

В. С. Ловейкін¹, К. І. Почка²¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ),² Київський національний університет будівництва і архітектури (м. Київ)

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ В ЕЛЕМЕНТАХ РОЛИКОВИХ ФОРМУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК З РІЗНИМИ ПРИВОДНИМИ МЕХАНІЗМАМИ

© Ловейкін В. С., Почка К. І., 2015

Для роликів формувальних установок з кривошипно-повзунним приводом на один формувальний візок, рекупераційним приводом на два формувальні візки, енергетично врівноваженим приводом на три формувальні візки та врівноваженим приводом на чотири формувальні візки визначено навантаження в їх елементах та встановлено характер їх зміни протягом циклу руху, а також визначено значення потужності, необхідної для забезпечення процесу формування.

Ключові слова: роликові формувальні установки, навантаження.

For roller forming installations with the crank-ram drive on one forming cart, the recuperation drive on two forming carts, energetically balanced drive on three forming carts and the balanced drive on four forming carts defined loadings in their elements and nature of their change throughout a motion cycle is established, and also value of the power necessary for ensuring process of formation is defined.

Key words: roller forming installations, loadings.

Постановка проблеми. В установках роликового формування залізобетонних виробів під час їхньої роботи виникають значні динамічні навантаження в елементах приводного механізму та в елементах формувальних візків [1–6]. Незважаючи на доволі широке дослідження технологічного процесу формування залізобетонних виробів безвібраційним роликівим методом [1–3], до цих пір не було досліджено динаміку руху формувального візка та її вплив на процес формування. Мало приділялось уваги зусиллям, що виникають в елементах приводного механізму та формувального візка.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У наявних теоретичних та експериментальних дослідженнях машин роликового формування залізобетонних виробів обґрунтовано їхні конструктивні параметри та продуктивність [1–3]. До того ж недостатньо уваги приділено дослідженню діючим динамічним навантаженням та режимам руху, що значною мірою впливає на роботу установки та на якість готової продукції. Для підвищення продуктивності роботи з одночасним зниженням енерговитрат на забезпечення технологічного процесу ущільнення бетонної суміші та розвантаження приводного механізму було розроблено удосконалені конструкції приводних механізмів роликівих формувальних установок [7–11].

На рис. 1 наведено роликову формувальну установку з рекупераційним приводом, яка складається з двох спарених візків [7], що приводяться в зворотно-поступальний рух від єдиного приводу, до складу якого входять два кривошипно-повзунні механізми, кривошипи яких жорстко закріплені на одному приводному валу і зміщені між собою на кут $\pi/2$. Установка вміщує два пристрої, що розташовані по різні боки відносно приводного вала. Кожний із пристроїв вміщує змонтовані на порталах 9 та 10 формувальні візки 1 та 2, які здійснюють зворотно-поступальний рух у напрямних. Візок 1 складається з подавального бункера 11 та із співвісних секцій

укочувальних роликів 12, встановлених у горизонтально-рухомій рамі 8 з розподільчим бункером. Таку саму конструкцію має і другий формувальний візок. Візки 1 та 2 з розподільчими бункерами приводяться в зворотно-поступальний рух за допомогою єдиного приводу, виконаного у вигляді кривошипно-повзунного механізму. Кривошипи 3 та 4 жорстко закріплені на приводному валу 5, зміщені між собою на кут $\pi/2$ та з'єднані з шатунами 6 і 7, а шатуни своєю чергою з'єднані з візками відповідно 1 і 2.

