

**РАЗРАБОТКА КРЕСТООБРАЗНОГО ГЛУБИННОГО УПЛОТНИТЕЛЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ****Жанар Батсайхан**Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: kmt0.43@gmail.com

Проведены исследования применяемых в строительном производстве конструкций и способов уплотнения бетона глубинными вибраторами, выявлены их положительные и отрицательные свойства. Предложена принципиально новая конструкция крестообразного глубинного уплотнителя. Показаны основы способа уплотнения бетонной смеси переменным амплитудно-частотным деформированием бетонной смеси, которое возникает в результате действия пространственных колебаний предлагаемого крестообразного глубинного уплотнителя. Приведена расчетная схема и составлены уравнения движения вертикальных плит крестообразного наконечника в виде прямолинейных колебаний центра тяжести крестообразного глубинного уплотнителя в горизонтальном направлении во взаимно перпендикулярных плоскостях, а также крутильных колебаний относительно координатных осей, проходящих через центр тяжести уплотнителя. Установлена закономерность движения рабочих поверхностей крестообразного уплотняющего наконечника, взаимодействующих с бетонной смесью в направлении координатных осей, проходящих через центр тяжести и вызывающих в бетонной среде нормальные напряжения. Полученные результаты исследований позволяют обосновать рациональные параметры и режимы вибрационного воздействия крестообразного глубинного уплотнителя на бетон различной консистенции.

**Ключевые слова:** крестообразный глубинный уплотнитель, бетонная смесь, вибрационное уплотнение.

**РОЗРОБКА ХРЕСТОПОДІБНОГО ГЛИБИННОГО УЩІЛЬНЮВАЧА БЕТОННИХ СУМІШЕЙ****Жанар Батсайхан**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: kmt0.43@gmail.com

Проведено дослідження застосовуваних в будівництві конструкцій і способів ущільнення бетону глибинними вібраторами, виявлені їх позитивні і негативні властивості. Запропонована принципово нова конструкція хрестоподібного глибинного ущільнювача, який складається з занурюваного в бетонну суміш ущільнюючого наконечника, виконаного у вигляді сполучених хрестовим чином вертикальних плит. На верхній частині ущільнюючого хрестоподібного наконечника за допомогою опорного кільця змонтовано вібробудувач кругових коливань. Описано конструкція малогабаритного вібробудувача кругових коливань з вертикально розташованим монолітним дебалансним валом. Описано робота запропонованого хрестоподібного глибинного ущільнювача. Показано основи принципу дії способу ущільнення бетонної суміші змінним амплітудно-частотним деформуванням бетонної суміші, яке виникає в результаті просторових коливань запропонованого хрестоподібного глибинного ущільнювача. Наведена розрахункова схема і складені рівняння руху вертикальних плит хрестоподібного наконечника у вигляді прямолінійних коливань центру тяжкості хрестоподібного глибинного ущільнювача в горизонтальному напрямку у взаємно перпендикулярних площинах, а також крутильних коливань відносно координатних осей, що проходять через центр ваги ущільнювача. Встановлено закономірність руху робочих поверхонь хрестоподібного ущільнюючого наконечника, взаємодіючих з бетонною сумішшю в напрямку координатних осей, що проходять через центр ваги і викликають у бетонному середовищі нормальні напруги. Отримані результати досліджень дозволяють: обґрунтувати раціональні параметри хрестоподібного глибинного ущільнювача, що здійснює просторові коливання і викликає в бетонній суміші змінні амплітудно-частотні деформації, що сприяють ефективному ущільненню; знайти раціональні режими вібраційного впливу на бетонні суміші різної консистенції. Пропонований хрестоподібний глибинний ущільнювач може знайти широке застосування в практиці будівництва.

