

*О.Г. Маслов, д.т.н., профессор
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
М.П. Нестеренко, к.т.н., доцент
Т.О. Склярєнко, ст. викладач
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ ВІБРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ БЕТОННИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО БУДІВНИЦТВА У РЕЖИМІ ХОЛОСТОГО ХОДУ

Проведено дослідження коливань вібраційної установки для формування поребриків у режимі холостого ходу.

***Ключові слова:** віброзбуджувач, віброплощадка, дебаланс, форма, математична модель, просторові коливання, пружна опора, бетонна суміш.*

*А.Г. Маслов, д.т.н., профессор
Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
Н.П. Нестеренко, к.т.н., доцент
Т.А. Склярєнко, ст. преподаватель
Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ВИБРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РЕЖИМЕ ХОЛОСТОГО ХОДА

Проведено исследование колебаний вибрационной установки для формирования поребриков в режиме холостого хода.

***Ключевые слова:** вибровозбудитель, виброплощадка, дебаланс, форма, математическая модель, пространственные колебания, упругая опора, бетонная смесь.*

*Maslov A.H., D.Sc. in Engineering, professor
Mychail Ostrogradskiy National University of Kremenchuh
Nesterenko M.P., Ph. D.
Sklyarenko T.O., senior lecturer
Poltava National Technical Uriy Kondratyuk University*

ANALYTICAL RESEARCHES OF VIBRATIONS OF VIBRATION SETTING FOR FORMING OF CONCRETE WARES FOR ROAD BUILDING IN MODE OF IDLING

Research of vibrations of the vibration setting is conducted for forming of borders in the mode of idling.

***Keywords:** form, vibroexciter, vibration platform, mathematical model, spatial oscillations, unbalans, resilient support, cement concrete mixture.*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. У дорожньому будівництві поребрики та бордюри широко використовуються при спорудженні доріг, тротуарів, пішохідних доріжок тощо, проте якість їхнього виготовлення часто буває низькою. При виробництві поребриків та бордюрів для їхнього ущільнення часто використовують віброплощадки з низькочастотними просторовими коливаннями, які збуджуються одинарним

віброзбуджувачем кругових коливань із вертикальним дебалансним валом [1 – 4]. Вертикальні складові амплітуд вібропереміщень, які значною мірою визначають технологічну ефективність обладнання, розподіляються по горизонтальній поверхні форми нерівномірно, зростаючи від мінімального значення в середній частині до максимального по краях [5 – 11]. Нахил осі дебалансного вала відносно вертикалі забезпечує підвищення технологічної ефективності формування виробів за рахунок більш рівномірного розподілу амплітуд вібропереміщень точок по поверхні робочого органа.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання цієї проблеми. У роботах [12 – 14] проведено аналіз існуючого віброформувального обладнання, визначено переваги, недоліки й принципові відмінності конструкцій цього устаткування та запропонована установка для формування поребриків і бордюрів із використанням оригінальних вузлів [15 – 16].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. На характер руху рухомої рами віброплощадки і форми та ефективність вібраційного формування бетонних виробів впливають маса рухомих частин установки, жорсткість пружних опор, частота й амплітуда вимушуючих сил віброзбуджувача коливань, координати розташування віброзбуджувача відносно центру тяжіння установки, фізико-механічні характеристики суміші і товщина оброблюваного шару.

До основних параметрів і показників ефективності роботи вібраційної установки для формування бетонних виробів, що підлягають визначенню в процесі теоретичних досліджень, відносять таке:

- маса і момент інерції рухомих частин віброплощадки разом із віброзбуджувачем крутильних коливань;
- зсув центру тяжіння рухомих частин віброплощадки й віброзбуджувача коливань;
- жорсткість пружних амортизаторів;
- частота й амплітуда вимушених коливань рухомої рами;
- амплітуда моменту вимушуючих сил віброзбуджувача крутильних коливань;
- закони руху рухомих частин віброплощадки;
- продуктивність;
- потужність приводу.

