

УДК 624.04 (075)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИБРОПЛОЩАДКИ С БЕТОННОЙ СМЕСЬЮ**А. Г. Маслов, О. О. Колесник**Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, м. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: olgakolesnik21@list.ru

Представлена расчетная схема взаимодействия виброплощадки с бетонной смесью в вертикальном направлении. В работе уплотняемая бетонная смесь представлена в виде системы с распределенными параметрами, для которой упруго-вязко-пластичность распределена по всему объему деформированной среды. Описан закон движения уплотняемой среды в вертикальном направлении в виде волнового уравнения. Определен закон движения основания уплотняемого слоя и днища формы. Получены закономерности изменения коэффициента присоединенной массы бетонной смеси, амплитуды колебаний днища формы, коэффициента неупругого сопротивления бетонной смеси в зависимости от толщины уплотняемого слоя, коэффициента относительной пластической деформации бетонной смеси и ее консистенции. Полученные зависимости позволяют обосновать основные конструктивные параметры виброплощадки и рациональные режимы вибрационного воздействия на уплотняемую среду.

Ключевые слова: бетонная смесь, распределенные параметры, виброплощадка, закон движения.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ВІБРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ З БЕТОННОЮ СУМІШСЮ**О. Г. Маслов, О. О. Колесник**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: olgakolesnik21@list.ru

Представлено розрахункова схема взаємодії вібромайданчика з бетонною сумішшю в вертикальному напрямку. У роботі бетонна суміш, що ущільнюється представлена у вигляді системи з розподіленими параметрами, для якої пружно-в'язко-пластичність розподілена по всьому об'єму деформованого середовища. Описано закон руху ущільнюваного середовища в вертикальному напрямку у вигляді хвильового рівняння. Визначено закон руху основи шару, що ущільнюється і днища форми. Отримано закономірності зміни коефіцієнта приєднаної маси бетонної суміші, амплітуди коливань днища форми, коефіцієнта непружного опору бетонної суміші в залежності від товщини шару, що ущільнюється, коефіцієнта відносної пластичної деформації бетонної суміші і її консистенції. Отримані залежності дозволяють обґрунтувати основні конструктивні параметри вібромайданчика і раціональні режими вібраційного впливу на ущільнюване середовище.

Ключові слова: бетонна суміш, розподілені параметри, вібромайданчик, закон руху.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Уплотнение бетонных смесей вибрационным воздействием связано с их переходом в состояние тиксотропии, в результате чего смесь становится более подвижной, из неё удаляется большая часть воздуха, осуществляется обмазка минеральных частиц вяжущим, заполняются вяжущим мельчайшие трещины, разрушаются дефектные агрегаты смеси, происходит переориентация минеральных частиц с образованием более плотной упаковки [1–3].

Для определения технологических параметров вибрационного воздействия на уплотняемую смесь и основных параметров вибрационной машины необходимо исследовать взаимодействие в вертикальном направлении формы с уложенной в неё бетонной смесью, которую в расчетной динамической системе можно представить реологической моделью. Доказано [4–6], что наибольшую точность в описании взаимодействия рабочего органа с уплотняемой средой дают реологические модели, в которых уплотняемая среда представлена в виде системы с распределенными параметрами [7, 8] или в виде дискретных моделей [9, 10], физико-механические характеристики которых найдены из выражений, полученных для описания закона распространения волн деформаций в уплотняемой среде при вибрационном воздействии. Поэтому, для определения основных параметров вибрационной площадки необходимо достаточно точно опре-

делить её силовое взаимодействие с бетонной смесью.

Цель работы – исследование взаимодействия рабочего органа виброплощадки с бетонной смесью в вертикальном направлении.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Для исследования взаимодействия формы виброплощадки с бетонной смесью в вертикальном направлении используем расчетную схему, представленную на рис. 1.

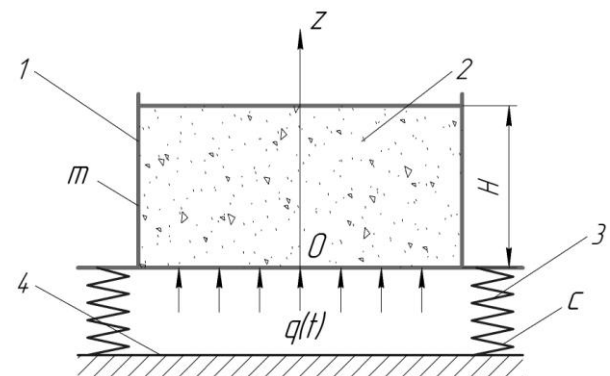


Рисунок 1 – Расчетная схема вибрационной установки для исследования взаимодействия формы виброплощадки с бетонной смесью в вертикальном направлении: 1 – форма; 2 – бетонная смесь; 3 – упругие опоры; 4 – основание

Форма 1, заповнена бетонною сумішшю 2, установлена при допомозі пружних опор 3 на основанні 4.