**Ключові слова:** хрестоподібний глибинний ущільнювач, бетонна суміш, вібраційне ущільнення.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** Для внутреннего (глубинного) вибрирования используют глубинные вибраторы [1–4], снабженные погружаемыми в бетонную смесь круглыми наконечниками различного диаметра. Они имеют малый радиус проработки бетонной смеси и используются в основном для уплотнения пластичных бетонных смесей. Для повышения производительности используют собранные в пакеты глубинные вибраторы, которые имеют индивидуальные приводы [5]. Эти устройства имеют достаточно сложную конструкцию и используются при больших объемах бетонирования. Для увеличения производительности вибрирования уложенного массива бетонной смеси был предложен плоскостной глубинный уплотнитель [6], который состоит из вертикальной плоской плиты, на которой смонтиро-

ваны два глубинных вибратора с индивидуальным приводом каждого. Из-за большого веса этот глубинный уплотнитель не мог использоваться в качестве ручного механизма. Эти глубинные вибраторы снабжаются планетарными вибровозбудителями колебаний, которые быстро выходят из строя [7].

С целью повышения эффективности уплотнения бетонных смесей различной консистенции был предложен плоскостной глубинный уплотнитель [8], состоящий из вертикальной плоской плиты, в верхней части которой смонтирован вибровозбудитель круговых колебаний, сообщаемой уплотняющей вертикальной плите пространственные колебания в горизонтальной плоскости в одном направлении.

Дальнейшее увеличение производительности вибрирования требует создания новых конструкций

глубинных уплотнителей. Поэтому создание высокопроизводительного и высокотехнологичного глубинного уплотнителя простой конструкции, имеющего высокую надежность и обеспечивающего уплотнение бетонных смесей различной консистенции, является актуальной задачей.

Цель работы – разработка высокоэффективного крестообразного глубинного вибрационного уплотнителя бетонных смесей различной консистенции.

**МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.** На основании проведенных исследований [8–10] был разработан крестообразный глубинный уплотнитель, оборудованный вибровозбудителем круговых колебаний с вертикальным валом (рис. 1–2).

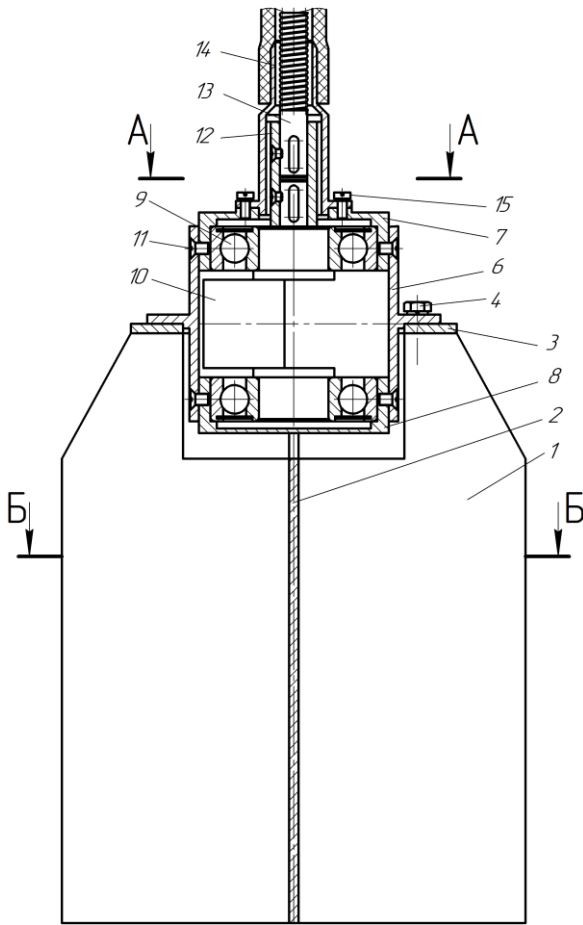


Рисунок 1 – Общий вид крестообразного глубинного уплотнителя

Предлагаемый крестообразный глубинный виброуплотнитель включает уплотняющий наконечник, выполненный в виде соединенных крестовым образом вертикальных плит 1 и 2, к верхней части которых жестко прикреплено опорное кольцо 3, и закрепленный на этом кольце при помощи резьбовых соединений 4 вибровозбудитель круговых колебаний 5. Вибровозбудитель круговых колебаний состоит из стального тонкостенного корпуса 6, внутри которого закреплены проходная 7 и глухая 8 опоры, в которых при помощи радиальных подшипников 9 смонтирован монолитный дебалансный вал 10. Опоры 7 и 8 закреплены в корпусе 6 при помощи винтов 11. Выходной конец монолитного деба-

