основа вібраційної площадки відповідно; 4 – форма; 5 – суміш; 6 – привантажувач.*

Дрібнозернисті бетонні суміші добре ущільнюються без використання привантажувача, якщо їхня в'язкість характеризується зануренням сталеві кульки на глибину 3 см. за 15-20 сек. Ущільнення без привантажувача жорстких дрібнозернистих сумішей характеризується нерівномірністю занурення кульки за 20 і більше секунд. Щільність верхніх шарів зазвичай на 6...12 % менше ніж нижніх, що пов'язано з їхнім розрихленням. Ефективна вага привантажувача знаходиться в межах 60...100 г/см<sup>2</sup> і залежить від внутрішнього тертя суміші.

Найпростіший за будовою привантажувач має вигляд щита, який являє собою жорстку металеву або залізобетонну конструкцію з гладкою робочою поверхнею. Щит за допомогою вантажопідйомного механізму накладається на виріб, який формується, і за рахунок своєї ваги утворює розрахункове привантаження на бетонну суміш.

Однак величина привантаження в даному разі не може бути великою, тому що вага привантажувача додається до ваги коливних частин та передається на віброплощадку. Тому такі привантажувачі призводять до збільшення металоемності вібраційної площадки.

---

Іноді на привантажувачі встановлюють вібратори, або застосовують пневматичні привантажувачі, це призводить до більш ефективного процесу ущільнення (рис.2, 3) .

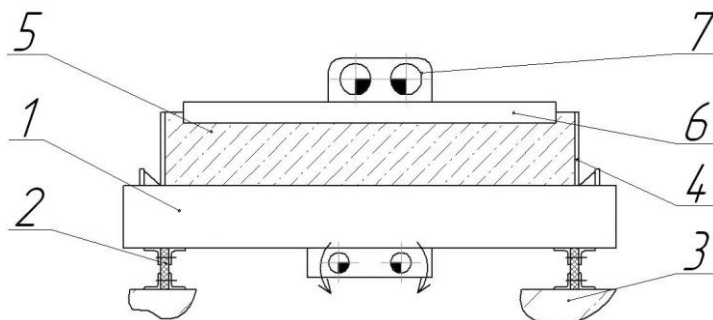


Рисунок 2 – Вібраційна площадка з вібраційним привантажувачем:

1 – вібраційна площадка; 2 – опора вібраційна площадка; 3 – основа вібраційна площадка; 4 – форма; 5 – суміш; 6 – привантажувач; 7 – вібратор.

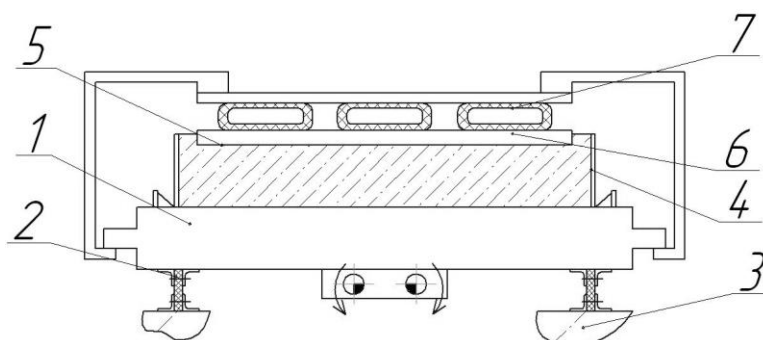


Рисунок 3 – Вібраційна площадка з пневматичним привантажувачем:

1 – вібраційна площадка; 2, 3 – опора та основа вібраційна площадка відповідно; 4 – форма; 5 – суміш; 6, 7 – привантажувач та гумові пневматичні подушки.

При виготовленні будівельних виробів привантажувачі встановлюються та знімаються за допомогою траверси, призначеної для знімання і переміщення форми за допомогою крана, або спеціальним стаціонарним підйомником. У першому випадку конструкція формувальної установки спрощується, але при цьому кран завантажується додатковими операціями по накладанню і зніманню привантажувача.

## **ДВИГУНИ JOHN DEERE З ТЕХНОЛОГІЄЮ TIER**

Не рідко в розпал польових робіт трапляється так, що трактору різко не вистачає тяги - двигун барахліт. Або раптом комбайн зупинився посеред поля, бо мотор заглох. Виною в цьому — дизель низької якості. Але не треба думати, що таке буває тільки в Україні. Подібне можна зустріти і в інших Азії, Африці та Близькому Сході.