Оскільки частота й амплітуда вимушених коливань рухомих частин віброплощадки є технологічними параметрами, тобто параметрами, що істотно впливають на якість формованого бетонного виробу, то в процесі теоретичних досліджень слід визначити раціональні параметри, закон і області сталого руху рухомої рами і форми, що забезпечують отримання необхідного технологічного режиму. Для цього спочатку проведемо аналітичні дослідження холостого режиму роботи віброплощадки (тобто без врахування впливу бетонної суміші) в припущенні, що рухома рама та форма є абсолютно жорсткими тілами, і що завдяки пружним опорам вібраційна дія від рухомої рами не передається опорній рамі.

Метою цієї роботи є дослідження коливань вібраційної установки для формування поребриків у режимі холостого ходу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для визначення характеру руху рухомих частин віброплощадки розглянемо її розрахункову схему (рис. 1) при роботі без навантаження, тобто в режимі холостого ходу. Переміщення елементів цієї динамічної системи під дією віброзбуджувача кругових коливань можна представити у вигляді прямолінійних коливань у напрямку координатних осей X , Y , Z і кутових коливань відносно цих же координатних осей. При цьому рух рухомої рами разом із формою можна описати такою системою рівнянь (1 – 6):

- переміщення по вертикалі у напрямку координатної осі Z :

$$m \frac{d^2 z_1}{dt^2} + b_1 \frac{dz_1}{dt} + c_1 z_1 = Q_z \sin \omega t ; \quad (1)$$

– переміщення по горизонталі у напрямку координатної осі Y:

$$m \frac{d^2 y_1}{dt^2} + b_2 \frac{dy_1}{dt} + c_2 y_1 = Q_y \sin \omega t ; \quad (2)$$

– переміщення по горизонталі у напрямку координатної осі X:

$$m \frac{d^2 x_1}{dt^2} + b_3 \frac{dx_1}{dt} + c_3 x_1 = Q \cos \omega t ; \quad (3)$$

– кутове переміщення відносно координатної осі X:

$$J_x \frac{d^2 \psi_x}{dt^2} + n_1 \frac{d\psi_x}{dt} + k_1 \psi_x = (Q_z R_y + Q_y R_z) \sin \omega t ; \quad (4)$$

– кутове переміщення відносно координатної осі Y:

$$J_y \frac{d^2 \psi_y}{dt^2} + n_2 \frac{d\psi_y}{dt} + k_2 \psi_y = Q R_z \cos \omega t ; \quad (5)$$

– кутове переміщення відносно координатної осі Z:

$$J_z \frac{d^2 \psi_z}{dt^2} + n_3 \frac{d\psi_z}{dt} + k_3 \psi_z = Q R_y \cos \omega t , \quad (6)$$

де m – маса частини віброплощинки, що коливається;

Q – амплітуда вимушуючої сили вібробудувача кругових коливань;

Q_z – вертикальна складова амплітуди вимушуючої сили вібробудувача кругових коливань $Q_z = Q \cos \alpha$;

α – кут нахилу опорної підвісаторної плити;

Q_y – вертикальна складова амплітуди вимушуючої сили вібробудувача кругових коливань $Q_y = Q \sin \alpha$;

x_1, y_1, z_1 – лінійні переміщення рухомої рами в напрямку координатних осей X, Y і Z під дією гармонійних вимушуючих сил $Q \cos \omega t, Q_y \sin \omega t$ і $Q_z \sin \omega t$ відповідно;

X, Y і Z – координатні осі, що проходять через центр тяжіння рухомої частини віброплощинки, що коливається;

c_1, c_2 – жорсткість амортизаторів у напрямку координатних осей відповідно Z та Y ;

b_1, b_2 – коефіцієнт непружного опору амортизаторів у напрямку координатних осей відповідно Z та Y ;