Форме 1 сообщаются вынужденные колебания вибровозбудителями (на рис.1 не показаны), которые воздействуют на бетонную смесь силовым возмущением:

$$Q = Fq(t) = qF \cos \omega t, \quad (1)$$

где Q – амплитуда возмущающей силы вибровозбудителя колебаний; F – площадь днища формы; q – величина возмущающей силы, приходящая на единицу площади днища формы; ω – угловая частота колебаний; t – время.

Бетонную смесь будем рассматривать как систему с распределенными параметрами. При этом зависимость между напряжением и деформацией представим в виде уравнения Ньютона [7]:

$$\sigma = E \frac{\partial u}{\partial z} + \eta \frac{\partial^2 u}{\partial z \partial t}, \quad (2)$$

где σ – напряжение, возникающее по высоте уплотняемого слоя; u – перемещение уплотняемого слоя в зависимости от координаты z ; E – динамический модуль упругой деформации бетонной смеси; η – коэффициент динамической вязкости, характеризующий диссипативные свойства бетонной смеси.

Изменения напряжения по высоте уплотняемого слоя могут быть представлены следующим выражением:

$$\frac{\partial \sigma}{\partial z} - \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0, \quad (3)$$

где ρ – плотность бетонной смеси.

Подставляя выражение (1) в зависимость (2) получим волновое уравнение колебаний бетонной смеси в вертикальном направлении [8]:

$$E \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^2 u}{\partial z^2 \partial t} - \rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0. \quad (4)$$

Для решения волнового уравнения (4) используем следующие ограниченные условия:

$$-m \frac{\partial^2 u(0,t)}{\partial t^2} - cu(0,t) + EF \frac{\partial u(0,t)}{\partial z} + \eta F \frac{\partial^2 u(0,t)}{\partial z \partial t} = -qF \cos \omega t; \quad (5)$$

$$EF \frac{\partial u(H,t)}{\partial z} + \eta \frac{\partial^2 u(H,t)}{\partial z \partial t} = 0. \quad (6)$$

Решение волнового уравнения (4) представим в виде действительной части комплексной функции:

$$u(z,t) = \text{Re}[U(z)e^{-i\omega t}]. \quad (7)$$

Знак Re в дальнейшем будем отбрасывать.

Подставим комплексную функцию (7) в волновое уравнение (4) и получим:

$$E \frac{\partial^2 U(z)}{\partial z^2} \cdot e^{-i\omega t} - i\eta\omega \frac{\partial^2 U(z)}{\partial z^2} \cdot e^{-i\omega t} + \rho\omega^2 U(z)e^{-i\omega t} = 0. \quad (8)$$

Откуда получим дифференциальное уравнение, описывающее функцию $U(z)$ в следующем виде:

$$\frac{\partial^2 U(z)}{\partial z^2} + \frac{\rho\omega^2}{E - i\eta\omega} \cdot U(z) = 0. \quad (9)$$

Для решения полученного уравнения (9) составим характеристическое уравнение:

$$\lambda^2 + \frac{\rho\omega^2}{E - i\eta\omega} = 0, \quad (10)$$

корни которого будут иметь следующий вид:

$$\lambda_{1,2} = \pm i \sqrt{\frac{\rho\omega^2}{E - i\eta\omega}}. \quad (11)$$

Используя выражение (11), найдем решение дифференциального уравнения (9) в следующем виде:

$$U(z) = Me^{-i\lambda z} + Ne^{i\lambda z}. \quad (12)$$

Представим корни характеристического уравнения в следующем виде:

$$\lambda = k - i\alpha, \quad (13)$$

где k – волновое число; α – коэффициент затухания колебаний.

Приравнявая выражения (11) и (13), найдем:

$$k - i\alpha = \pm i \sqrt{\frac{\rho\omega^2}{E - i\eta\omega}}. \quad (14)$$

Возведем левую и правую часть выражения (14) в квадрат и получим:

$$(k - i\alpha)^2 = \frac{\rho\omega^2}{E - i\eta\omega}. \quad (15)$$

Умножая числитель и знаменатель правой части выражения (15) на функцию сопряженную знаменателю, получим:

$$k^2 - 2iak - \alpha^2 = -\frac{\rho\omega^2(E + i\eta\omega)}{E^2 + \eta^2\omega^2}. \quad (16)$$

Приравнявая отдельно вещественную и мнимую части выражения (16), получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} k^2 - \alpha^2 - \frac{E\rho\omega^2}{E^2 + \eta^2\omega^2} = 0; \\ -2\alpha k - \frac{\rho\eta\omega^3}{E^2 + \eta^2\omega^2} = 0. \end{cases} \quad (17)$$

