

УДК 624.04 (075)

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННЫХ ПУСТОТООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ МНОГОПУСТОТНЫХ ПАНЕЛЕЙ ПЕРЕКРЫТИЯ

**А. Ф. Иткин**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, м. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: kmt0@mail.ru

Описаны конструкция и принцип действия вибрационных пустотообразователей, используемых для формирования многопустотных панелей перекрытий, как в случае использования пригруза, действующего на поверхность формируемого изделия, так и без пригруза. На основе изучения распространения продольных волн деформаций в вибрационных пустотообразователях, взаимодействующих с уплотняемой средой, определен закон их движения в горизонтальном направлении в зависимости от амплитуды и частоты возмущающей силы, длины пустотообразователей, консистенции цементобетонной смеси и удельного давления пригруза. Установлена интенсивность затухания амплитуды колебаний штанги пустотообразователя по всей её длине. Определены необходимые параметры вибрационного воздействия вибрационными пустотообразователями на бетонную среду. Получены теоретические зависимости, которые позволяют определить рациональные параметры вибрационных пустотообразователей, предназначенных для формирования многопустотных панелей перекрытия длиной до 9 м.

**Ключевые слова:** вибрационные пустотообразователи, закон движения, панели перекрытия, бетонная смесь.

### ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНИХ ПУСТОТООТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ БАГАТОПУСТОТНИХ ПАНЕЛЕЙ ПЕРЕКРИТТЯ

**О. Ф. Іткін**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: kmt0@mail.ru

Описані конструкція і принцип дії вібраційних пустотоутворювачів, що використовуються для формування багатопустотних панелей перекриттів, як у випадку використання привантажувача, діючого на поверхню виробу, що формується, так і без привантажувача. На основі вивчення поширення поздовжніх хвиль деформацій в вібраційних пустотоутворювачах, що взаємодіють з ущільнюваним середовищем, визначений закон їх руху в горизонтальному напрямку в залежності від амплітуди і частоти вимушеної сили, довжини пустотоутворювачів, консистенції цементобетонної суміші і питомого тиску привантажувача. Встановлена інтенсивність загасання амплітуди коливань штанги пустотоутворювачів по всій її довжині. Визначено необхідні параметри вібраційного впливу вібраційними пустотоутворювачами на бетонну середу. Отримано теоретичні залежності, які дозволяють визначити раціональні параметри вібраційних пустотоутворювачів, призначених для формування багатопустотних панелей перекриття довжиною до 9 м.

**Ключові слова:** вібраційні пустотоутворювачі, закон руху, панелі перекриття, бетонна суміш.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** При стендовом формировании многопустотных панелей перекрытий, в комплект уплотняющих машин, наряду с вибрационной площадкой, входят вибрационные пустотообразователи и пригруз, или вибрационные пустотообразователи и вибрационный пригруз [1, 2]. Этот состав определяется типом изделия, технологией изготовления, жесткостью смеси и интенсивностью вибрационного воздействия, развиваемого вибрационной площадкой.

При использовании виброплощадки с продольно-вертикальными колебаниями, которая обеспечивает интенсивное вибрационное воздействие на бетонную смесь, как в продольном, так и в вертикальном направлениях, формирование многопустотных панелей перекрытий можно осуществлять несколькими способами:

– в форму с предварительно напряженной арматурой вводят вибрационные пустотообразователи и ее заполняют цементобетонной смесью; периодически включают виброплощадку и вибрационные пустотообразователи и производят предварительное уплотнение цементобетонной смеси до ее полного разравнивания; на поверхность уплотняемого изделия устанавливают пригруз, последовательно включают виброплощадку и вибрационные пустотообразователи до полного уплотнения цементобетонной

смеси и затем в таком же порядке их выключают; выводят вибрационные пустотообразователи и снимают пригруз;

– при одновременном использовании вибрационных пустотообразователей и вибрационного пригруза, последний включают на заключительной стадии процесса уплотнения при выключенных виброплощадке и вибрационных пустотообразователях.

Вибрационные пустотообразователи и вибрационные пригрузки, как правило, используются в массовом производстве. Поэтому они должны обеспечивать экономическую эффективность, высокое качество формирования изделий и точность их геометрических размеров (в соответствии с действующими стандартами), высокую производительность и высокую требовательность к отделке поверхности изделий.