Коли було встановлено причину частоті зупинки двигунів – погане дизпаливо, у багатьох країнах посилили норми щодо якості палива. У свою чергу це призвело до конструктивних змін у моторобудуванні, що торкнулося виробництва техніки John Deere. Розуміючи це, компанія John Deere спеціально розробляє двигуни для кожного окремого ринку, і дилери John Deere у різних куточках Землі знають, як їх правильно обслужити та відремонтувати.

Українське законодавство не вимагає дотримання норм TIER 4, і тому двигуни John Deere, які офіційно реалізуються на вітчизняному ринку, відповідають нормам по TIER 2 (трактори 7030, 8R, 9R, збиральні комбайни, обприскувачі 4730, 4940) або 0, 6D, обприскувачі 4630, 4830, самохідні косарки). У всіх двигунах є спеціальний фільтр-сепаратор, що видаляє воду, що знаходиться в паливі, яка є справжньою отрутою для системи впорскування палива. Але для двигунів TIER 4 не тільки вода є проблемою, а й високий вміст сірки. А її, на жаль, не відфільтрувати: у вітчизняному паливі сполук сірки у сотні разів більше, ніж, наприклад, у дизелі країн ЄС.

Техніка John Deere, що реалізується на українському ринку, оснащується турбокомпресором із фіксованою геометрією. У той же час на двигунах TIER 4 для ефективної роботи та дотримання строгих норм по вихлопах використовується турбокомпресор зі змінною геометрією. Саме цей механізм регулювання геометрії і схильний до виходу з ладу внаслідок використання палива з високим вмістом сірки. Так що такий турбокомпресор користі не принесе і не зможе забезпечити додаткової потужності.

Іншими елементами технології TIER 4 є система рециркуляції відпрацьованих газів, дизельний фільтр сажі, каталізатор окислення дизельного палива, системи упорскування сечовини. Така складна технологія використовується для зниження шкідливого впливу роботи машин на навколишнє середовище, і при цьому вона дуже чутлива до дизельного палива низької якості. Двигун, що відповідає нормам TIER 2, у порівнянні з високотехнологічними двигунами споживає менше дизельного палива і таким чином може бути повністю оптимізований під нижчі норми споживання палива.

### *Список використаних джерел*

1. Лудченко О.А. *Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. Київ: Вища школа, 2007*

---

---

*Калінін Євген Іванович, д.т.н., проф.  
Колеснік Іван Васильович, к.т.н., доцент,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

## **МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО ПОЇЗДА**

При виборі розрахункової моделі, перш за все, слід враховувати мету задачі, що розв'язується. Наприклад, в тих випадках, коли потрібно встановити якісні характеристики трактора в цілому, його розрахункова модель може бути простою і в ній можуть не братися до уваги характеристики зв'язків окремих елементів з кузовом або рамою (наприклад, характеристики підвіски передніх та задніх коліс; характеристики рульової трапеції; механізмів, що розподіляють крутний момент між колесами та ін.). При цьому, якщо потрібно отримати більш менш точні кількісні результати, то частину цих характеристик, що істотно впливають на параметри руху, необхідно враховувати. Причому для різних умов руху та транспортних засобів, виконаних за різними схемами, слід враховувати різні зв'язки та з неоднаковим ступенем спрощення їх характеристик.

Найбільш поширеною є розрахункова модель, яку можна назвати плоскою одномасовою. У цьому випадку об'єкт представляється у вигляді двоколісного візка. Колеса шарнірно пов'язані з корпусом візка, при чому одне з них (найчастіше заднє) має відносно корпусу тільки одну ступінь свободи – обертання відносно своєї осі, а інше – дві ступені свободи – обертання відносно тієї ж осі та поворот відносно вертикальної осі, що розташована в поздовжній площині (кероване колесо). Ведучим є некероване колесо.

Іншим варіантом даного представлення є чотирьохколісна модель. При цьому кожне з двох коліс осі вважається навантаженим однаковими силами (нормальними, дотичними та бічними).

## **СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНО ПРАЦЮЮЧИХ СИСТЕМ CR**

Створення ефективно працюючих систем CR і виконання вимог ІМО, TIER та ін., що постійно посилюються, стає неможливим без глибоких теоретичних опрацювань фізичних явищ, пов'язаних з організацією високоекономічного та екологічно безпечного робочого процесу дизельного ДВС. Програмне забезпечення електронного блоку управління двигуном передбачає використання напівемпіричних математичних моделей, виходячи з яких формується функція управління процесами. Виходячи з цього, як один з перспективних напрямків розвитку систем CR слід розглядати вдосконалення моделей управління впорскуванням і згорянням палива і, пов'язаної з цим, розробки програмного забезпечення управління процесами. Прикладом постійного вдосконалення процесів управління може бути той факт, що перші промислові зразки системи CR першого покоління мали вельми скромні можливості електронної адаптації структурних елементів при їх заміні, що викликало багато проблем в експлуатації та ремонті. Так, наприклад, при заміні форсунки, для обліку технологічних неточностей виготовлення, потрібно її прописування на згадку про електронний блок управління дилерським сканером. Цей істотний недолік першого покоління системи надалі був усунений, і в програмному забезпеченні CR наступних поколінь функція адаптації структурних елементів системи, що замінювалися, була розширена.