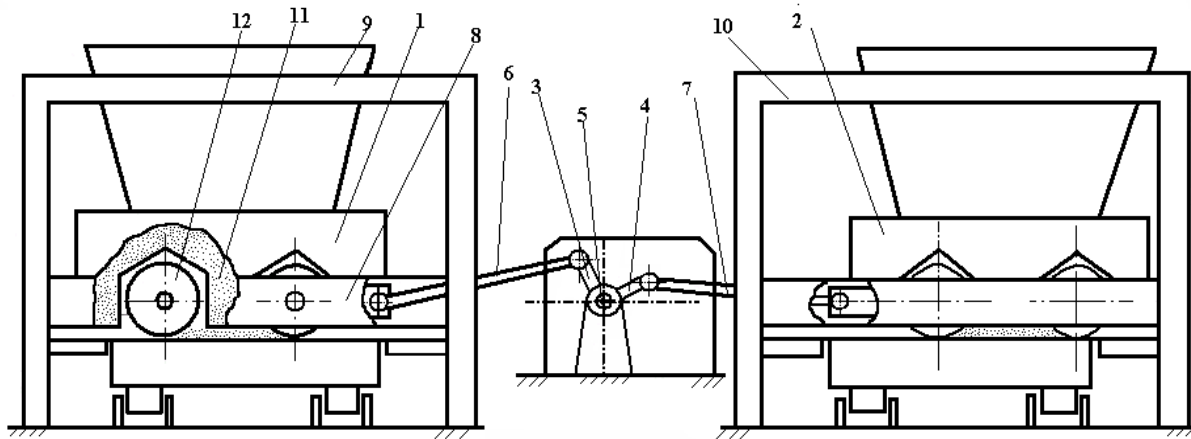


Рис. 1. Роликова формувальна установка з рекупераційним приводом

Така конструкція формувальної установки дозволяє передавати енергію від одного візка, який здійснює процес гальмування, до другого, який в цей момент здійснює розгін. Для забезпечення ущільнення залізобетонних виробів на одній технологічній лінії запропонована конструкція установки [8] з розташуванням формувальних візків паралельно між собою з одного боку приводного вала з використанням вказаного вище приводного механізму (рис. 2, а). На рис. 2, б зображена кінематична схема роликової формувальної установки з рекупераційним приводом для формування залізобетонних виробів на одній технологічній лінії. На цій кінематичній схемі r – радіус кривошипів 5 та 6; l – довжина шатунів 3 та 4; φ – кутова координата положення кривошипа першого візка; $\Delta\varphi$ – кут зміщення одного кривошипа відносно другого; x_1 та x_2 – координати центрів мас візків відповідно 1 та 2; β_1 та β_2 – кутові координати, що визначають положення шатунів першого та другого візків відносно горизонталі.

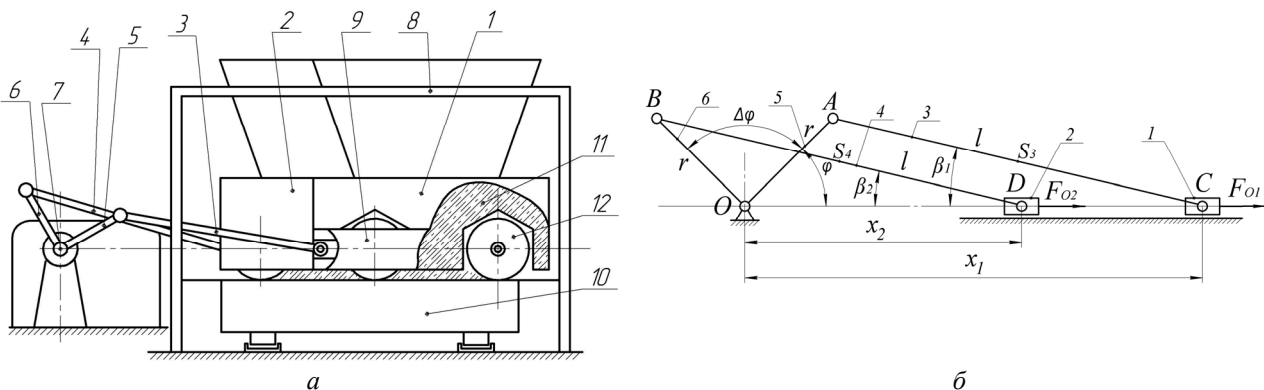


Рис. 2. Роликова формувальна установка з рекупераційним приводом для формування залізобетонних виробів на одній технологічній лінії (а) та її кінематична схема (б)

На рис. 3, а показана роликова формувальна установка з енергетично врівноваженим приводом, яка складається з нерухомого порталу та трьох формувальних візків, що виконані з

можливістю приведення в зворотно-поступальний рух від спільного привода з трьома кривошипно-повзунними механізмами, кривошипи яких жорстко закріплені на одному приводному валу і зміщені один відносно іншого на кут $\Delta\varphi=120^0$ [9]. Всі формувальні пристрої розташовані паралельно між собою з одного боку приводного вала для забезпечення ущільнення бетонної суміші на одній технологічній лінії. На рис. 3, б показано кінематичну схему роликів формувальної установки з енергетично врівноваженим приводом.

На рис. 4, а наведена роликів формувальна установка з врівноваженим приводом, яка складається з нерухомого порталу та чотирьох формувальних візків, що виконані з можливістю приведення в зворотно-поступальний рух від спільного привода з чотирма кривошипно-повзунними механізмами, кривошипи яких жорстко закріплені на одному приводному валу і зміщені один відносно іншого на кут $\Delta\varphi=90^0$ [10, 11]. Всі формувальні пристрої розташовані паралельно між собою з одного боку приводного вала для забезпечення ущільнення бетонної суміші на одній технологічній лінії. На рис. 4, б показано кінематичну схему роликів формувальної установки з врівноваженим приводом.