Однако в настоящее время отсутствуют научно обоснованные методы расчетов основных параметров вибрационных пустотообразователей, что не позволяет определить их рациональные параметры и режимы вибрационного воздействия в зависимости от физико-механических характеристик уплотняемых цементобетонных смесей и геометрических размеров формируемых изделий.

Вибрационные пустотообразователи, используемые при формировании длинномерных изделий, оборудованные вибровозбудителями поперечных

колебаний [3], не забезпечують рівномірного впливу по всій довжині формуваного изделия. Это отрицательно сказывается на качестве формируемых изделий. Наиболее технологичными, обеспечивающими равномерное вибрационное воздействие на формируемое бетонное изделие по всей его длине являются разработанные в КрНУ вибрационные пустотообразователи, снабженные вибровозбудителями продольных колебаний [4].

Цель работы – создание теоретических методов расчета и разработка рациональных конструкций вибрационных пустотообразователей.

**МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

Установка для формирования многопустотных плит

перекрытий состоит (рис. 1) из виброплощадки 1, формы 2, тяговой тележки 3 и вибрационных пустотообразователей, каждый из которых выполнен в виде полой штанги 4 с опорной плитой 5, на которой жестко закреплена П-образная траверса 6 и установлен вибровозбудитель горизонтальных колебаний 7. На П-образной траверсе 6 жестко закреплена тяга 8, которая при помощи упругой подвески 9 и пальца 10 связаны с тяговой тележкой 3.

Для повышения эффективности уплотнения и качества поверхности формируемых изделий используется пригруз 11, который устанавливается на поверхности изделия на заключительной стадии процесса уплотнения.

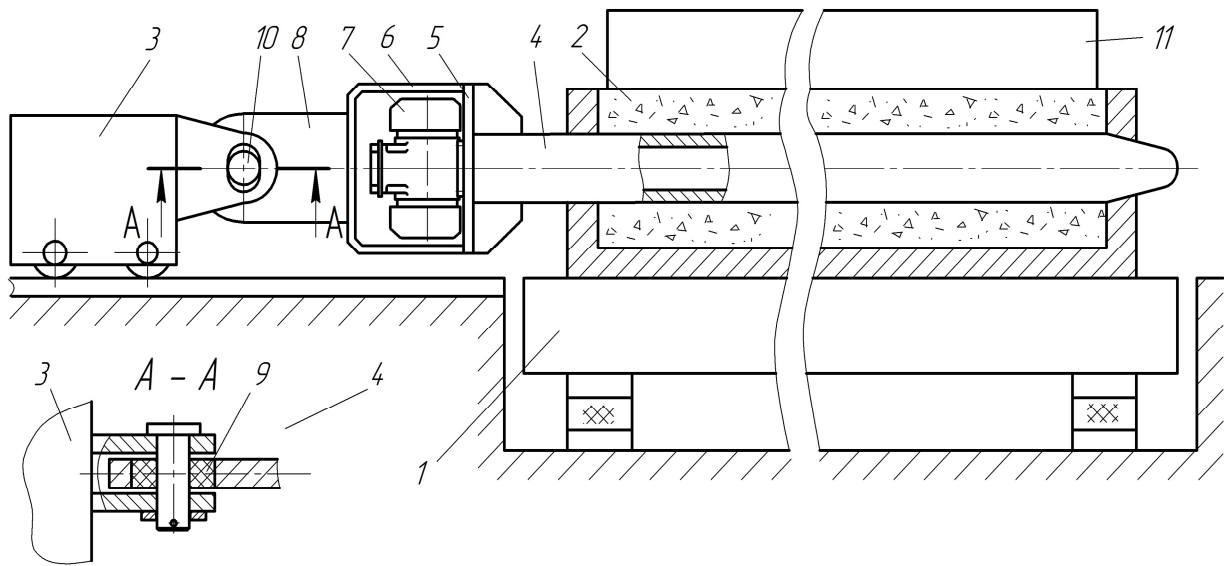


Рисунок 1 – Схема установки для формирования многопустотных панелей перекрытий с пригрузом