Дослідження процесу управління впорскуванням палива в циліндр і, пов'язаного з ним, закону тепловиділення в циклі є основними у побудові алгоритмів управління системою. У цьому плані цікаві роботи, проведені Mitsubishi Heavy Industries щодо формування концепції «черевського» упорскування. Звичайна система Common Rail забезпечує закон упорскування, близький до прямокутного, що призводить до великих швидкостей тепловиділення на стадії кінетичного згоряння і, як наслідок, зростання емісії NOx. Відмінності між типовим і «черевичним» уприскуванням полягає у оптимізації тривалості останнього з метою забезпечення «м'якого» згоряння, тобто. повільного підвищення тиску та температури в циклі із збереженням загальної динаміки тепловиділення. Для цього запропонована система передбачає роздільне завдання рівнів високого та низького тиску палива (180 та 60 МПа відповідно). Таким чином, перша фаза паливopодачі проводиться при низькому рівні тиску палива (запальна порція), а друга - основна - при високому тиску. В результаті при «черевному» уприскуванні скорочується швидкість наростання та рівень температури в циклі, що забезпечує зниження емісії NOx приблизно на 20% без втрати економічності двигуна.

*Список використаних джерел*

1. Попов С.В. *Теорія механізмів технологічних машин: підручник для студентів механічних спеціальностей*. Харків: НТМТ, 2019
-

## **ВПЛИВ НЕСТІЙКОСТІ РУХУ ТРАКТОРНОГО ПОЇЗДА НА ВЕЛИЧИНУ СИЛИ ОПОРУ РУХУ**

Ефективність використання тракторів на транспортних роботах визначається складом тракторного поїзда (кількість причепів, їх типом та вантажопідйомністю), тягово-зчіпними та енергетичними показниками, маневреністю, швидкістю руху, гальмівними якостями тракторного поїзду та його стійкістю. Нестійкий рух транспортного агрегату так само, як і характер навантаження, впливає на його пересування, виникають в результаті впливу безлічі випадкових і періодичних збурюючих факторів. Нерівномірність руху, навантаження ТТП в процесі експлуатації може бути викликана не тільки впливом зовнішніх факторів, що збурюють (нерівномірність дорожнього фону, різними його властивостями і станом). Конструктивні та експлуатаційні особливості більшості сучасних транспортних агрегатів сприяють тому, що їх динамічна система внаслідок своєї недосконалості, (неузгодженості складових ланок і вантажу, що перевозиться, провідних і гальмівних моментів по мостах тягача, незбалансованості переміщуваних мас) сама є джерелом виникнення збурюючих факторів [1, с. 22]. Особливо яскравий вираз набуває нерівномірності навантаження зі збільшенням зазорів у тягово-зчіпних пристроях, з різкою зміною обертів двигуна [2, с. 305].

### *Список літератури*

- 1. А.П. Кожушко, І.В. Колеснік, В.В. Лупенко Методика експериментального дослідження визначення динамічних характеристик при русі колісних тракторів з агрегатами змінної маси.- Технічна інженерія, 2019, Випуск №2 (84), С. 21-28.*
- 2. Information system for controlling transport-technological unit with variable mass / Kalinin Y., Klets D., Shuliak M., Kholodov A. CEUR Workshop Proceedings, 2020, С. 303–312.*

## **ВПЛИВ ВІБРАЦІЇ НА РОБОЧЕ МІСЦЕ ОПЕРАТОРА КОЛІСНОГО ТРАКТОРА**

Вібрація робочих місць водіїв транспортних засобів та самохідної техніки носить переважно низькочастотний характер з високими рівнями інтенсивності (до 132 дБ) і залежить від швидкості пересування, типу сидіння та системи, що амортизує, ступеня зношеності рухомого складу та покриття доріг, виконуваного технологічного процесу [1]. З аналітичного огляду літератури з питань дослідження фізіологічного стану водіїв колісних тракторів різних фірм встановлено, що коливання із частотою до 3...5 Гц спричиняють реакції вестибулярного апарату. При роботі на сільськогосподарських транспортних засобах водії стикаються з фізичними (шум, вібрація (високо- та низькочастотна)), хімічними (хімічні речовини у повітрі, вихлопні газы), біологічними (спори, мікроорганізми) та іншими видами впливів.