лансного вала 10 при помощи втулочной муфты 12 соединен с гибким валом 13, который связан с приводным электродвигателем (на рисунке не показан). Гибкий вал 13 помещен в гибком герметичном кожухе 14 с фланцем, который при помощи винтов 15 закреплен на проходной опоре 7.

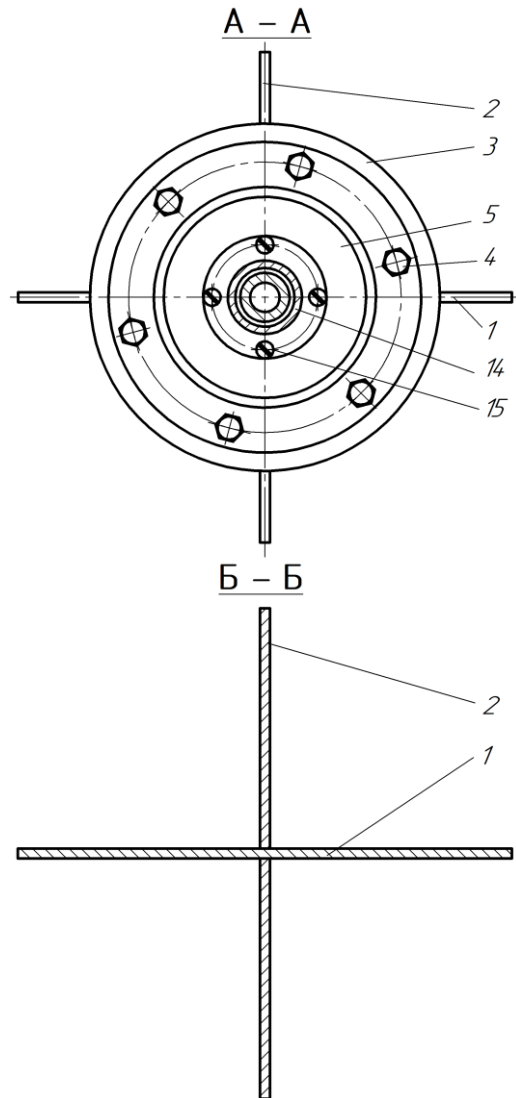


Рисунок 2 – Общий вид крестообразного глубинного уплотнителя (Разрезы А – А и Б – Б на рис. 1)

Работа крестообразного глубинного уплотнителя осуществляется следующим образом.

Включают вибровозбудитель колебаний и уплотняющий наконечник вводят в бетонную смесь, уложенную ровным слоем. Под действием вибровозбудителя круговых колебаний 5 уплотняющий наконечник совершает сложные движения в виде прямолинейных и крутильных колебаний относительно центра тяжести рассматриваемой динамической системы и непрерывно деформирует бетонную смесь во всех направлениях в горизонтальной плоскости. При этом создаваемое переменное амплитудно-частотное вибрационное воздействие вызывает предельное разрушение структурных связей и течение бетонной смеси, что приводит к интенсивной переориентации

минеральных частиц, вытеснению воздуха и образованию более плотной упаковки.

На характер колебаний рассматриваемой динамической системы во взаимно перпендикулярных плоскостях и эффективность вибрационного уплотнения уложенной смеси существенное влияние оказывают масса и моменты инерции крестообразного глубинного уплотнителя и приведенной массы бетонной смеси, площадь нормального взаимодействия вертикальных плит с бетонной смесью, направление, частота и амплитуда возмущающей силы вибровозбудителя колебаний, координаты центра тяжести колеблющейся массы, расстояние от вибровозбудителя круговых колебаний до центра тяжести колеблющейся массы, физико-механические характеристики смеси и толщина уплотняемого слоя, силы нормального взаимодействия и силы трения, возникающие между вертикальными плитами и уплотняемой массой. Колеблющаяся масса включает приведенную массу бетонной смеси и массу крестообразного глубинного виброуплотнителя.