Для определения закона движения и основных параметров вибрационных пустотообразователей исследуем представленную динамическую систему, на которую действует возмущение в виде горизонтально направленной гармонической силы  $Q \sin \omega t$ . При этом поую штангу, взаимодействующую с цементобетонной смесью, представим в виде системы с распределенными параметрами. Тогда дифференциальное уравнение движения полой штанги в направлении координаты  $x$  за время  $t$  будет иметь вид

$$E \frac{\partial^2 \eta(x,t)}{\partial x^2} + \psi \frac{\partial^3 \eta(x,t)}{\partial x^2 \partial t} = \rho \frac{\partial^2 \eta(x,t)}{\partial t^2} + b_3 \frac{\partial \eta(x,t)}{\partial t}, \quad (1)$$

где  $x$  – координата по оси  $X$ , направленная вдоль штанги пустотообразователя;  $\eta$  – смещение поперечного сечения штанги пустотообразователя на определенной координате  $x$ ;  $E$  и  $\psi$  – эффективный модуль упругости и коэффициент неупругого сопротивления полой штанги пустотообразователя;  $b_3$  – эквивалентный коэффициент сопротивления, учитывающий трение цементобетонной смеси на

поверхности полой штанги пустотообразователя;  $\rho$  – плотность материала полой штанги.

Решение волнового уравнения колебаний (1) будем отыскивать при следующих граничных условиях

$$\begin{aligned} -m \frac{\partial^2 \eta(0,t)}{\partial t^2} - b_1 \frac{\partial \eta(0,t)}{\partial t} - c_1 \eta(0,t) + EF \frac{\partial \eta(0,t)}{\partial x} + \psi F \frac{\partial^2 \eta(0,t)}{\partial x \partial t} &= -Q \sin \omega t; \\ b_2 \frac{\partial \eta(L,t)}{\partial t} + c_2 \eta(L,t) + EF \frac{\partial \eta(L,t)}{\partial x} + \psi F \frac{\partial^2 u(L,t)}{\partial x \partial t} &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

где  $m$  – масса оголовка вибрационного пустотообразователя;  $c_1$  – коэффициент жесткости упругой подвески в горизонтальном направлении;  $b_1$  – коэффициент неупругого сопротивления передней опоры,  $b_1 = b_{11} + b_{12}$ ;  $b_{11}$  – коэффициент неупругого сопротивления упругой подвески;  $b_{12}$  – эквивалентный коэффициент сопротивления, учитывающий трение штанги о передний торец формы;  $c_2$  и  $b_2$  – коэффициенты конструктивной жесткости и эквива-

лентного коефіцієнта спротивлення заднього торця форми;  $Q$  – амплітуда возмущающей силы;  $\omega$  – угловая частота вынужденных колебаний;  $F$  – площадь поперечного сечения полой штанги;  $L$  – расстояние между торцами формы.

Представим функцию  $u(x, t)$  в виде мнимой части комплексной функции [5]:

$$\eta(x, t) = N(x)e^{i\omega t}. \quad (4)$$

Для удобства в дальнейшем знак  $I_m$  будем отбрасывать. Подставляя функцию (4) в уравнение (1), получим

$$(E + i\psi\omega) \frac{\partial^2 N(x)}{\partial x^2} + (\rho\omega^2 - ib_3\omega)N(x) = 0 \quad (5)$$

или

$$\frac{\partial^2 N(x)}{\partial x^2} + \frac{(\rho\omega^2 - ib_3\omega)}{(E + i\psi\omega)} N(x) = 0, \quad (6)$$

Решение уравнения (6) представим в следующем виде [6]:

$$N(x) = Be^{i\tilde{k}x} + De^{-i\tilde{k}x}. \quad (7)$$

Здесь  $B$  и  $D$  – постоянные интегрирования (комплексные амплитуды), определяемые из граничных условий (2) и (3);  $\tilde{k}$  – комплексное волновое число,

$$\tilde{k} = \sqrt{(\rho\omega^2 - ib_3\omega)/(E + i\psi\omega)}. \quad (8)$$

Поскольку волновое число  $\tilde{k}$  комплексно, то его можно представить в виде следующей комплексной функции [7]:

$$\tilde{k} = k - i\alpha = \frac{\omega}{a} - i\alpha, \quad (9)$$

где  $k$  – волновое число,  $k = \omega/a$ ;  $a$  – скорость распространения возмущения в полой штанге;  $\alpha$  – коэффициент затухания распространяемого возмущения в полой штанге.