Потужність трактора та швидкість руху постійно збільшуються, що призводить до зростання динамічного навантаження деталей шасі та трансмісії та підвищення рівня вібрації, що створюється цими деталями. Вібраційні навантаження негативно впливають на деталі та вузли трактора, навколишнє середовище та водія. Це призводить до підвищеної стомлюваності водія та збільшення кількості помилок керування, які впливають на продуктивність трактора. За тривалого впливу вібрацій професійні захворювання водія розвиваються досить часто. Тому в сучасних тракторах велика увага приділяється захисту водія від шумів та вібрацій, створюваних двигуном, шасі та робочими машинами, за допомогою різних рам, підвісок кабіни та сидінь.

### *Список літератури:*

*1. Гігієна праці: підручник (ВНЗ IV р. а.) / Ю.І. Кундієв, О.П. Яворовський, А.М. Шевченко та ін.; за ред. Ю.І. Кундієва, О.П. Яворовського. Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина», 2011. – 904 с.*

---



## **НЕУСТАЛЕНИЙ РУХ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО ПОЇЗДА**

Наукова гіпотеза полягала у розробці наукових засад процесу динамічної взаємодії трактора та причепа, що передбачає використання параметрів тягово-зчіпного пристрою зі зміною якісних та кількісних їх показників, спрямованих на покращення експлуатаційних властивостей та паливної економічності тракторно-транспортного поїзду.

Неусталеним рухом прийнято називати рух тракторно-транспортного поїзду на певних ділянках дороги зі змінною швидкістю. Неусталений рух є невід'ємною частиною, наочним проявом динамічної взаємодії зчіпних мас тракторно-транспортного поїзду в процесі його експлуатації. Він супроводжується постійною зміною швидкісних і навантажувальних режимів у складових ланках транспортних поїздів, яскраво вираженою нерівномірністю опору їх пересування.

Невстановлений характер навантаження призводить до передчасного виникнення тягово-зчіпних та швидкісних бар'єрів, збільшення питомої витрати палива, різкого погіршення умов праці оператора. Неусталений рух ТТП обумовлений дорожньо-кліматичними, експлуатаційними та конструктивними особливостями.

Досвід експлуатації тракторних поїздів та матеріали відомих досліджень [1] показують, що зростання нерівномірності опору на пересування транспортного поїзду є однією з основних причин, що обмежують швидкість руху, вантажопідйомність та корисне завантаження двигуна.

### *Список літератури:*

*1. Зінько Р.В. Основи конструктивного синтезу та динаміка спеціальних автомобілів і технологічних машин: монографія / Р.В. Зінько, Л.В. Крайник, О.З. Горбай. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2019. 344 с.*

## **ПРУЖНОДЕМПФУЮЧІ ЗВ'ЯЗКИ У СИСТЕМІ АМОРТИЗАЦІЇ ТЯГОВО-ЗЧІПНОГО З'ЄДНАННЯ ПРИЧЕПА ТА ТЯГАЧА**

Численні дослідження в галузі динаміки транспортних агрегатів спонукали дослідників до розробки та створення великої кількості варіантів тягово-зчіпних пристроїв, робота яких спрямована на покращення одного чи кількох експлуатаційних показників [1. с. 310].

Різноманітність конструкцій тягово-зчіпних пристроїв ґрунтується на широкому виборі матеріалів та систем.

Гумові буфери, як найбільш простий елемент тягово-зчіпного пристрою, мають несуттєву деформацію, як при малих так і при великих навантаженнях. Вони прості у виготовленні, але на їхню працездатність істотно впливає температура навколишнього середовища.

Пружинні тягово-зчіпні пристрої прості у виготовленні, надійні, мають суттєву деформацію при високих навантаженнях. Крок та діаметр навивки пружин мають широкий діапазон. При їх виготовленні можуть використовуватись різні матеріали.

Пневматичні тягово-зчіпні пристрої, у порівнянні з пружинними тягово-зчіпними пристроями та гумовими буферами, мають переваги. Вони мають низьку матеріаломісткість і широкий діапазон деформації, а також можливість сприймати великі навантаження при регулюванні жорсткості. Але поряд з перевагами дані пристрої мають і недоліки. Пневматичні тягово-зчіпні пристрої на відміну від інших не завжди прості у виготовленні, мають порівняно невисоку надійність у роботі та зручність в обслуговуванні при експлуатації.