Решая систему уравнений (17), найдем значения k и α в следующем виде:

$$k = \sqrt{\frac{\rho\omega^2[E + \sqrt{E^2 + \eta^2\omega^2}]}{2(E^2 + \eta^2\omega^2)}}; \quad (18)$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{\rho\omega^2[-E + \sqrt{E^2 + \eta^2\omega^2}]}{2(E^2 + \eta^2\omega^2)}}. \quad (19)$$

Подставим выражение (13) в уравнение (12) и получим:

$$U(z) = Me^{-(ik+\alpha)z} + Ne^{(ik+\alpha)z}. \quad (20)$$

Здесь M и N – постоянные интегрирования, определяемые из граничных условий (5) и (6).

Подставляя зависимость (20) в выражение (7), найдем решение волнового уравнения в следующем виде:

$$u(z,t) = [Me^{-(ik+\alpha)z} + Ne^{(ik+\alpha)z}] \cdot e^{-i\omega t}. \quad (21)$$

Для определения соотношения между постоянными интегрирования M и N подставим выражение (21) в ограниченное условие (6). Получим

$$N = M \frac{e^{-(ik+\alpha)H}}{e^{(ik+\alpha)H}}. \quad (22)$$

На основании выражения (22) зависимость (21) преобразуется к следующему виду:

$$u(z,t) = 2M \frac{ch[(ik+\alpha)(H-z)]}{e^{(ik+\alpha)H}} \cdot e^{-i\omega t}. \quad (23)$$

Подставляя выражение (23) в граничное условие (5), определим постоянную интегрирования M в следующем виде:

$$M = \frac{qF e^{(ik+\alpha)H}}{2ch[(ik+\alpha)H] \cdot [c - (m+\mu)\omega^2 - i\beta\omega]}, \quad (24)$$

где

$$\mu = F \frac{(kE - \alpha\eta\omega) \sin 2kH + (\alpha E + k\eta\omega) sh 2\alpha H}{2\omega^2 (ch^2 \alpha H - \sin^2 kH)}; \quad (25)$$

$$\beta = F \frac{(kE - \alpha\eta\omega) sh 2\alpha H + (\alpha E + k\eta\omega) \sin 2kH}{2\omega (ch^2 \alpha H - \sin^2 kH)}. \quad (26)$$

Подставляя постоянную интегрирования M в выражение (23), найдем решение волнового уравнения (4), удовлетворяющего граничным условиям (5) и (6), в виде следующей комплексной функции:

$$u(z,t) = \frac{qF \cdot ch[(ik+\alpha)(H-z)] e^{-i\omega t}}{ch[(ik+\alpha)H] \cdot [c - (m+\mu)\omega^2 - i\beta\omega]}. \quad (27)$$

Выражение (27) описывает в комплексной форме закон движения уплотняемой среды в вертикальном направлении в зависимости от координаты z , частоты и амплитуды возмущающей силы, физико-механических характеристик уплотняемой смеси, толщины уплотняемого слоя, массы формы с вибровозбудителем колебаний и жесткости упругих опор. Полученное выражение (27) описывает при $z=0$ закон движения основания уплотняемого слоя и днища формы в комплексной форме, т.е.

$$u(0,t) = \frac{qF (\cos \omega t - i \sin \omega t)}{[c - (m+\mu)\omega^2 - i\beta\omega]}. \quad (28)$$

Умножая числитель и знаменатель правой части зависимости (28) на выражение сопряженное знаменателю и выделяя из полученной зависимости действительную часть комплексной функции, определим искомый закон движения основания уплотняемого слоя и днища формы в следующем виде:

$$u(0,t) = A \cos(\omega t - \varphi), \quad (29)$$

где A – амплитуда колебаний днища формы,

$$A = \frac{qF}{\sqrt{[c - (m+\mu)\omega^2]^2 + \beta^2\omega^2}}; \quad (30)$$

φ – угол сдвига фаз между перемещением формы и амплитудой возмущающей силы,

$$\varphi = \text{arctg} \frac{\beta\omega}{c - (m+\mu)\omega^2}. \quad (31)$$

Из анализа выражения (30) следует, что μ (25) и β (26) представляют собой соответственно приведенную массу и коэффициент неупругого сопротивления бетонной смеси при ее взаимодействии с днищем формы при вертикально направленных колебаниях. Из приведенного следует, что бетонная смесь, взаимодействующая с днищем формы в вертикальном направлении, обладает неупругими и инерционными свойствами и ее в дискретной динамической модели можно с достаточной степенью точности представить в виде приведенной массы μ (25) и коэффициента неупругого сопротивления β (26).