Приравняем выражение (8) и (9), возведем левую и правую части в квадрат и, выделяя соответственно вещественную и мнимую части выражения, получим систему уравнений относительно волнового числа  $k$  и коэффициент затухания возмущения  $\alpha$ :

$$4k^4 - 4k^2\mu - 9^2 = 0; \quad 2\alpha k = 9, \quad (10)$$

где

$$\mu = \frac{\omega^2(E\rho - b_3\psi)}{E^2 + \psi^2\omega^2}; \quad (11)$$

$$9 = \frac{\omega(\psi\rho\omega^2 + b_3E)}{E^2 + \psi^2\omega^2}. \quad (12)$$

Решая систему уравнений (10), найдем значения волнового числа  $k$ , коэффициента затухания возмущения  $\alpha$  и фазовой скорости распространения возмущения в уплотняемом слое  $a$ , т.е.

$$\alpha = \frac{9}{\sqrt{2(\mu \pm \sqrt{\mu^2 + 9^2})}}; \quad (13)$$

$$k = \sqrt{0,5(\mu \pm \sqrt{\mu^2 + 9^2})}; \quad (14)$$

$$a = \frac{\omega}{\sqrt{0,5(\mu \pm \sqrt{\mu^2 + 9^2})}}. \quad (15)$$

Анализ зависимостей (13)–(15) показывает, что значения элементов  $k$ ,  $\alpha$  и  $a$  будут действительными в том случае, если в этих зависимостях перед подкоренным выражением  $\sqrt{\mu^2 + 9^2}$  будет стоять знак плюс.

На основании зависимости (9) выражение (7) преобразуется к следующему виду:

$$\eta(x, t) = [Be^{(\alpha+ik)x} + De^{-(\alpha+ik)x}]e^{i\omega t}. \quad (16)$$

Подставляя выражение (16) в граничное условие (3), найдем соотношение между постоянными интегрирования  $B$  и  $D$ :

$$B = D \frac{(\lambda - c_2) + i(d - b_2\omega)}{(\lambda + c_2) + i(d + b_2\omega)} e^{-2(\alpha+ik)L}, \quad (17)$$

где

$$d = F(kE + \alpha\psi\omega);$$

$$\lambda = F(\alpha E + k\psi\omega).$$

Умножая числитель и знаменатель выражения (17) на функцию, сопряженную знаменателю, получим

$$B = D(\lambda_1 + id_1)e^{-2(\alpha+ik)L}, \quad (18)$$

где

$$d_1 = \frac{2(dc_2 - \lambda b_2\omega)}{(\lambda + c_2)^2 + (d + b_2\omega)^2}; \quad (19)$$

$$\lambda_1 = \frac{(\lambda^2 - c_2^2) + (d^2 - b_2^2\omega^2)}{(\lambda + c_2)^2 + (d + b_2\omega)^2}. \quad (20)$$

На основании соотношения (18) выражение (16) преобразуется к следующему виду

$$\eta(x, t) = D[(\lambda_1 + id_1)e^{-2(\alpha+ik)L}e^{(\alpha+ik)x} + e^{(\alpha+ik)x}]e^{i\omega t}. \quad (21)$$

Подставляя выражение (21) в граничное условие (2), найдем постоянную интегрирования  $D$  в следующем виде:

$$D = \frac{Q}{(R_e + iR_i)}, \quad (22)$$

где

$$R_e = F(\alpha E - k\psi\omega) + c_1 - m_1\omega^2 + \Phi \sin(2kL - \varphi_2 + \varphi_3); \quad (23)$$

$$R_i = F(\alpha\psi\omega + kE) + b_1\omega + \Phi \cos(2kL - \varphi_2 + \varphi_3); \quad (24)$$

$$\Phi = Z_2 \left\{ \left[ F(k\psi\omega + \alpha E) + c_1 - m_1\omega^2 \right]^2 + \left[ b_1\omega - F(\alpha\psi\omega + kE) \right]^2 \right\}^{0,5}; \quad (25)$$

$$\varphi_2 = \arctg \frac{d_1}{\lambda_1}; \quad (26)$$

$$\varphi_3 = \arctg \frac{F(k\psi\omega - \alpha E) + c_1 - m_1\omega^2}{b_1\omega - F(\alpha\psi\omega + kE)}; \quad (27)$$

$$Z_2 = e^{-2\alpha L} \sqrt{\lambda_1^2 + d_1^2}. \quad (28)$$

Умножая числитель и знаменатель выражения (22) на функцию, сопряженную знаменателю, получим:

$$D = Q \frac{R_e - iR_i}{R_e^2 + R_i^2}. \quad (29)$$

Подставим постоянные интегрирования  $B$  (18) и  $D$  (29) в выражение (16) и, выделив из комплексной функции мнимую часть, получим решение уравнения (1) в следующем виде:

$$\eta(x, t) = \frac{Q}{\sqrt{R_e^2 + R_i^2}} \left\langle \left\{ Z_2 e^{\alpha x} \cos[k(2L - x) - \varphi_2 + \xi_1] + e^{\alpha x} \cos(kx + \xi_1) \right\} \sin \omega t - \left\{ Z_2 e^{\alpha x} \sin[k(2L - x) - \varphi_2 + \xi_1] + e^{-\alpha x} \sin(kx + \xi_1) \right\} \cos \omega t \right\rangle, \quad (30)$$

где

$$\xi_1 = \arctg \frac{R_i}{R_e}. \quad (31)$$

После несложных преобразований выражения (30) получим зависимость, удобную для анализа и моделирования на ПЭВМ:

$$\eta(x, t) = \frac{Q \sqrt{Z_2^2 e^{2\alpha x} + e^{-2\alpha x} + 2Z_2 \cos[2k(L - x) - \varphi_2]}}{\sqrt{R_e^2 + R_i^2}} \times \sin[\omega t - \xi(x)], \quad (32)$$

или

$$\eta(x, t) = A(x) \sin[\omega t - \xi(x)], \quad (33)$$

где

$$\xi(x) = \frac{Z_2 e^{\alpha x} \sin[k(2L - x) - \varphi_2 + \xi_1] + e^{-\alpha x} \sin(kx + \xi_1)}{Z_2 e^{\alpha x} \cos[k(2L - x) - \varphi_2 + \xi_1] + e^{-\alpha x} \cos(kx + \xi_1)}. \quad (34)$$

Выражение (32) описывает закон движения вибрационных пустотообразователей в направлении координаты  $x$  в зависимости от частоты  $\omega$  и амплитуды возмущающей силы  $Q$ , физико-механических

характеристик пустотообразователей, упругой подвески и уплотняемой смеси, расстояния между торцевыми стенками  $L$ .

Коэффициент неупругого сопротивления полой штанги пустотообразователя  $\eta$ , используемый в выражении (1) может быть с достаточной степенью точности определен из следующего выражения [8]:

$$\psi = \frac{\mu_0 E}{\omega},$$

где  $\mu_0$  – коэффициент затухания, характеризующий внутреннее трение материала штанги,  $\mu_0 = 2,54 \cdot 10^{-4}$  для стали Ст. 3 и  $\mu_0 = 3,81 \cdot 10^{-4}$  для стали Ст. 5 [8].

Эквивалентный коэффициент сопротивления  $b_3$ , учитывающий трение цементобетонной смеси на поверхности полой штанги пустотообразователя, определяется по методу линеаризации сил кулонового трения [9]:

– без учета силы давления пригруза

$$b_3 = \frac{4Ld_n h_{cp} \rho g f_{mp1}}{\pi A_{cp} \omega};$$

– с учетом силы давления пригруза

$$b_3 = \frac{4Ld_n g(h_{cp} \rho + q) f_{mp1}}{\pi A_{cp} \omega},$$

где  $d_n$  – наружный диаметр полой штанги;  $h_{cp}$  – средняя толщина слоя цементобетонной смеси, расположенного над полой штангой;  $q$  – удельное давление пригруза;  $f_{mp1}$  – коэффициент трения полой штанги о цементобетонную смесь, определяемый из таблицы [5].

Эквивалентные коэффициенты сопротивления, учитывающие трение штанги о передний торец  $b_{12}$  и задний торец  $b_2$  формы, также определяются по методу линеаризации сил кулонового трения [9]:

$$b_{12} = \frac{4R_1 f_{mp2}}{\pi A_{cp} \omega};$$

$$b_2 = \frac{4R_2 f_{mp2}}{\pi A_{cp} \omega},$$

где  $R_1$  и  $R_2$  – реакции в передней и задней опорах формы от действия полой штанги.

На рис. 2 показано изменение амплитуды колебаний  $A$  по длине штанги  $L$  вибрационного пустотообразователя как при работе без пригруза (кривая 1), так и при работе с пригрузом (кривые 2–5) с удельным давлением от 1 до 5 кПа. При этом брались жесткие цементобетонные смеси жесткостью 60 с (рис. 2,а) и жесткостью 90 с (рис. 2,б), которые обычно рекомендуется использовать для формования многопустотных изделий.