### *Список літератури:*

1. Ovsyannikov S., Kalinin E., Koliesnik I. *Oscillation process of multi-support machines when driving over irregularities. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2020, С. 307–317.*

---

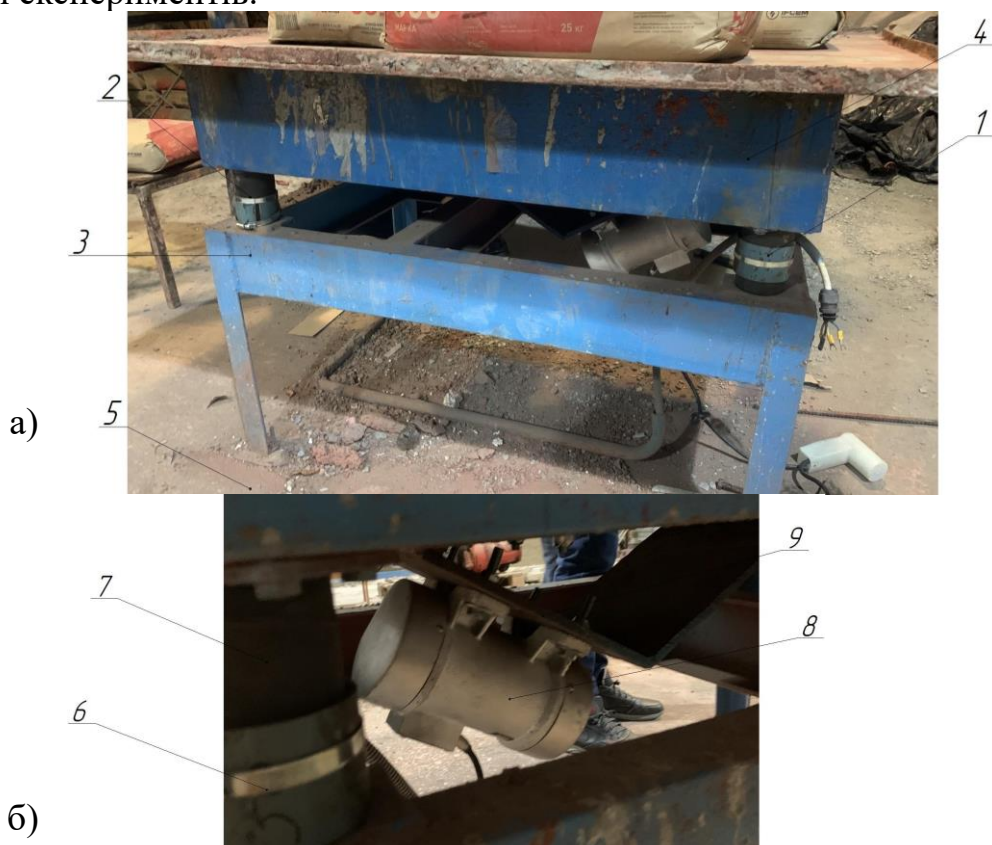
*Нестеренко Микола Миколайович, к.т.н., доцент,  
Склярченко Тарас Олександрович, к.т.н., доцент,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
Дьяченко Олександр Сергійович, к.т.н., доцент  
Київський національний університет будівництва і архітектури*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ**

Для проведення досліджень була задіяна вібраційна установка для формування плоских залізобетонних виробів. (Рис 1)

Конструкція вібраційної установки дозволяє змінювати кут нахилу вібробуджувача та за допомогою металевих обмежувачів регулювати жорсткість пружних гумотканинних опор.

Вимірювання фактичних режимів вібрації виконувалось шляхом безпосередніх замірів у контрольних точках (рис.2 ) відповідно до плану проведення експериментів.