ψ_x, ψ_y, ψ_z – кутові переміщення рухомої рами відносно координатних осей відповідно X, Y та Z ;

J_x, J_y і J_z – моменти інерції рухомої частини віброплощинки, що коливається, відносно координатних осей відповідно X, Y та Z ;

k_1 і n_1 – коефіцієнти пружної жорсткості і непружного опору амортизаторів при кутових переміщеннях системи, що коливається, відносно координатної осі X

$$k_1 = 0,5c_1 e_1 ; \quad n_1 = 0,5b_1 e_1 , \quad (7)$$

де k_2 і n_2 – коефіцієнти пружної жорсткості і непружного опору амортизаторів при кутових переміщеннях системи, що коливається, відносно координатної осі Y .

$$k_2 = 0,5c_2e_2; \quad n_2 = 0,5b_2e_2, \quad (8)$$

де k_3 і n_3 – коефіцієнти крутильної жорсткості і непружного опору при скручуванні амортизаторів відносно координатної осі Z ,

$$k_3 = 0,5c_3\sqrt{e_1^2 + e_2^2}; \quad n_3 = 0,5b_3\sqrt{e_1^2 + e_2^2}, \quad (9)$$

де e_1 і e_2 – відстані між амортизаторами відповідно в поздовжньому і поперечному напрямках;

R_y і R_z – відстані від центру ваги рухомої частини цієї динамічної системи, що коливається, до центру прикладення вимушуючих сил вібробуджувача кругових коливань відповідно у напрямку координат Y і Z ;

ω – кутова частота вимушених коливань вібробуджувача коливань.