Используя зависимости (25) и (26) найдем удельный коэффициент неупругого сопротивления $\beta_y = \beta/F$ и удельную приведенную массу $\mu_y = \mu/F$ бетонной смеси:

$$\mu_y = \frac{(kE - \alpha\eta\omega) \sin 2kH + (\alpha E + k\eta\omega) sh 2\alpha H}{2\omega^2 (ch^2 \alpha H - \sin^2 kH)}; \quad (32)$$

$$\beta_y = \frac{(kE - \alpha\eta\omega)sh2\alpha H + (\alpha E + k\eta\omega)\sin 2kH}{2\omega(ch^2\alpha H - \sin^2 kH)}, \quad (33)$$

а также коэффициент присоединенной массы бетонной смеси

$$K_{pr} = \frac{\mu}{m_b}, \quad (34)$$

где K_{pr} – коэффициент присоединенной массы бетонной смеси; m_b – масса уплотняемой бетонной смеси.

Используемый в выше приведенных формулах коэффициент динамической вязкости η , характеризующий диссипативные свойства бетонной смеси, может быть в первом приближении определен из следующей зависимости:

$$\eta = 10f_1H_1\sqrt{E\rho}, \quad (35)$$

где f_1 – коэффициент внутреннего трения бетонной смеси; H_1 – расчетная толщина уплотняемого слоя, определяемая в зависимости от толщины уп-

лотняемого слоя и физико-механических характеристик бетонной смеси:

– если толщина уплотняемого слоя

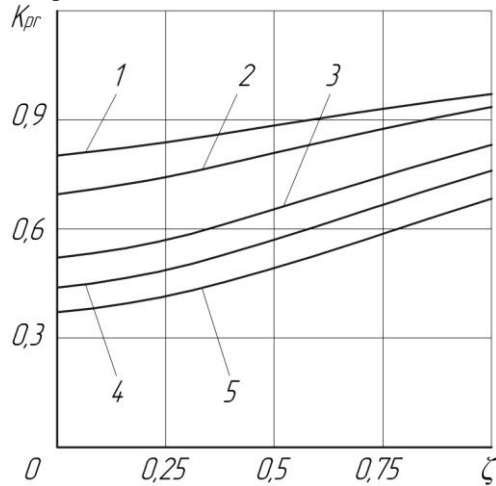
$$H \leq \frac{\pi}{2\omega}\sqrt{E/\rho}, \quad \text{то } H_1 = H; \quad (36)$$

– если $H > \frac{\pi}{2\omega}\sqrt{E/\rho}$, то

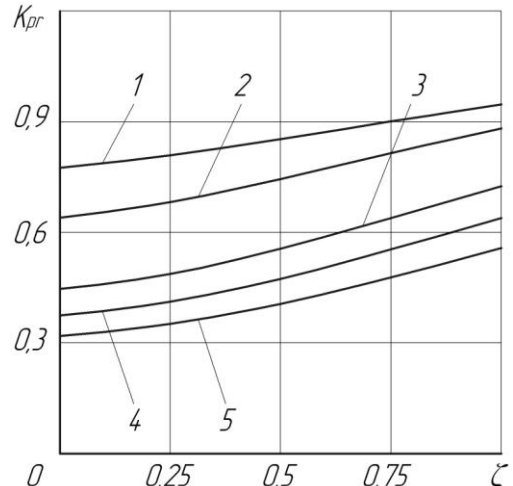
$$H_1 = \frac{\pi}{2\omega}\sqrt{E/\rho}. \quad (37)$$

Значения динамического модуля упругой деформации E приведены в работе [3, 5] в зависимости от консистенции бетонной смеси.

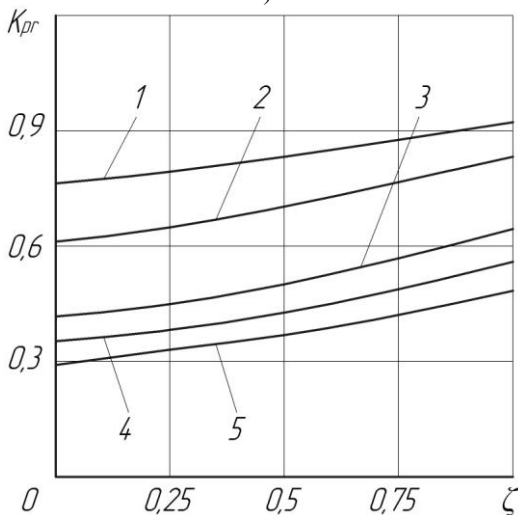
В результате полученных теоретических выражений получаем основные зависимости, представленные на рис. 2 – 4.