*Рисунок 1 – Експериментально-дослідна установка:*

*а) загальний вигляд установки; б) віброблок; 1,2,7-гумотканинна віброопора, 3- станина віброблоку, 4- вібростіл, 5- фундамент, 6-обмежувач віброопор, 8-дебалансний вібробуджувач колових коливань, 9- зварна конструкція виконана під кутом*

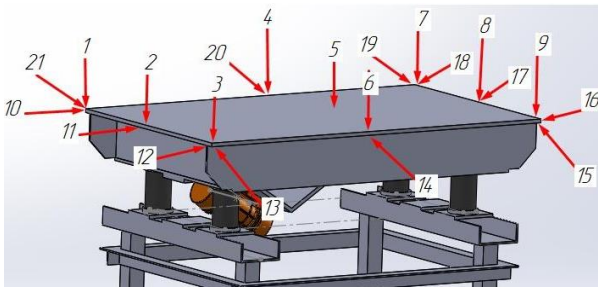


Рисунок 2 – Схема розміщення контрольних точок

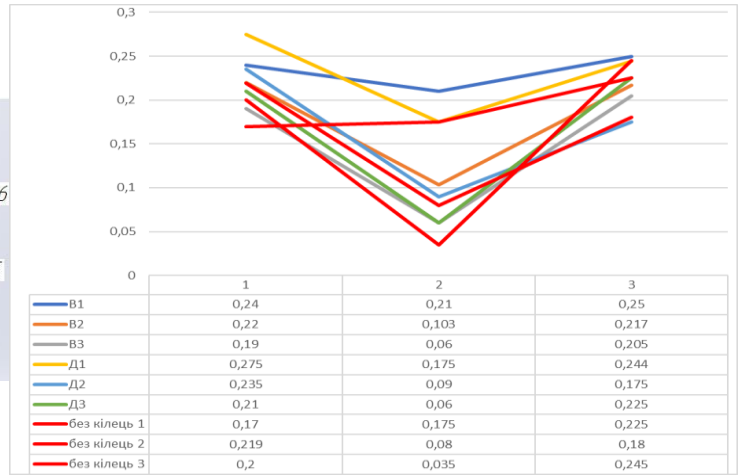


Рисунок 3 – Зображені залежності розподілу амплітуд вібропереміщень залежно від встановлених обмежувальних кілець в точках 1-9

Проведення вимірювань проводилися за допомогою приладу віброметр AR63A (GM63A) він призначений для вимірювання всіх видів вібрації механічного обладнання.

Експериментальні дослідження проводилися за п'ятифакторним експериментом другого порядку й оброблялися за методами математичної статистики.

На рисунках 3-5 показано результати вимірювань в залежності від місця встановлення обмежувального кільця віброопори. Вимірювання проводились в точках 1-9. В дослідях В1, В2, В3, кільця встановлені по правій стороні.

В дослідях Д1, Д2, Д3, кільця встановлені по лівій стороні.

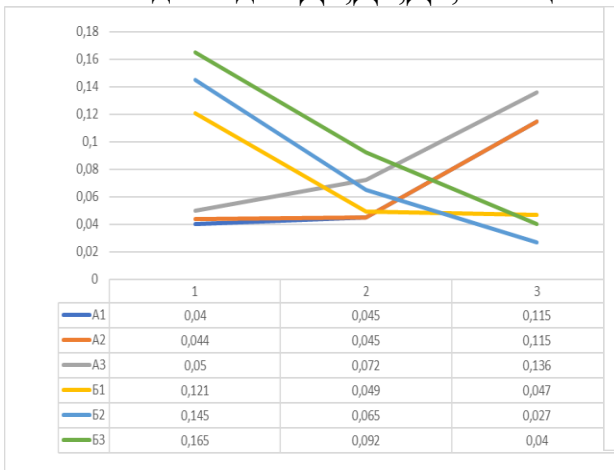


Рисунок 4 – Зображені залежності розподілу амплітуд вібропереміщень залежно від встановлених обмежувальних кілець в точках 13-15 та 19-21.

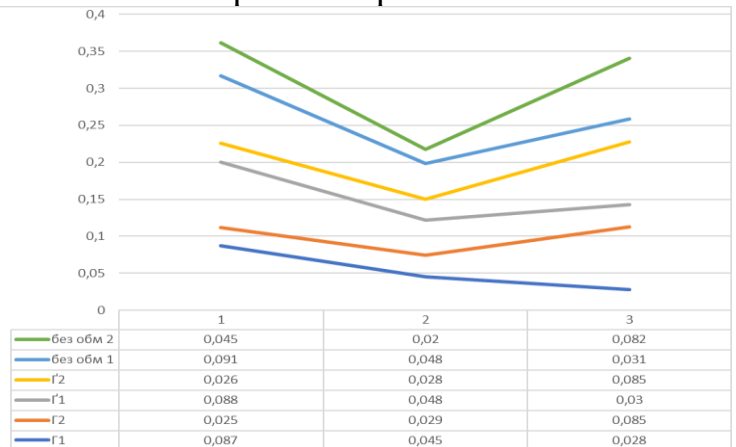


Рисунок 5 – Зображені залежності розподілу амплітуд вібропереміщень залежно від встановлених обмежувальних кілець в точках 10-12 та 16-18.