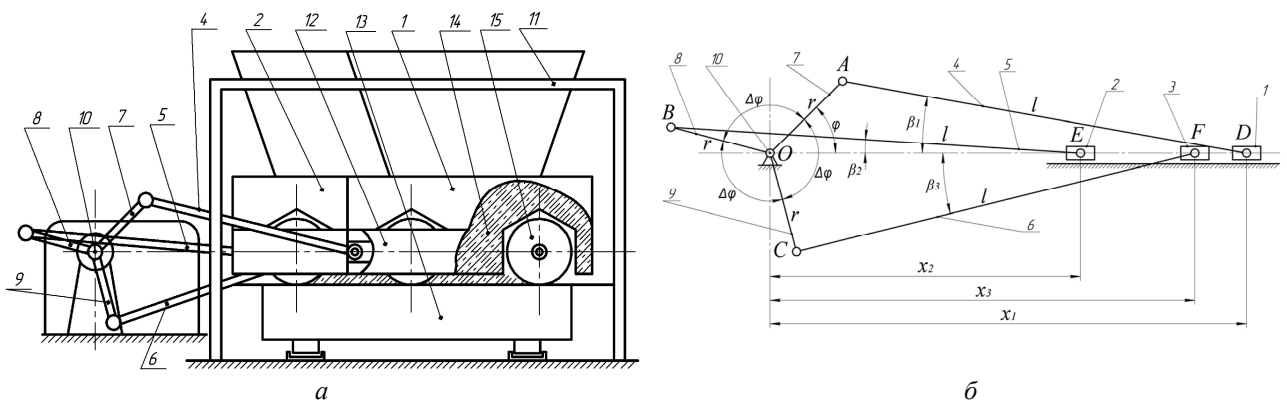


Рис. 3. Роликів формувальна установка з енергетично врівноваженим приводом (а) та її кінематична схема (б)

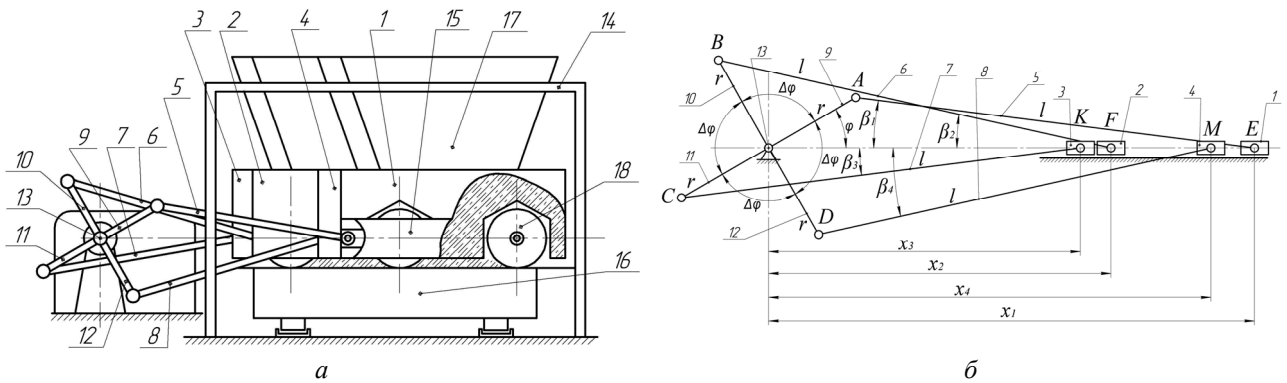


Рис. 4. Роликів формувальна установка з врівноваженим приводом (а) та її кінематична схема (б)

У роботі [12] було визначено навантаження в елементах роликів формувальних установок, однак це було зроблено для установки з кривошипно-повзунним приводом на один формувальний візок. Тому актуальною є задача визначення навантажень в елементах роликів формувальних установок з різними приводами з подальшим аналізом отриманих результатів.

Метою роботи є аналіз дослідження навантажень в елементах роликів формувальних установок з різними приводними механізмами та встановлення характеру їх зміни протягом циклу руху, а також визначення значення потужності, необхідної для забезпечення процесу формування кожної з описаних вище установок.

Виклад основного матеріалу дослідження. У таких установках під час їх роботи виникають навантаження в елементах приводного механізму та в елементах формувального візка. Для роликів формувальної установки з рекуперативним приводом складено розрахункову схему навантажень на один із формувальних візків (рис. 5, а) та на приводний механізм (рис. 5, б), визначені геометричні параметри та місця прикладання відповідних навантажень. На інший формувальний візок діють аналогічні навантаження, що відповідають його положенню.

На розрахунковій схемі навантажень на формувальний візок (рис. 5, а) 1 – шатун, 2 – формувальний візок, 3 – укочувальчі ролики, 4 – напрямні ролики, 5 – напрямні руху формувального візка.

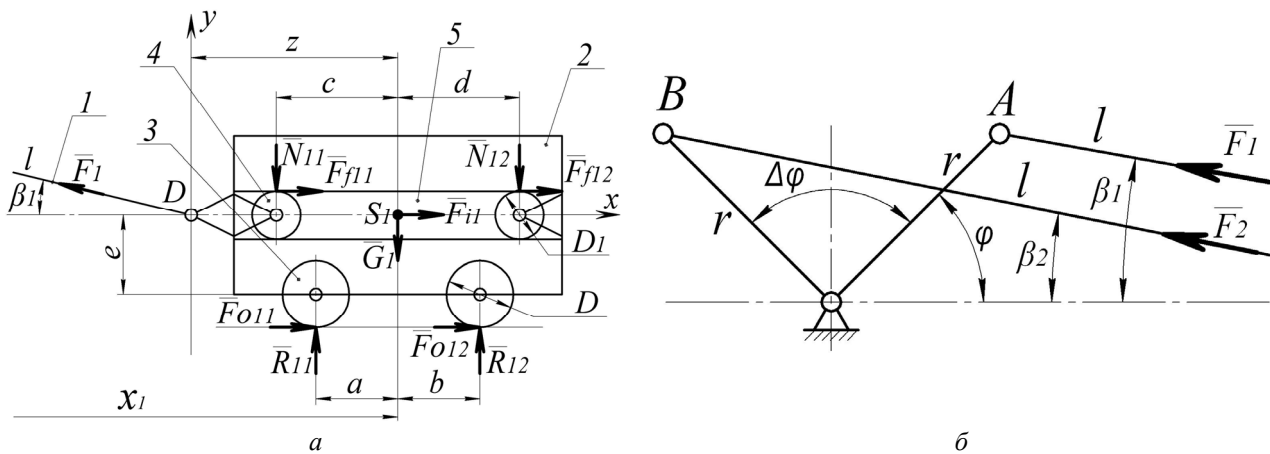


Рис. 5. Розрахункова схема навантажень на формувальний візок (а) та на приводний механізм (б) установки з рекуперативним приводом