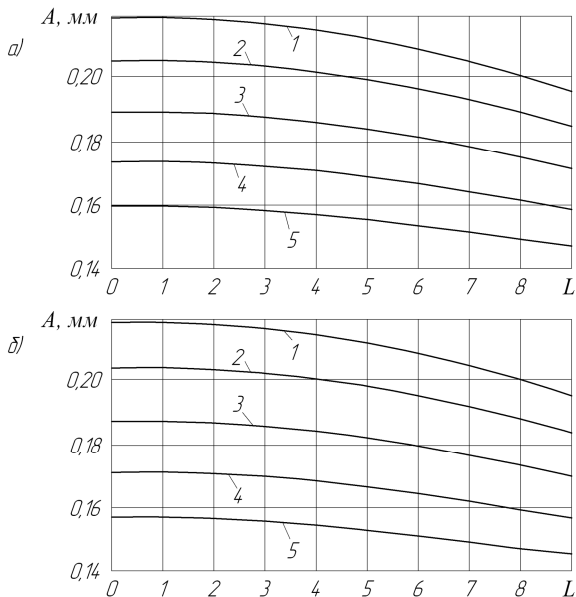


Рисунок 2 – Изменение амплитуды колебаний  $A$  по длине штанги  $L$  вибрационного пустотообразователя при формировании изделий из смесей жесткостью 60 с (а) и жесткостью 90 с (б): 1 – без пригруза; 2–5 – с пригрузом: 2 – с удельным давлением  $q=1$  кПа; 3 – с  $q=2$  кПа; 4 – с  $q=3$  кПа; 5 – с  $q=4$  кПа

Данные получены для пустотообразователя, используемого для формирования многпустотных плит длиной 9 м, со следующими основными параметрами: общая масса пустотообразователя – 200 кг; масса оголовка  $m_1=30$  кг; наружный диаметр пустотообразователя  $d_n=159$  мм внутренний диаметр пустотообразователя  $d_{вн}=147$  мм; амплитуда возмущающей силы вибровозбудителя колебаний  $Q=6600$  Н; амплитуда колебаний пустотообразователей без нагрузки  $A=0,3$  мм.

Из анализа представленных результатов видно, что по длине штанги пустотообразователя происходит затухание ее амплитуды колебаний  $A$ . Причем это затухание по всей длине составляет 8 – 10%, как при работе с пригрузом, так и без пригруза. Наибольшее влияние на величину амплитуды колебаний пустотообразователей оказывает величина удельного давления пригруза, т.е. с увеличением величины удельного давления от  $q=1$  кПа до  $q=4$  кПа амплитуда колебаний штанги пустотообразователя уменьшается на 21 – 23%.

При использовании вибрационной площадки с горизонтально направленными колебаниями рекомендуется использовать пригруз с удельным давлением  $q=1-2$  кПа, а для вибрационных площадок с

вертикально направленными колебаниями пригруз с удельным давлением  $q=3-4$  кПа.

**ВЫВОДЫ.** В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований было установлено, что расхождение теоретических и экспериментальных данных не превышает 5–8 %.

Таким образом, на основе изучения распространения продольных волн деформаций в вибрационных пустотообразователях, взаимодействующих с уплотняемой средой, определен закон их движения в горизонтальном направлении в зависимости от амплитуды и частоты возмущающей силы, длины пустотообразователей, консистенции цементобетонной смеси и удельного давления пригруза. Полученные теоретические зависимости позволяют определить рациональные параметры вибрационных пустотообразователей, предназначенных для формирования многпустотных панелей перекрытия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. СССР № 1000279 Пустотообразователь / Е.И. Кромской; Б.И. – 1983. – № 8. – 6 с.
2. Технология безопалучного формирования – ключ к модернизации промышленности и снижения себестоимости жилья / С.П. Копша, В.А. Заикин // Технологии бетонов. – 2013. – № 11. – С. 29–33.
3. Машины и оборудование для производства сборного железобетона. Каталог-справочник. – М: ЦНИИТЭстроймаш, 1979. – 256 с.
4. Морозов М.К. Механическое оборудование заводов сборного железобетона / М.К. Морозов. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1986. – 311 с.
5. Исследование режима работы вибрационных пустотообразователей для формирования многпустотных панелей перекрытия / А.Г. Маслов, А.Ф. Иткин // Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. – 2005. – Вип. 16. – С. 142–147.
6. Деформирование элементов конструкций под действием ударных и импульсных нагрузок / А.П. Филиппов, С.С. Кохманюк, Е.Г. Янютин. – К.: Наукова думка, 1978. – 184 с.
7. Вибрационные машины и процессы в дорожном строительстве / А.Г. Маслов, В.М. Пономарь. – К.: Будівельник, 1985. – 128 с.
8. Behavior of Fresh Concrete During Vibration (Reported by ACY Committee 309) // Amer. Concr. Inst. J. – 1981. – № 1. – PP. 36–53.
9. Прочность, устойчивость, колебания: справочник. Т. 3 / Под ред. И.А. Биргера, Я.Г. Пановко. – М.: Машиностроение, 1968. – 568 с.