## ЗМІСТ

<i>І.І. Назаренко, А.В. Запривода, А.Є. Бондаренко</i> <i>Динаміка двомасних віброуцільнюючих машин</i>	4
<i>В.В. Блажко, А.І. Аніщенко, М.М. Горбань</i> <i>Пристрій екстренної евакуації людини з багатопверхових будівель в умовах виникнення надзвичайних ситуацій</i>	7
<i>В.В. Блажко, А.І. Аніщенко, М.М. Горбань</i> <i>Визначення умов масштабного переходу від дослідних зразків машин до створення промислових бетонозмішувачів, які працюють у каскадному режимі</i>	9
<i>В.В. Блажко, А.І. Аніщенко, М.М. Горбань</i> <i>Комплект обладнання для умов будівельного майданчика</i>	11
<i>Б.О. Коробко, Ю.Ю. Коротич</i> <i>Характер зміни амплітуди віброколивань при застосуванні важільного закріплення віброзбуджувача</i>	13
<i>С.В. Воронін, О.С. Харківський, К.С. Суханік</i> <i>Пристрій для підвищення ресурсу дизельних двигунів самохідних машин в експлуатаційних умовах</i>	16
<i>Б.О. Коробко, В.О. Бережний</i> <i>Бетононасоси для подачі бетонної суміші на будівництві та перспективи розвитку їх конструкцій</i>	18
<i>О.Ю. Крот, Ю.О. Кузуб, О.А. Крючков, М.М. Кушка, О.Р. Мирошніченко</i> <i>Розробка обладнання для експериментального визначення коефіцієнта динамічності лебідки</i>	19
<i>О.Ю. Крот, Ю.О. Кузуб, О.А. Крючков, О.В. Пуховой</i> <i>Можлива схема та математична модель вібровалкового активатора</i>	22
<i>О.Ю. Крот, С.В. Загорулько, Р.І. Левченко</i> <i>Розробка обладнання для визначення часу пуску електричного двигуна технологічного обладнання</i>	25
<i>О.В. Орисенко, А.В. Шокало, Д.О. Сідан</i> <i>Математичне моделювання процесу подачі бетонної суміші в зону друку будівельним 3D-принтером</i>	28
<i>Л.К. Поліщук, А.В. Слабкий</i> <i>Віброопора з пружним елементом високої жорсткості</i>	31
<i>О.П. Шека, А.М. Яковенко</i> <i>Експериментальні дослідження вібраційної опори зі змінною жорсткістю</i>	33
<i>М.В. Шаповал, А.І. Криворот, Ю.М. Тікан</i> <i>Підвищення параметрів ущільнення револьверного преса за рахунок модернізації його привода</i>	35
<i>М.В. Шаповал, В.В. Вірченко, В.Г. Михайлик</i> <i>Доцільність використання гідропривода у розчинонасосах одинарної дії</i>	38

---

<i>М.В. Шаповал, А.І. Криворот, М.С. Бабенко</i> <i>Конструктивні особливості вертикального вакуум-преса для формування раструбних каналізаційних труб</i>	41
<i>Л.К. Поліщук, В.Й. Шенфельд</i> <i>Гідропривід конвеєра технологічної лінії подрібнення щебню</i>	44
<i>Г.А. Крутіков, М.Г. Стрижаск</i> <i>Дослідження приводів з превалюючим інерційним навантаженням при роботі з пневмоприводом</i>	47
<i>О.П. Дедов</i> <i>Дослідження вібраційних конструкцій з просторовим характером руху</i>	48
<i>Р.Ю. Рудик, В.В. Вірченко, Р.Ю. Сальніков, С.С. Біданець</i> <i>Дослідження робочих процесів обладнання для приготування будівельних сумішей</i>	50
<i>Р.Ю. Сальніков, В.В. Вірченко, Р.Ю. Рудик</i> <i>Підвищення ефективності роботи гвинтового вузла для перекачування будівельних розчинів</i>	51
<i>D.Hlushkova, V. Saenko</i> <i>Increased durability of turbine blades</i>	53
<i>В.Ю. Байдала, Д.Б. Глушкова</i> <i>Вплив лазерної обробки на структуру та властивості поршневих кілець</i>	55
<i>Б.О. Коробко, С.М. Жигилій, М.М. Нестеренко, Д.Ю. Бугров</i> <i>Застосування віброзмішувача з керованим механічним збуджувачем кутових коливань для підготовки поверхонь декоративних елементів галтовочним методом</i>	58
<i>В. Слюсар</i> <i>Методика визначення енергії на ущільнення бетонної суміші</i>	60
<i>І.Є. Санкин</i> <i>Дослідження впливу технологічного навантаження на робочі параметри вібромайданчика</i>	62
<i>О.С. Васильєв, В.П. Кулай</i> <i>Змішувач для приготування пінобетонної суміші</i>	63
<i>Є.А. Васильєв, Р.А. Леднік,</i> <i>Аналіз траєкторії руху суміші спец сопел хопер-ковша</i>	65
<i>Є.А. Васильєв, С.В. Кондак</i> <i>Портативний малогабаритний розчинозмішувач</i>	68
<i>О.І. Лактіонов</i> <i>Процес використання моделей машинного навчання для прогнозування стану машинобудівельної техніки</i>	70
<i>М.М. Нестеренко, М.В. Лук'янець</i> <i>Програмування лабораторного будівельного 3D принтера на основі ARDUINO</i>	72
<i>А.І. Криворот, О.В. Орисенко, М.В. Шаповал, В.В. Вірченко</i> <i>Експериментальне дослідження процесу отримання водню шляхом</i>	