Для установки складено рівняння кінестатичної рівноваги формувальних візків 1 та 2. Спроектувавши всі сили на осі x і y та взявши суму моментів усіх сил відносно центрів мас формувальних візків, отримано:
для першого формувального візка:

$$\begin{cases} \sum X = -F_1 \cdot \cos \beta_1 + F_{O11} + F_{O12} + F_{f11} + F_{f12} + F_{i1} = 0; \\ \sum Y = F_1 \cdot \sin \beta_1 + R_{11} + R_{12} - G_1 - N_{11} - N_{12} = 0; \\ \sum M_{S1} = -R_{11} \cdot a + F_{O11} \cdot \left(e + \frac{D}{2}\right) + R_{12} \cdot b + F_{O12} \cdot \left(e + \frac{D}{2}\right) + \\ + N_{11} \cdot c - F_{f11} \cdot \frac{D_1}{2} - N_{12} \cdot d - F_{f12} \cdot \frac{D_1}{2} - F_1 \cdot z \cdot \sin \beta_1 = 0; \end{cases} \quad (1)$$

для другого формувального візка:

$$\begin{cases} \sum X = -F_2 \cdot \cos \beta_2 + F_{O21} + F_{O22} + F_{f21} + F_{f22} + F_{i2} = 0; \\ \sum Y = F_2 \cdot \sin \beta_2 + R_{21} + R_{22} - G_2 - N_{21} - N_{22} = 0; \\ \sum M_{S2} = -R_{21} \cdot a + F_{O21} \cdot \left(e + \frac{D}{2}\right) + R_{22} \cdot b + F_{O22} \cdot \left(e + \frac{D}{2}\right) + \\ + N_{21} \cdot c - F_{f21} \cdot \frac{D_1}{2} - N_{22} \cdot d - F_{f22} \cdot \frac{D_1}{2} - F_2 \cdot z \cdot \sin \beta_2 = 0. \end{cases} \quad (2)$$

де F_1 та F_2 – зусилля в шатунах, яке необхідне для приведення в зворотно-поступальний рух формувальних візків; β_1 та β_2 – кутові координати, які визначають положення шатунів відносно горизонталі; F_{O11} , F_{O12} , F_{O21} та F_{O22} – зусилля взаємодії ролика з бетонною сумішшю; R_{11} , R_{12} , R_{21} та R_{22} – вертикальні сили взаємодії ролика з бетонною сумішшю; N_{11} , N_{12} , N_{21} та N_{22} –

нормальні реакції напрямних руху формувальних візків на напрямні ролики; $F_{f11} = N_{11} \cdot f_{np}$, $F_{f12} = N_{12} \cdot f_{np}$, $F_{f21} = N_{21} \cdot f_{np}$ та $F_{f22} = N_{22} \cdot f_{np}$ – сили тертя напрямних роликів по напрямних руху формувальних візків; f_{np} – коефіцієнт тертя напрямних роликів по напрямних руху формувальних візків; F_{i1} та F_{i2} – сили інерції формувальних візків; G_1 та G_2 – сили тяжіння формувальних візків; a , b , c , d , e , z – геометричні розміри формувального візка; D – діаметр укочувальних роликів; D_1 – діаметр напрямних роликів.

Розв'язавши складені системи рівнянь (1) та (2) відносно F_1 , F_2 , N_{11} , N_{12} , N_{21} та N_{22} , отримано залежності для визначення зусилля в шатунах та нормальних реакцій напрямних руху формувальних візків на напрямні ролики залежно від кута повороту кривошипа:

$$N_{11} = F_1 \cdot \sin \beta_1 + R_{11} + R_{12} - G_1 - N_{12};$$

$$N_{12} = \frac{-R_{11} \cdot a + (F_{O11} + F_{O12}) \cdot \left(e + \frac{D}{2}\right) + R_{12} \cdot b + (F_1 \cdot \sin \beta_1 + R_{11} + R_{12} - G_1) \cdot \left(c - f_{np} \cdot \frac{D_1}{2}\right) - F_1 \cdot z \cdot \sin \beta_1}{(d + c)}; \quad (3)$$

$$N_{21} = F_2 \cdot \sin \beta_2 + R_{21} + R_{22} - G_2 - N_{22};$$

$$N_{22} = \frac{-R_{21} \cdot a + (F_{O21} + F_{O22}) \cdot \left(e + \frac{D}{2}\right) + R_{22} \cdot b + (F_2 \cdot \sin \beta_2 + R_{21} + R_{22} - G_2) \cdot \left(c - f_{np} \cdot \frac{D_1}{2}\right) - F_2 \cdot z \cdot \sin \beta_2}{(d + c)}; \quad (4)$$

$$F_1 = \frac{F_{O11} + F_{O12} + (R_{11} + R_{12} - G_1) \cdot f_{np} + F_{i1}}{\cos \beta_1 - \sin \beta_1 \cdot f_{np}}; \quad F_2 = \frac{F_{O21} + F_{O22} + (R_{21} + R_{22} - G_2) \cdot f_{np} + F_{i2}}{\cos \beta_2 - \sin \beta_2 \cdot f_{np}}. \quad (5)$$