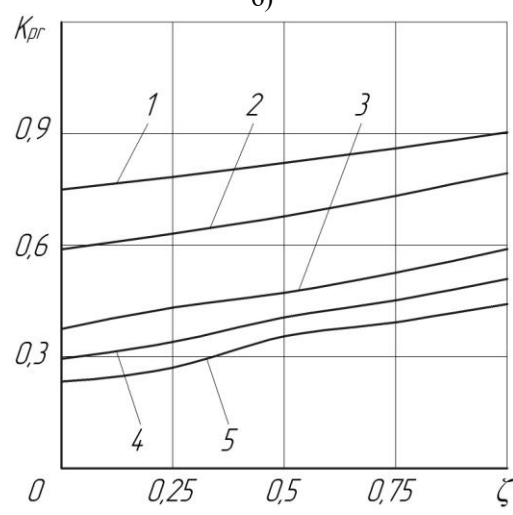
а)



б)



в)



г)

Рисунок 2 – Зависимость коэффициента присоединенной массы бетонной смеси K_{pr} толщиной слоя: а) $H=10$ см; б) $H=15$ см; в) $H=20$ см; г) $H=25$ см в зависимости от коэффициента относительной пластической деформации бетонной смеси ζ и ее консистенции: 1 – при осадке конуса смеси ОК=3,5 – 4 см; 2 – при жесткости смеси Ж=30 с; 3 – при Ж=60 с; 4 – при Ж=90 с; 5 – при Ж=120 с

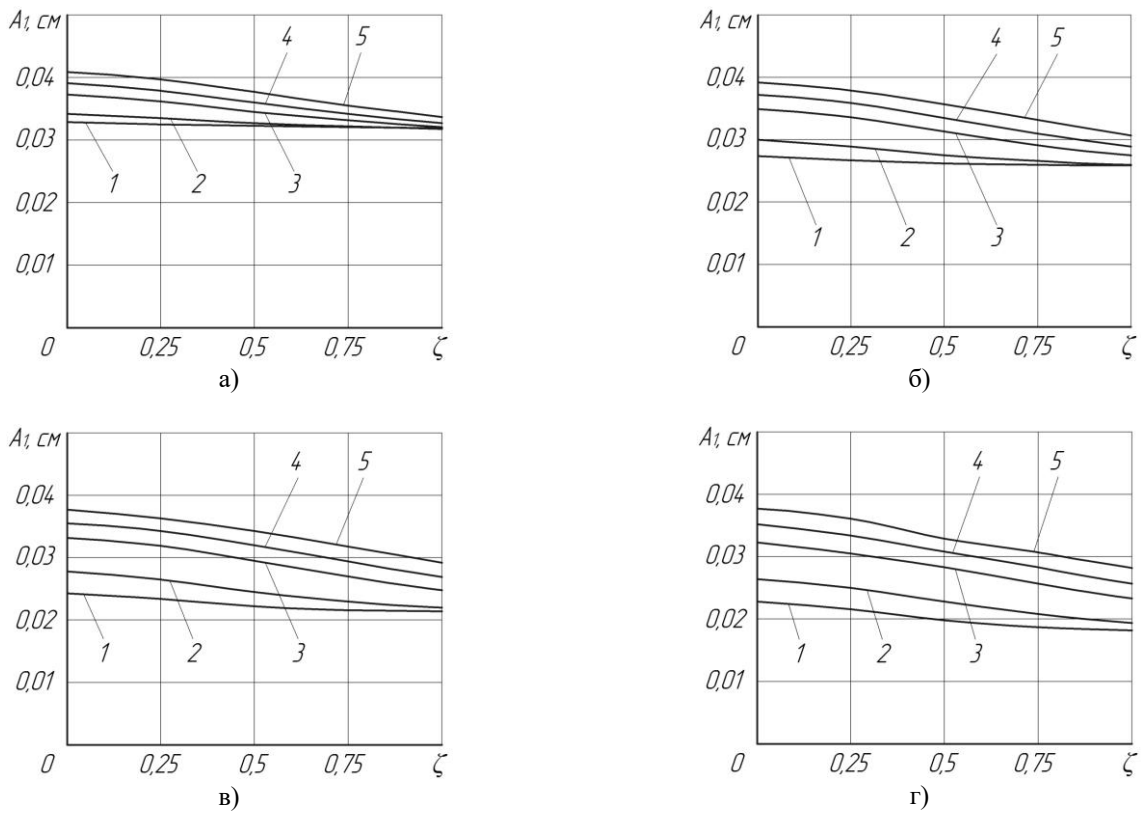


Рисунок 3 – Зависимость амплитуды колебаний дна формы A_1 при толщине слоя: а) $H=10$ см; б) $H=15$ см; в) $H=20$ см; г) $H=25$ см в зависимости от коэффициента относительной пластической деформации бетонной смеси ζ и ее консистенции: 1 – при осадке конуса смеси ОК=3,5 – 4 см; 2 – при жесткости смеси Ж=30 с; 3 – при Ж=60 с; 4 – при Ж=90 с; 5 – при Ж=120 с