---

<i>електролізу</i>	74
<i>А.І. Криворот, О.В. Орисенко, В.В. Вірченко, М.В. Шаповал</i>	
<i>Аналіз чинників, що впливають на змащувальні властивості моторної оливи</i>	77
<i>І.А. Rogozin, Д.С. Красун, К.О. Васильєв</i>	
<i>Обґрунтування раціональної періодичності технічних обслуговувань двигунів автомобілів залежно від їх температури експлуатації</i>	79
<i>І.А. Rogozin, А.Р. Черевко, С.О. Московець</i>	
<i>Дослідження коливальних характеристик колісного рушія з диском, що має внутрішній пружний елемент</i>	81
<i>О.С. Васильєв, М.О. Скорик, М.В. Пилипенко</i>	
<i>Підвищення безпеки експлуатації автомобілів за рахунок постійного контролю залишкової товщини фрикційних накладок гальмівних колодок</i>	83
<i>В.О. Коваленко, О.О. Коваленко, В.В. Стрижак</i>	
<i>Рух механізму повороту стрілового крану при мінімізації тривалості робочого циклу</i>	86
<i>В.О. Трущенко</i>	
<i>Паркування на місці за допомогою технології E-CORNER</i>	88
<i>М.М. Нестеренко, О.І. Панфілов, М.О. Пирлик, В.В. Ведмідь</i>	
<i>Оцінка та аналіз конструкцій і параметрів вібраційних привантажувача для доуцілювання бетонних сумішей</i>	90
<i>Є.І. Калінін, Д.С. Лемішко</i>	
<i>Двигуни JOHN DEERE з технологією TIER</i>	92
<i>Є.І. Калінін, І.В. Колеснік</i>	
<i>Моделювання руху тракторно-транспортного поїзда</i>	93
<i>Д.С. Лемішко</i>	
<i>Створення ефективно працюючих систем CR</i>	94
<i>Ю.І. Колеснік</i>	
<i>Вплив нестійкості руху тракторного поїзда на величину сили опору руху</i>	95
<i>Ю.І. Колеснік</i>	
<i>Вплив вібрації на робоче місце оператора колісного трактора</i>	96
<i>І.В. Колеснік</i>	
<i>Неусталений рух тракторно-транспортного поїзда</i>	97
<i>І.В. Колеснік</i>	
<i>Пружнодемпфуючі зв'язки у системі амортизації тягово-зчіпного з'єднання причепа та тягача</i>	98
<i>М.М. Нестеренко, Т.О. Скляренко, О.С. Дьяченко</i>	
<i>Дослідження робочих параметрів вібраційної установки</i>	99

---

---



НАУКОВО-НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

---

**Матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної конференції «Створення, експлуатація і ремонт автомобільного транспорту та будівельної техніки» (11 травня 2023 р. м. Полтава) Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**

Видається відповідно до рішення вченої ради Навчально-наукового інституту інформаційних технологій та робототехніки Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» від 31.05.2023 р., протокол № 11.

Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Матеріали друкуються в авторській редакції  
Художній редактор *М.М. Нестеренко*  
Технічний редактор *М.М. Нестеренко*

Макет виготовлено на кафедрі галузевого машинобудування та мехатроніки Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Формат А5. Папір ксероксний.  
Друк лазерний. Тираж 30 прим.

---

Кафедра галузевого машинобудування та мехатроніки,  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» Першотравневий проспект, буд 24,  
36000, м. Полтава, Україна