Користуючись геометричними характеристиками приводного механізму, отримано вирази для визначення кутових координат положення шатунів відносно горизонталі:

$$\beta_1 = \arcsin\left(\frac{r}{l} \cdot \sin \varphi\right); \quad \beta_2 = \arcsin\left(\frac{r}{l} \cdot \sin(\varphi + \Delta\varphi)\right), \quad (6)$$

де r – радіус кривошипів; φ – кутова координата кривошипа першого формувального візка; $\Delta\varphi$ – кут зміщення кривошипів.

Сили інерції формувальних візків визначені за виразами [13]:

$$F_{i1} = -m_1 \cdot \ddot{x}_1; \quad F_{i2} = -m_2 \cdot \ddot{x}_2, \quad (7)$$

де m_1 та m_2 – маси відповідно першого та другого формувальних візків (маси формувальних візків $m_1 = m_2 = m$); \ddot{x}_1 та \ddot{x}_2 – функції зміни лінійного прискорення формувальних візків.

Функції зміни лінійного прискорення першого та другого формувальних візків роликової формувальної установки з рекупераційним приводом розраховані за методикою, наведеною в роботах [4, 13].

Для роликової формувальної установки з параметрами: радіус кривошипа – $r = 0,2 м$; довжина шатуна – $l = 0,8 м$; кутова швидкість обертання кривошипів $\omega = \dot{\varphi} = 10,5 рад/с$; сила опору – $F_0 = 3562 Н$, яка необхідна на переміщення формувального візка з двома укочувальними роликами радіусом $R = 0,11 м$ для формування виробів висотою – $h_0 = 0,22 м$; шириною – $B = 1,164 м$; тип суміші, що ущільнюється – дрібнозерниста суміш; вологість бетонної суміші – $W = 10 \%$; потрібна щільність виробу – $k_{yщ} = 0,98$; всі інші геометричні та експлуатаційні показники: $G_1 = G_2 = 10000 Н$; $F_{O11} = F_{O12} = F_{O21} = F_{O22} = 7962 Н$; $R_{11} = R_{12} = R_{21} = R_{22} = 9740 Н$; $m_1 = m_2 = m = 1000 кг$; $f_{np} = 0$; $D = 0,22 м$; $D_1 = 0,046 м$; $a = 0,27 м$; $b = 0,27 м$; $c = 0,37 м$; $d = 0,37 м$; $e = 0,1 м$ та $z = 0,65 м$ [3].

Підставивши всі отримані дані в рівняння (3)–(5), побудовано графіки зміни зусиль у шатунах F_1 та F_2 (рис. 6) і нормальних реакцій N_{11} , N_{12} , N_{21} та N_{22} (рис. 7) напрямних руху

формувальних візків на напрямні ролики залежно від кута повороту кривошипа роликової формувальної установки з рекуперативним приводом.

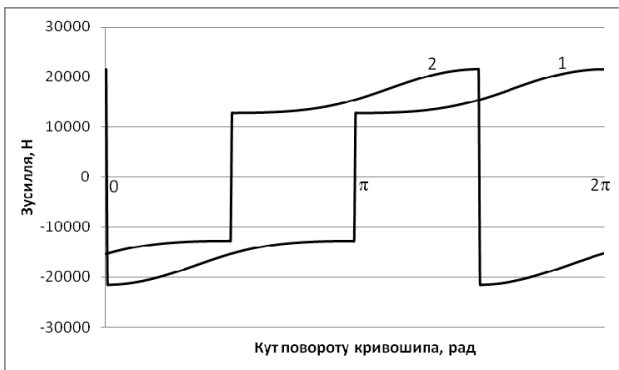


Рис. 6. Графіки зміни зусиль у шатунах $F_1 - 1$ та $F_2 - 2$ залежно від кута повороту кривошипа

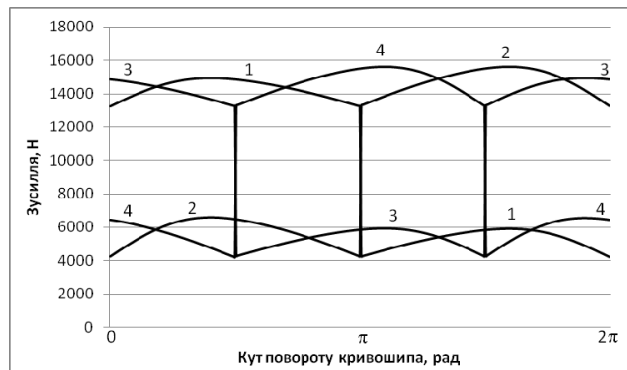


Рис. 7. Графіки зміни зусиль $N_{11} - 1$, $N_{12} - 2$, $N_{21} - 3$ та $N_{22} - 4$ залежно від кута повороту кривошипа