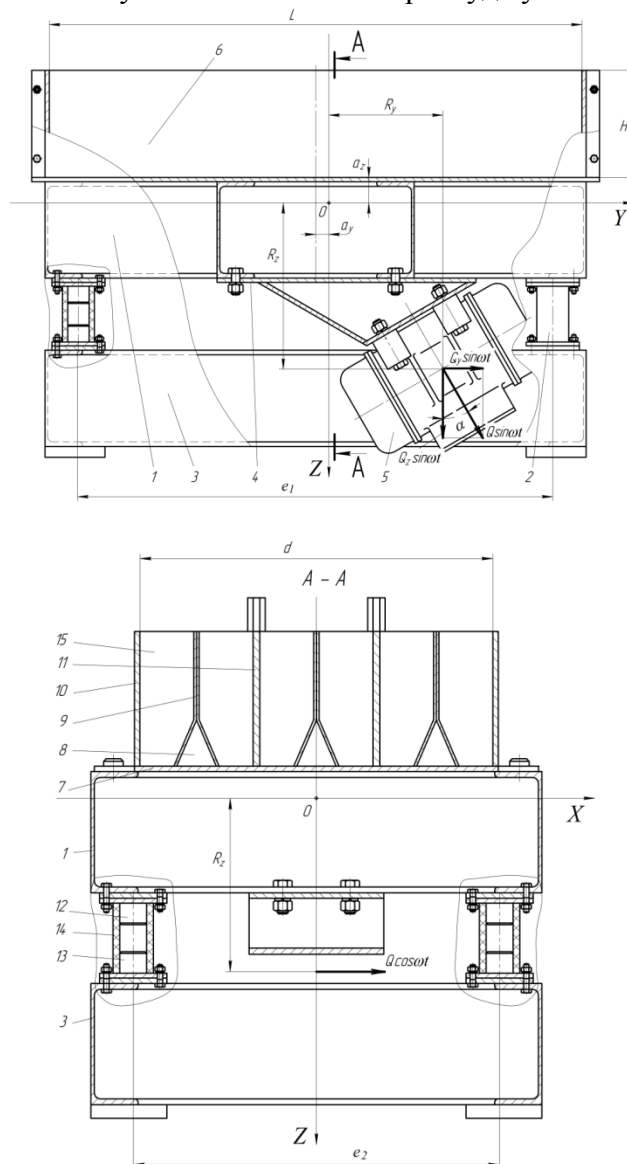


Рисунок 1 – Розрахункова схема вібраційної установки для формування бетонних виробів: 1 – рухома рама; 2 – пружні амортизатори; 3 – опорна рама; 4 – підвібраторна плита; 5 – вібробуджувач кругових коливань; 6 – багатосекційна форма; 7 – днище форми; 8 – поперечні борти форми; 9 – профільні вставки форми; 10 – поздовжні зйомні борти; 11 – зйомні вставки; 12, 13 – пружні опори; 14 – пружний елемент опори

Розв'язання отриманої системи рівнянь (1...6) для стаціонарних коливань, що описують встановлений рух цієї динамічної системи в режимі холостого ходу, можна представити в такому вигляді (10 – 15)

$$z_1(t) = A_1 \sin(\omega t - \varphi_1); \quad (10)$$

$$y_1(t) = A_2 \sin(\omega t - \varphi_2); \quad (11)$$

$$x_1(t) = A_3 \cos(\omega t + \varphi_3); \quad (12)$$

$$\psi_x(t) = \Psi_x \sin(\omega t - \xi_1); \quad (13)$$

$$\psi_y(t) = \Psi_y \cos(\omega t + \xi_2); \quad (14)$$

$$\psi_z(t) = \Psi_z \cos(\omega t + \xi_3), \quad (15)$$

де A_1, A_2, A_3 – амплітуди гармонійних коливань у напрямку координатних осей Z, Y і X відповідно;

Ψ_x, Ψ_y, Ψ_z – амплітуди кутових (крутильних) гармонійних коливань відносно координатних осей X, Y і Z відповідно;

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ – кути зсуву фаз між амплітудами вимушуючих сил і амплітудами вимушених коливань;

ξ_1, ξ_2, ξ_3 – кути зсуву фаз між амплітудами моментів вимушуючих сил і амплітудами кутових вимушених коливань

$$A_1 = \frac{Q \cos \alpha}{m \sqrt{(p_{01}^2 - \omega^2)^2 + 4\delta_1^2 \omega^2}}; \quad (16)$$

$$A_2 = \frac{Q \sin \alpha}{m \sqrt{(p_{02}^2 - \omega^2)^2 + 4\delta_2^2 \omega^2}}; \quad (17)$$

$$A_3 = \frac{Q}{m \sqrt{(p_{03}^2 - \omega^2)^2 + 4\delta_3^2 \omega^2}}; \quad (18)$$

$$\Psi_x = \frac{Q(R_y \cos \alpha + R_z \sin \alpha)}{J_x \sqrt{(p_{011}^2 - \omega^2)^2 + 4\delta_{11}^2 \omega^2}}; \quad (19)$$

$$\Psi_y = \frac{QR_z}{J_y \sqrt{(p_{021}^2 - \omega^2)^2 + 4\delta_{21}^2 \omega^2}}; \quad (20)$$

$$\Psi_z = \frac{QR_y}{J_z \sqrt{(p_{031}^2 - \omega^2)^2 + 4\delta_{31}^2 \omega^2}}; \quad (21)$$

$$p_{01} = \sqrt{\frac{c_1}{m}}; \quad \delta_1 = \frac{b_1}{2m}; \quad (22)$$

$$p_{02} = \sqrt{\frac{c_2}{m}}; \quad \delta_2 = \frac{b_2}{2m}; \quad (23)$$

$$p_{03} = \sqrt{\frac{c_3}{m}}; \quad \delta_3 = \frac{b_3}{2m}; \quad (24)$$

$$p_{011} = \sqrt{\frac{k_1}{J_x}}; \quad \delta_{11} = \frac{n_1}{2J_x}; \quad (25)$$