## DETERMINATION OF THE BASIC PARAMETERS OF VIBRATION BRICK HOLLOW FORMING MACHINES INTENDED FOR FORMING OF THE HOLLOW CORE SLABS

**A. Itkin**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: kmto@mail.ru

Paper describes the design and operating principle of vibration brick hollow forming machines intended for forming of the hollow core slabs, as in the case of cantledge using on the surface of the molded peace, and without cantledge. On

the basis of the study of deformations longitudinal waves in the vibration brick hollow forming machines that are interacting with the sealing medium, it is determined the law of their movement in the horizontal direction, depending on the amplitude and frequency of the disturbing force, the length of the brick hollow forming machines, the consistency of cement-concrete mixtures and cantledge specific pressure. It is determined the intensity of the vibration amplitude damping in the brick hollow forming machine for its entire length. The necessary parameters of vibration exposure of the vibrating brick hollow forming machines on a concrete environment. It is determined the theoretical dependences that allow us to determine the rational parameters of vibration brick hollow forming machines intended for forming hollow core slabs up to 9 m.

**Key words:** vibrating brick hollow forming machines, the law of motion, slabs, concrete mix.

#### REFERENCES

1. Kromskoy, E.I. (1983), "Brick hollow forming machine", Inventor's certificate of USSR no. 1000279, *B.I.*, no. 8, 6 p.
2. Copcha, S.P., Zaikin, V.A. (2013), "Off-formwork molding technology - the key to the modernization of the industry and reduce the cost of housing", *Technology of concrete*, no. 11, pp. 29–33.
3. *Mashyni i oborudovanye dlya proyzvodstva sbornoho zhelezobetona. Kataloh – spravochnyk* [Machinery and equipment for the production of precast concrete. The directory], (1979), TsNIITestroymash, Moscow, USSR.
4. Morozov, M.K. (1986), *Mekhanycheskoe oborudovanye zavodov sbornoho zhelezobetona* [Mechanical equipment of factories of precast concrete], Vishcha school: Head Publishing House, Kyiv, USSR.
5. Maslov, A.G., Itkin, A.F. (2005), "Study mode vibration inside core for forming a multi-hollow core slabs", *Zbirnyk naukovykh prats Poltavskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu imeni Yuriya Kondratiyuka. Seriya: Haluzeve mashynobuduvannya, budivnytstvo*. no. 16, pp.142–147.
6. Filippov, A.P., Kohmanyuk, S.S., Yanyutin, E.G. (1978), *Deformirovanye elementov konstruksyy pod deystviem udarnikh y ympulsnikh nahruzok* [Deformation of structural elements under the influence of shock and impulse loads], Naukova Dumka, Kyiv, USSR.
7. Maslov, A.G., Ponomar, V.M. (1985), *Vybratsyonnie mashyni i protsessi v dorozhnom stroytelstve* [Vibrating machines and processes in road construction], Budivelnik, Kyiv, USSR.
8. Behavior of Fresch Concrete During Vibration (Reported by ACY Committee 309), (1981), *Amer. Concr. Inst. J.*, no. 1, pp. 36–53.
9. *Prochnost', ustoychivost', kolebanyya. Spravochnyk. T.3* [The strength, stability, oscillation. The directory. V.3.], (1968), Ed. by Birger, I.A., Panovko, Y.G., Engineering, Moscow, USSR.

Стаття надійшла 19.03.2015.