Аналізуючи графіки на рис. 6 та 7, можемо побачити, що шатуни під час першої частини циклу працюють на розтягування, а під час другої частини – на стиснення; напрямні ролики сприймають навантаження від напрямних руху формувальних візків, але під час першої частини циклу навантаження на перший напрямний ролик значно більше ніж на другий, а під час другої частини циклу – навпаки. Ця нерівномірність спричинена значною величиною зусилля взаємодії робочого органа з бетонною сумішшю.

Використавши функції зміни зусиль у шатунах, отримано залежності для визначення необхідного крутного моменту на приводному валу для кожного з візків:

$$M_{кр1} = F_1 \cdot r \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - (\varphi + \beta_1)\right); M_{кр2} = F_2 \cdot r \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - (\varphi + \Delta\varphi + \beta_2)\right). \quad (8)$$

Значення крутного моменту на приводному валу дало змогу визначити функцію зміни потужності, необхідної для здійснення процесу формування для кожного з візків:

$$P_1 = M_{кр1} \cdot \omega; P_2 = M_{кр2} \cdot \omega \quad (9)$$

та її сумарного значення

$$P_{сум} = P_1 + P_2. \quad (10)$$

Для цієї установки з раніше наведеними параметрами побудовано графіки зміни потужностей, необхідних для забезпечення процесу формування для першого візка – 1, другого візка – 2, та її сумарного значення – 3 залежно від кута повороту кривошипа (рис. 8).

Аналіз цих графіків показує, що максимальне значення потужності, необхідної для забезпечення процесу формування кожним формувальним візком становить $P_{1\max} = 8045,6 \text{ Вт}$. При цьому середнє значення цієї потужності протягом циклу роботи установки для кожного візка має значення $P_{1\text{сер}} = 4738,8 \text{ Вт}$. Максимальне значення сумарної потужності установки, необхідної для забезпечення процесу формування, становить

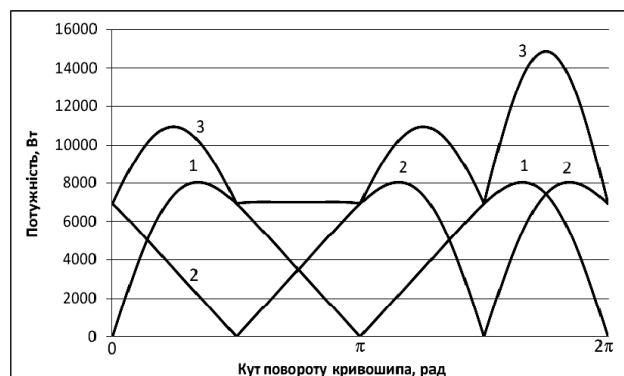


Рис. 8. Графіки зміни потужностей, необхідних для забезпечення процесу формування для першого – 1, другого – 2 візків та сумарної потужності – 3 залежно від кута повороту кривошипа установки з рекуперативним приводом

$P_{сум\max} = 14873,2 \text{ Вт}$, а середнє значення цієї потужності протягом циклу роботи установки має значення $P_{сум\text{сер}} = 9496,9 \text{ Вт}$. З наведеного вище можна зробити висновок, що у разі застосування рекуперативного приводу на два

формувальні візки середнє значення сумарної потужності на кожний формувальний візок становить $P_{к\text{сер}} = 4748,45 \text{ Вт}$, що майже дорівнює значенню $P_{1\text{сер}}$, а максимальне значення сумарної потужності на кожний формувальний візок становить $P_{к\text{max}} = 7436,6 \text{ Вт}$, що в 1,082 рази менше порівняно з $P_{1\text{max}}$.

За описаною вище методикою за аналогією з виразами (3)–(5) отримано функції зміни зусиль у шатунах та нормальних реакцій напрямних руху формувальних візків на напрямні ролики залежно від кута повороту кривошипа для роликових формувальних установок з енергетично врівноваженим приводом на три формувальні візки та установки з врівноваженим приводом на чотири формувальні візки. Ці зусилля в шатунах та нормальні реакції напрямних руху формувальних візків на напрямні ролики аналогічні, до тих, що зображені на рис. 6 та 7.

За аналогією з виразами (8)–(10) отримано функції зміни необхідних крутних моментів на приводному валу для кожного з формувальних візків; потужності, необхідної для здійснення процесу формування для кожного з візків, та сумарної потужності для роликових формувальних установок з енергетично врівноваженим приводом на три формувальні візки та установки з врівноваженим приводом на чотири формувальні візки. Графіки зміни потужностей для кожного із візків та сумарної потужності вказаних установок зображені на рис. 9 та 10.