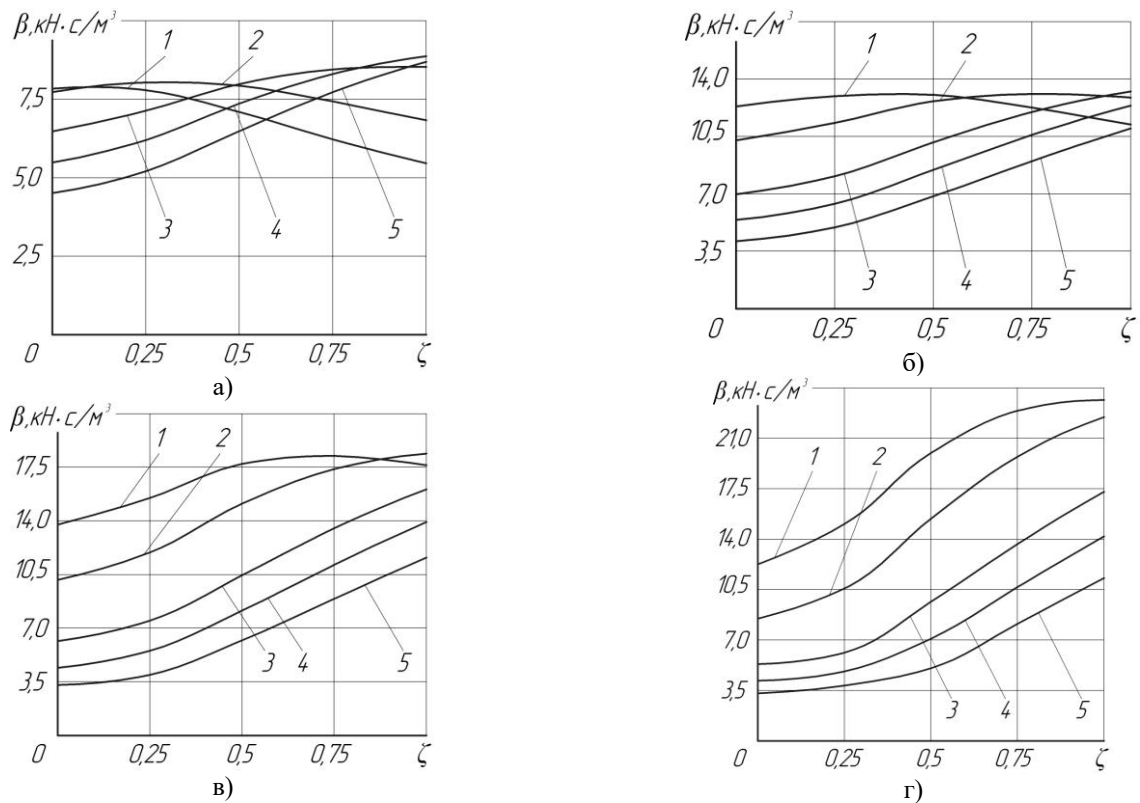


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента неупругого сопротивления бетонной смеси β толщиной слоя: а) $H=10$ см; б) $H=15$ см; в) $H=20$ см; г) $H=25$ см в зависимости от коэффициента относительной пластической деформации бетонной смеси ζ и ее консистенции: 1 – при осадке конуса смеси ОК=3,5 – 4 см; 2 – при жесткости смеси Ж=30 с; 3 – при Ж=60 с; 4 – при Ж=90 с; 5 – при Ж=120 с

Анализ данных, полученных на рис. 2 (а–г) показывает, что коэффициент приведенной массы бетонной смеси K_{pr} существенно зависит от коэффициента относительной пластической деформации бетонной смеси ζ и ее плотности, а также незначительно от толщины уплотняемого слоя H . При увеличении толщины уплотняемого слоя H и его плотности коэффициент приведенной массы бетонной смеси K_{pr} уменьшается, а при увеличении коэффициента относительной пластической деформации бетонной смеси ζ – возрастает.

Результаты, приведенные на рис. 3 (а–г) показывают, что существенное влияние на амплитуду колебаний днища формы A_I оказывает толщина уплотняемого слоя H и его плотность, а незначительное – коэффициент относительной пластической деформации бетонной смеси ζ . С увеличением коэффициента относительной пластической деформации бетонной смеси ζ и толщины уплотняемого слоя H амплитуда колебаний днища формы A_I убывает, а при увеличении консистенции смеси – возрастает.