$$p_{021} = \sqrt{\frac{k_2}{J_y}}; \quad \delta_{21} = \frac{n_2}{2J_y}; \quad (26)$$

$$p_{031} = \sqrt{\frac{k_3}{J_z}}; \quad \delta_{31} = \frac{n_3}{2J_z}; \quad (27)$$

$$\varphi_1 = \operatorname{arctg} \frac{2\delta_1\omega}{p_{01}^2 - \omega^2}; \quad (28)$$

$$\varphi_2 = \operatorname{arctg} \frac{2\delta_2\omega}{p_{02}^2 - \omega^2}; \quad (29)$$

$$\varphi_3 = \operatorname{arctg} \frac{2\delta_3\omega}{p_{03}^2 - \omega^2}; \quad (30)$$

$$\xi_1 = \operatorname{arctg} \frac{2\delta_{11}\omega}{p_{011}^2 - \omega^2}; \quad (31)$$

$$\xi_2 = \operatorname{arctg} \frac{2\delta_{21}\omega}{p_{021}^2 - \omega^2}; \quad (32)$$

$$\xi_3 = \operatorname{arctg} \frac{2\delta_{31}\omega}{p_{031}^2 - \omega^2}. \quad (33)$$

Використовуючи отримані рішення (10...33) системи рівнянь (1... 6) цієї динамічної системи, послідовно визначимо закони руху днища, поперечних і поздовжніх бортів, знімних і жорстко прикріплених до поперечних бортів вставок форми у вертикальному і горизонтальному напрямках, що істотно впливають на ефективність формування бетонних виробів.

Закон руху днища форми, що контактує з ущільнюваною бетонною сумішшю у вертикальному напрямку, можна описати таким рівнянням

$$\begin{aligned} Z_d(y, x, t) = z_1(t) + y\psi_x(t) + x\psi_y(t) = A_1 \sin(\omega t - \varphi_1) + \\ + y\Psi_x \sin(\omega t - \xi_1) + x\Psi_y \cos(\omega t + \xi_2) \quad \text{при } -(0,5L + a_y) \leq y \leq 0,5L - a_y \\ \text{і при } -0,5d \leq x \leq 0,5d, \end{aligned} \quad (34)$$

де $Z_d(y, x, t)$ – переміщення днища форми віброплощадки у вертикальному напрямку;

y і x – координати днища форми віброплощадки у напрямку координатних осей Y і X ;

a_y – відстань від середини днища форми до центру мас рухомої частини динамічної системи віброплощадки у напрямку координати Y .

При переміщенні днища форми у вертикальному напрямку в бетонній суміші створюється вертикальне нормальне напруження.

Закон руху днища форми, що контактує з ущільнюваною бетонною сумішшю в горизонтальному напрямку по координаті Y , можна описати таким рівнянням

$$Y_d(t) = y_1(t) - a_z \psi_x(t) = A_2 \sin(\omega t - \varphi_2) - a_z \Psi_x \sin(\omega t - \xi_1), \quad (35)$$

де $Y_d(t)$ – переміщення днища форми віброплощадки в горизонтальному напрямку по координаті Y ;

a_z – відстань від координатної осі Y до центру мас рухомої частини динамічної системи віброплощадки.

Закон руху днища форми, що контактує з ущільнюваною бетонною сумішшю в горизонтальному напрямку по координаті X , можна описати таким рівнянням

$$X_d(t) = x_1(t) - a_z \psi_y(t) + y \psi_z(t) = A_3 \cos(\omega t + \varphi_3) - a_z \Psi_y \cos(\omega t + \xi_2) + y \Psi_z \cos(\omega t + \xi_3)$$

$$\text{при } -(0,5L + a_y) \leq y \leq 0,5L - a_y. \quad (36)$$

При формуванні малогабаритних виробів істотно впливають на процес ущільнення бетонних сумішей стінки бортів і вставок, які створюють в ущільнюваній суміші додаткові нормальні і дотичні напруження, підвищуючи тим самим ефективність ущільнення.