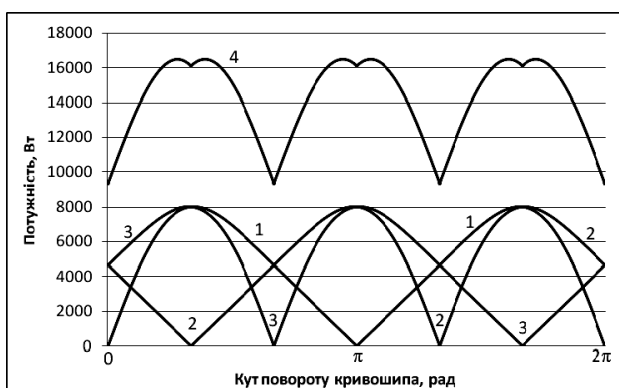


Рис. 9. Графіки зміни потужностей, необхідних для забезпечення процесу формування для першого – 1, другого – 2, третього – 3 візків і сумарної потужності – 4 залежно від кута повороту кривошипа установки з енергетично врівноваженим приводом

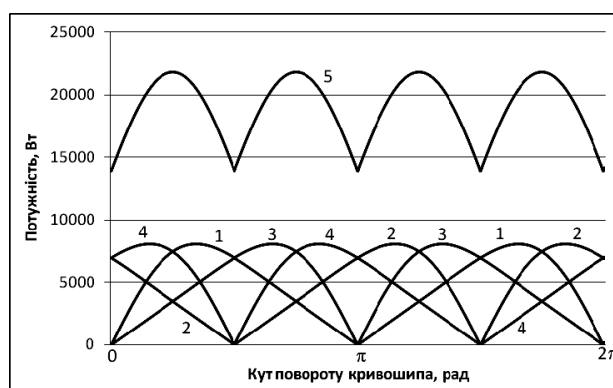


Рис. 10. Графіки зміни потужностей, необхідних для забезпечення процесу формування для першого – 1, другого – 2, третього – 3, четвертого – 4 візків і сумарної потужності – 5 залежно від кута повороту кривошипа установки з врівноваженим приводом

Аналіз цих графіків показує, що максимальне значення потужності, необхідної для забезпечення процесу формування кожним формувальним візком та її середнє значення протягом циклу роботи установки, як і в установці з рекуперативним приводом, становить $P_{1\text{max}} = 8045,6 \text{ Вт}$ та $P_{1\text{сер}} = 4738,8 \text{ Вт}$. При цьому для установки з енергетично врівноваженим приводом на три формувальні візки максимальне значення сумарної потужності установки, необхідної для забезпечення процесу формування, становить $P_{\text{сум max}} = 16462,1 \text{ Вт}$, а середнє значення цієї потужності протягом циклу роботи установки має значення $P_{\text{сум сер}} = 14242,4 \text{ Вт}$. Тобто при застосуванні енергетично врівноваженого приводу на три формувальні візки середнє значення сумарної потужності на кожний формувальний візок становить $P_{к\text{сер}} = 4747,5 \text{ Вт}$, а максимальне значення сумарної потужності на кожний формувальний візок становить $P_{к\text{max}} = 5487,4 \text{ Вт}$, що в 1,466 рази менше порівняно з $P_{1\text{max}}$.

Для установки з врівноваженим приводом на чотири формувальні візки максимальне значення сумарної потужності установки, необхідної для забезпечення процесу формування,

становить $P_{\text{сум max}} = 21872,2 \text{ Вт}$, а середнє значення цієї потужності протягом циклу роботи установки має значення $P_{\text{сум сер}} = 18993,8 \text{ Вт}$. Тобто при застосуванні врівноваженого приводу на чотири формувальні візки середнє значення сумарної потужності на кожний формувальний візок становить $P_{\text{к сер}} = 4748,45 \text{ Вт}$, а максимальнє значення сумарної потужності на кожний формувальний візок становить $P_{\text{к max}} = 5468,05 \text{ Вт}$, що в 1,471 разу менше порівняно з $P_{\text{I max}}$.

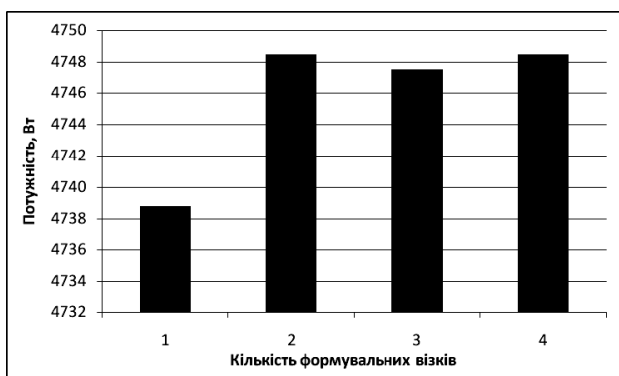
Отримані результати розрахунків середнього $P_{\text{к сер}}$ та максимального $P_{\text{к max}}$ значень сумарної потужності на кожний формувальний візок установок з кривошипно-повзунним приводом на один формувальний візок, рекупераційним приводом на два візки, енергетично врівноваженим приводом на три візки та врівноваженим приводом на чотири формувальні візки наведені в таблиці.

На основі даних таблиці побудовано графіки зміни середнього та максимального значень сумарної потужності на кожний формувальний візок залежно від кількості формувальних візків в установці, тобто від виду приводного механізму (рис. 11).