Анализ данных, полученных на рис. 4 (а–г) показывает, что коэффициент неупругого сопротивления бетонной смеси β зависит от коэффициента относительной пластической деформации бетонной смеси ζ и ее плотности, а также незначительно от толщины уплотняемого слоя H . С увеличением коэффициента относительной пластической деформации бетонной смеси ζ коэффициент неупругого сопротивления β возрастает рис. 4 (г), (кривая 2 (в)), (кривые 3,4,5 (а – в)). При толщине уплотняемого слоя $H=20$ см (рис. 4 (в)) при ОК=3,5 – 4 см (1 кривая) коэффициент неупругого сопротивления бетонной смеси β увеличивается на участке до $\zeta=0.75$, а затем убывает. При толщине уплотняемого слоя $H=15$ см (рис.4 (б)) при ОК=3,5 – 4 см (1 кривая) коэффициент неупругого сопротивления бетонной смеси β возрастает на участке до $\zeta=0.5$, а затем убывает, а при $J=30$ с (кривая 2) на участке до $\zeta=0.75$ увеличивается, а затем незначительно убывает. При толщине уплотняемого слоя $H=10$ см (рис. 4 (а)) при ОК=3,5 – 4 см (1 кривая), $J=30$ с коэффициент неупругого сопротивления бетонной смеси β уменьшается. С увеличением консистенции уплотняемого слоя коэффициент неупругого сопротивления бетонной смеси β убывает, а с увеличением толщины уплотняемого слоя H – увеличивается.

ВЫВОДЫ. Определен закон движения основания уплотняемого слоя и днища формы. Получены закономерности изменения коэффициента присоединенной массы бетонной смеси, амплитуды колебаний днища формы, коэффициента неупругого сопротивления бетонной смеси в зависимости от толщины уплотняемого слоя, коэффициента относительной пластической деформации бетонной смеси и ее консистенции. Определен

характер взаимодействия виброплощадки с бетонной смесью при вертикально направленных колебаниях, её основные конструктивные параметры и параметры вибрационного воздействия на уплотняемую смесь, что позволяет разработать эффективную виброплощадку, обеспечивающую уплотнение жестких и умеренно жестких бетонных смесей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маслов А.Г., Иткин А.Ф. Теоретические основы вибрационного уплотнения цементобетонных смесей // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ. – 2004. – Вип. 5/2004 (28). – С. 45–49.
2. Саленко Ю.С. Горизонтальные бетоносмесители принудительного действия // Кременчук: ТОВ «Кременчуцька міська друкарня», 2013 – 218 с.
3. Волков С.А., Евтюков С.А. Строительные машины. – СПб.: Издательство ДНК, 2012. – 597 с.
4. Иткин А.Ф. Вибрационные машины для формирования бетонных изделий. – К.: «МП Леся», 2009. – 152 с.
5. Маслов А.Г., Саленко Ю.С. Вибрационные машины и процессы в дорожно-строительном производстве. – Кременчук: ИП Щербатих О.В., 2014. – 262 с.
6. Иткин А.Ф., Маслов А.Г. Сравнение теоретических и экспериментальных данных исследований виброплощадок с горизонтально направленными колебаниями // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ. – 2007. – Вип. 1 (42). Част. 2. – С. 14–18.
7. Маслов А.Г. Иткин А.Ф., Саленко Ю.С. Вибрационные машины для приготовления и уплотнения бетонных смесей. – Кременчук: ЧП Щербатих А.В. – 2014. – 324 с.
8. Маслов А.Г., Саленко Ю.С., Маслова Н.А. Исследование взаимодействия вибрирующей плиты с цементобетонной смесью // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ. – 2011. – Вип. 2 (67). Част. 1. – С. 93–98.
9. Маслов А.Г., Жанар Батсайхан. Исследование колебаний рабочего органа машины для уплотнения бетонных смесей в вибрационном рабочем режиме // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ. – 2015. – Вип. 2 (91). Част. 1. – С. 92–97.
10. Маслов А.Г., Иткин А.Ф. Исследование процесса уплотнения цементобетонных смесей на вибрационной площадке с жестко-упругими ограничителями // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДПУ. – 2005. – Вип. 6 (35). Част. 2. – С. 15–19.