Закон руху поздовжніх стінок і вставок форми, що контактують з ущільнюваною бетонною сумішшю в горизонтальному напрямку по координаті X , можна описати таким рівнянням

$$\begin{aligned} X_{pr}(t) &= x_1(t) + z \psi_y(t) + y \psi_z(t) = \\ &= A_3 \cos(\omega t + \varphi_3) + z \Psi_y \cos(\omega t + \xi_2) + y \Psi_z \cos(\omega t + \xi_3) \end{aligned}$$

$$\text{при } -(0,5L + a_y) \leq y \leq 0,5L - a_y \text{ і при } -(a_z + H) \leq z \leq -a_z, \quad (37)$$

де H – висота форми.

Закон руху поперечних стінок форми, що контактують з ущільнюваною бетонною сумішшю в горизонтальному напрямку по координаті Y можна описати таким рівнянням

$$Y_{pop}(t) = y_1(t) + z \psi_x(t) = A_2 \sin(\omega t - \varphi_2) + z \Psi_x \sin(\omega t - \xi_1)$$

$$\text{при } -(a_z + H) \leq z \leq -a_z. \quad (38)$$

Висновки:

1. Аналіз отриманих викладок показує, що рухома рама віброплощадки разом із формою в процесі роботи здійснює складні просторові коливання, покликані забезпечувати ефективне формування бетонних сумішей.

2. На підставі проведених теоретичних досліджень було розроблено вібраційну установку, призначену для одночасного формування шести поребриків з розмірами $L \times B \times H = 1000 \times 80 \times 200$ мм. Її основні параметри: маса рухомої (віброуючої) частини віброплощадки – 218,2 кг; момент інерції відносно координатної осі Z – $J_z = 315,4$ Нм²; момент інерції відносно координатної осі X – $J_x = 262,2$ Нм²; момент інерції відносно координатної Y – $J_y = 146,9$ Нм²; $a_z = 4,79$ см, $a_y = 2,5$ см. Ці параметри рухомої частини віброплощадки визначалися відомими з теоретичної механіки методами. Жорсткість пружних амортизаторів у вертикальному напрямку було прийнято рівною $c_1 = 784,8$ кН/м (800 кг/см). Коефіцієнт непружного опору амортизаторів у вертикальному напрямку $b_1 = 25,1$ кН · с / м (25,6 кг · с / см). Жорсткість і коефіцієнт непружного опору амортизаторів у горизонтальному напрямку $c_2 = c_3 = 0,45 c_1$ і $b_2 = b_3 = 0,4 b_1$. Як віброзбудувач коливань використовувався вібратор ИВ – 99.

3. Отримані рівняння (1 – 33) і (34 – 38) дозволяють установити закон руху всіх поверхонь внутрішньої поверхні форми, що взаємодіють із бетонною сумішшю, і в першому наближенні визначити основні параметри запропонованого вібраційного обладнання. Уточнені параметри запропонованої вібраційної установки можна визначити, дослідивши коливання цієї динамічної системи під навантаженням, тобто в робочому режимі при формуванні бетонного виробу.