Результати розрахунків

	Установка з кількістю візків*			
	1	2	3	4
$P_{\text{к сер}}$	4738,8	4748,45	4747,5	4748,45
$P_{\text{к max}}$	8045,6	7436,6	5487,4	5468,05

*Кількість візків в установці: 1 – установка з кривошипно-повзунним приводом на один візок; 2 – установка з рекупераційним приводом на два візки; 3 – установка з енергетично врівноваженим приводом на три візки; 4 – установка з врівноваженим приводом на чотири візки.



а



б

Рис. 11. Графіки зміни середнього (а) та максимального (б) значень сумарної потужності на кожний формувальний візок залежно від кількості візків в установці (від виду приводу)

Аналіз даних таблиці та графіків на рис. 11 показує, що мінімум середнього значення сумарної потужності на кожний формувальний візок спостерігається в установці з кривошипно-повзунним приводом на один формувальний візок, а мінімум максимального значення сумарної потужності на кожний формувальний візок спостерігається в установці з врівноваженим приводом на чотири формувальні візки.

Висновки. 1. У результаті проведених досліджень визначено навантаження в елементах роликкових формувальних установок з кривошипно-повзунним приводом на один формувальний візок, рекупераційним приводом на два формувальні візки, енергетично врівноваженим приводом на три формувальні візки та врівноваженим приводом на чотири формувальні візки і встановлено характер їх зміни протягом циклу руху.

2. Визначено значення потужності, необхідної для забезпечення процесу формування кожним формувальним візком, та їх сумарне значення для кожної установки.

3. Встановлено, що мінімум максимального значення сумарної потужності на кожний формувальний візок спостерігається в установці з врівноваженим приводом на чотири формувальні візки.

4. Результати роботи можуть в подальшому бути корисними для уточнення та удосконалення існуючих інженерних методів силового розрахунку машин роликowego формування і на стадіях проектування/конструювання, і в режимах реальної експлуатації.

1. Гарнець В. М. Прогресивні бетоноформуючі агрегати і комплекси / В. М. Гарнець. – К.: Будівельник, 1991. – 144 с. 2. Кузин В. Н. Технология роликowego формования плоских изделий из мелкозернистых бетонов: Автореф. дис. ... канд. наук / В. Н. Кузин. – М., 1981. – 20 с. 3. Рюшин В. Т. Исследование рабочего процесса и разработка методики расчета машин роликowego формования бетонных смесей. Дисс. ... канд. техн. наук / В. Т. Рюшин. – К., 1986. – 212 с. 4. Ловейкін В. С. Динамічний аналіз роликовой формовочної установки з рекупераційним приводом / В. С. Ловейкін, К. І. Почка // Динаміка, міцність і надійність сільськогосподарських машин: Пр. І-ї Міжнародної науково-технічної конференції (DSR AM - I), 4-7 жовтня 2004 р., Тернопіль (Україна) – С. 507–514. 5. Ловейкін В. С. Результати експериментальних досліджень режимів руху роликовой формувальної установки з рекупераційним приводом. / В. С. Ловейкін, К. І. Почка // Вісник Харківського національного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – Харків, 2007. – № 59, Том 1. – С. 465-474. 6. Ловейкін В. С. Визначення оптимального значення кута зміщення кривошипів роликовой формувальної установки з рекупераційним приводом. / В. С. Ловейкін, К. І. Почка // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2007. – № 41. – С. 127–134. 7. Патент України на винахід № 67091 А. Установа для формування виробів з бетонних сумішей / Ловейкін В. С., Гарнець В. М., Почка К. І. – № u2003076371 заявл. 08.07.2003; опубл. 15.06.2004, Бюл. № 6. 8. Патент України на винахід № 70523 А. Установа для формування виробів з бетонних сумішей / Ловейкін В. С., Гарнець В. М., Почка К. І. – № u20031110814 заявл. 28.11.2003; опубл. 15.10.2004, Бюл. № 10. 9. Патент 50032 U Україна, МКВ В28В13/00 / Установа для формування виробів з бетонних сумішей / Ловейкін В. С., Почка К. І. – № u 200911443 заявл. 10.11.2009; опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10. 10. Патент 32838 U Україна, МКВ В28В13/00 / Установа для формування виробів з бетонних сумішей / Ловейкін В. С., Ярошенко В. Ф., Почка К. І. – № u 20041108955 заявл. 02.11.2004; опубл. 10.06.2008, Бюл. № 11. 11. Патент 7884 U Україна, МКВ В28В13/02 / Установа для формування виробів з бетонних сумішей / Ловейкін В. С., Ярошенко В. Ф., Почка К. І., Бичевський В. М. – № u 20041209993 заявл. 06.12.2004; опубл. 15.07.2005, Бюл. № 7. 12. Ловейкін В. С. Визначення навантажень в елементах роликowych формувальних установок. / В. С. Ловейкін, К. І. Почка // Збірник наукових праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 88 – С. 15–20. 13. Ловейкін В. С. Сильовий аналіз роликовой формовочної установки з рекупераційним приводом. / В. С. Ловейкін, К. І. Почка // Техніка будівництва, К., 2003. – Вип. 14 – С. 27–37.