RESEARCH INTERACTION WITH VIBROPLATFORM CONCRETE MIXTURES

A. Maslov, O. Kolesnik

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, 39600, Kremenchuk, Ukraine. E-mail: olgakolesnik21@list.ru

Purpose. Vibrating compaction method is a major in the manufacture of concrete and concrete products and is one of the most critical operations. In the process of vibratory compacting each elementary volume cement concrete mixture is exposed to the action of inertia and elastic - viscous forces, undergoes plastic flow and has the kinetic and potential energy, ie, mass and elastic - visco - plasticity are distributed throughout the volume of the deformed medium. Therefore, cement mixture to be considered as a system with distributed parameters. The study of the interaction of vibration machine with sealing cement concrete environment is represented as a system with distributed parameters, and development on this basis of embodiment and method of calculating the basic parameters of vibrating machines to create highly efficient energy-saving equipment for forming concrete and concrete products. The purpose of this study is to create a new design of vibration machine for forming concrete products, providing effective sealing of concrete mixtures. **Methodology.** In a study the concrete mix is considered as a system with distributed parameters. The solution of the wave equation of vibrations of the concrete mix in the vertical direction is obtained in the form of a complex function, satisfying the boundary conditions. We found the amplitude of the oscillation form of the bottom through which it is determined that the concrete mix that interacts with the bottom of the form in the vertical direction has inelastic and inertial properties and its in a discrete dynamic model can be reliably represented in the form of reduced mass and the coefficient of inelastic resistance. As a result, the theoretical expressions and values of their basic parameters were defined patterns change rate of the apparent mass of the concrete mix, the amplitude of oscillation of the bottom mold, the concrete mixture ratio of inelastic resistance depending on the thickness of the compacted layer, the relative ratio of plastic deformation of the concrete mix and its consistency. With the obtained regularities it were defined rational parameters of vibration impact on the concrete mix. **Results.** It was compiled the design scheme for the study of the interaction of form vibroplatform with concrete mix in the vertical direction. An oscillation wave equation concrete in the vertical direction in the form of a complex function is presented. The wave equation in complex form describes the law of motion of the sealing medium in the vertical direction depending on the location, frequency and amplitude of the disturbing force, physical and mechanical properties of the sealing mixture, the thickness of the sealable layer forms a mass exciter oscillation and stiffness of the elastic supports. It was detected the law of motion of the base and the bottom layer of compacted form. The theoretical expression can determine rational parameters of vibration machine and justify rational modes of vibration impact on the condensed concrete mixture is vertically directed vibrations. **Originality.** It was determined the propagation of waves of deformations in the sealed environment and the limits of patterns of change in the coefficient of added mass of the concrete mix, the amplitude of oscillation of the bottom mold, the coefficient of inelastic resistance of the concrete mix, which allowed to substantiate the basic design parameters of vibroplatform and rational modes of vibration impact on the sealing environment. **Practical value.** Vibratory has high energy and high efficiency in the manufacturing of hard compaction and plastic blends and finds wide application in the construction industry. References 10, tables 0, figures 5.

Key words: vibratory compaction, concrete mix, shaker table, the settlement scheme, rational parameters.

REFERENCES

- Maslov, A.G., Itkin, A.F. (2004), "Theoretical basis of vibration compaction of cement-concrete mixtures", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi State Polytechnic University*, iss. (28), pp. 45 – 49.
- Salenko, Y.S. (2013), *Gorizontalnyie betonosmesiteli prinuditelnogo deystviya: monografiya* [Horizontal compulsory mixer: monograph], LLC "Kremenchutska miska Drukarnya", Kremenchug, Ukraine.
- Volkov, S.A., Evtyukov, S.A. (2012), *Stroitelnye mashiny* [Construction machinery], Publishing house DNK, Saint Petersburg, Russia.
- Itkin, A.F. (2009), *Vybratsyonnye mashyny dlya formovaniya betonnykh izdeliy* [Vibrating machines forming of the concrete products], "Les MP", Kyiv, Ukraine.
- Maslov, A.G., Salenko, Y.S. (2014), *Vibratsionnye mashyny i protsessy v dorozhno-stroitelnom proizvodstve: monografiya* [Vibrating machines and processes in road construction industry: monograph], PP Cherbatykh, Kremenchuk, Ukraine.
- Itkin, A.F., Maslov, A.G. (2007), "Comparison of theoretical and experimental studies of vibration platforms with horizontal vibrations", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi State Polytechnic University*, iss. (42), pp. 14 – 18.
- Maslov, A.G., Itkin, A.F., Salenko, Y.S. (2014), *Vibratsionnye mashyny dlya prigotovleniya i uplotneniya betonnykh smesey* [Vibrating machines for the preparation and compaction of concrete mixes], PP Cherbatykh, Kremenchuk, Ukraine
- Maslov, A.G., Salenko, Y.S., Maslova, N.A. (2011), "Study of the interaction between a vibrating plate with cement concrete mixture", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, iss. (67), pp. 93–98.
- Maslov, A.G., Batsaikhan, Z. (2015), "The Research of oscillations of the machine working body of the for compaction of concrete mixes in vibration working mode", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, iss. (91), pp. 92–97.
- Maslov, A.G., Itkin, A.F. (2005), "Investigation of sealing cement-concrete mixtures on the vibration platform with a tough-elastic stops", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi State Polytechnic University*, iss. (35), pp. 15–19.

Стаття надійшла 19.01.2015.