Література

1. Олехнович, К.А. Потребительские качества современных виброплощадок / К.А. Олехнович., Ю.И. Виноградов., Н.П. Нестеренко // Строительные и дорожные машины. – 1991. – №8. – С.14 – 16.
2. Маслов, А.Г. Вибрационные машины и процессы в дорожном строительстве / А.Г. Маслов, В.М. Пономарь – К.: Будівельник, 1985. – 128 с.
3. Назаренко, І. І. Вібраційні машини і процеси будівельної індустрії: навчальний посібник / І. І. Назаренко. – К.: КНУБА, 2007. – 230 с.
4. Нестеренко, М. П. Вібраційні площадки з просторовими коливаннями для виготовлення залізобетонних виробів широкої номенклатури / М.П. Нестеренко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2005. – Вип. 16. – С.177 – 181.
5. Олехнович, К.А. Исследования характера многокомпонентных колебаний маломощных виброплощадок / К.А. Олехнович, Ю.И. Виноградов. – Полтава: ПИСИ, 1980. – 13 с.
6. Орисенко, О.В. Дослідження просторового руху робочого органа вібраційної машини для формування трубчастих залізобетонних виробів / О.В. Орисенко, М.П. Нестеренко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2000. – Вип. 6, ч. 1. – С.172 – 175.
7. Вікторов, Ю.Є. Аналітичні дослідження закономірностей просторового руху робочого органа вібраційної установки з двома дебалансними віброзбудниками / Ю.Є. Вікторов, М.П. Нестеренко, О.В. Орисенко. // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПДТУ, 2000. – Вип. 5 – С.53 – 62.
8. Нестеренко М. П., Склярєнко Т. О. Дослідження руху віброплощадки з конічними опорами / М. П. Нестеренко, Т. О. Склярєнко // Вісник КДПУ. – Вип. 6 (53). – Ч. 1. – Кременчук: КДПУ ім. Михайла Остроградського, 2008. – С. 91 – 93.
9. Нестеренко, М. П. Дослідження руху віброплощадки із циліндричними та конічними опорами / М. П. Нестеренко, Т. О. Склярєнко, С. М. Малінський // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. – Вип. 23, т. 2. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – С. 56 – 62.
10. Нестеренко, М. П. Аналитическое моделирование вибрационных машин для формования железобетонных изделий с учётом влияния бетонной смеси на рабочий орган / М. П. Нестеренко, Д. С. Педь, Т. А. Склярєнко // Материалы Международной научно-практической конференции (г. Волгоград, 2010 г.): в 2-х ч. – Ч. 1. – ВолгГАСУ, 2011. – С. 220 – 224.
11. Нестеренко, М. П. Математичне моделювання коливань рухомої рами вібраційної установки для формування малогабаритних залізобетонних виробів / М. П. Нестеренко, Т. О. Склярєнко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. – Вип. 2 (32), т. 1. – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – С. 251 – 256.
12. Нестеренко, М. П. Розроблення та впровадження ефективної вібраційної установки з круговими коливаннями робочого органа для формування малогабаритних залізобетонних виробів / М. П. Нестеренко, Т. О. Склярєнко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. – Вип. 1 (31). – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – С. 236 – 240.

13. Нестеренко, М. П. Віброустановка для формування малогабаритних бетонних та залізобетонних виробів у касетній формі / М. П. Нестеренко, Т. О. Склярєнко // Каталог наукових розроблень 2011 / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. – Полтава: ПолтНТУ, 2011. – С. 86.

14. Віброустановка для формування малогабаритних бетонних і залізобетонних виробів у касетній формі / М. П. Нестеренко, Т. О. Склярєнко – Патент на корисну модель 63973 Україна. МПК В28В 7/24 (2006.01). (Україна). № и201103942; заявл. 01.04.2011; опубл. 25.10.2011. – Бюл. № 20. – 4 с.

15. Пружна опора для вібраційних пристроїв / М.П. Нестеренко, Т.О. Склярєнко, М.М. Нестеренко. – Патент на корисну модель №и200610919; заявл. 16.10.2006; опубл. 25.05.2007. – Бюл. – 2007. – №7. – 4 с.

16. Пружна опора для вібраційних пристроїв / М.П. Нестеренко, Т.О. Склярєнко, М.М. Нестеренко. – Деклараційний патент на винахід №69059 А МПК F16F3/07 Україна. – №и2003098610; заявл. 22.09.2003; опубл. 15.07.2004, – 2004. – Бюл №7. – 4 с.

Надійшла до редакції 09.10.2012

© О.Г. Маслов, М.П. Нестеренко, Т.О. Склярєнко