Для предварительного определения основных параметров крестообразного глубинного уплотнителя рассмотрим его расчетную схему для описания колебаний в режиме холостого хода (рис. 3). Полагаем, что крестообразный глубинный уплотнитель подвешен за гибкий герметичный кожух 14.

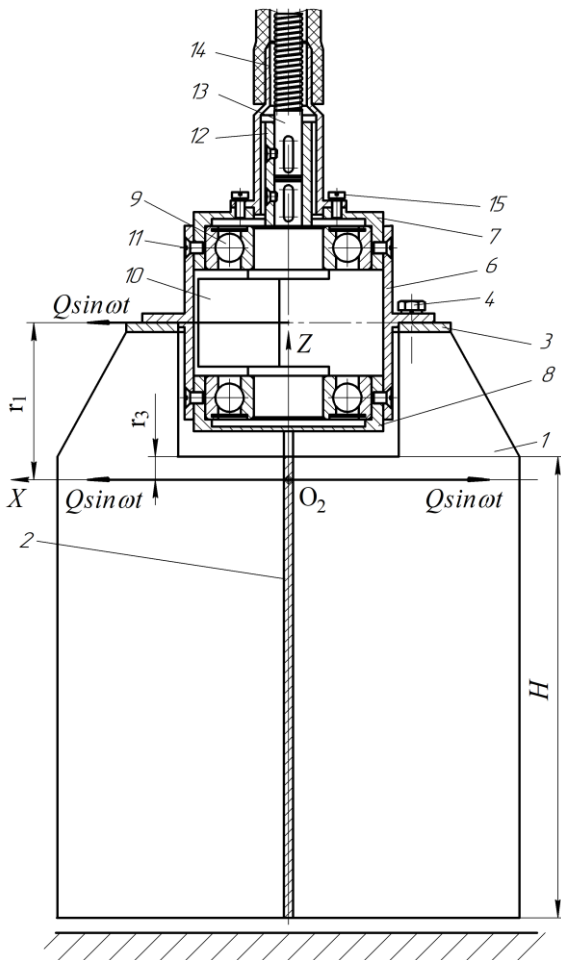


Рисунок 3 – Расчетная схема крестообразного глубинного уплотнителя в режиме холостого хода

Колебания представленной динамической системы будем рассматривать, как в направлении координатной оси  $X$ , так и в направлении координатной оси  $Y$ , проходящих через центр тяжести  $O_2$ . Под действием горизонтальной возмущающей силы, развиваемой вибровозбудителем круговых колебаний, вертикальные плиты 1 и 2 уплотняющего совершают сложные движения: а) линейные перемещения в направлении координатной оси  $X$  и крутильные колебания относительно координатной оси  $Y$ , проходящие через центр тяжести  $O_2$  колеблющейся системы; б) линейные перемещения в направлении координатной оси  $Y$  и крутильные колебания относительно координатной оси  $X$ . При этом вертикальная плита 2 перемещается в направлении координатной оси  $X$ , а вертикальная плита 1 – в направлении координатной оси  $Y$ .

Движение вибрационного наконечника крестообразного глубинного уплотнителя в режиме холостого хода можно описать следующей системой уравнений:

– прямолинейные перемещения в горизонтальной плоскости в направлении координатных осей  $X$  и  $Y$ :

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + b_3 \frac{dx}{dt} + c_3 x = Q \sin \omega t, \quad (1)$$

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

– угловые перемещения относительно координатных осей  $Y$  и  $X$ :

$$J \frac{d^2 \psi}{dt^2} + n_3 \frac{d\psi}{dt} + k_3 \psi = Q r_1 \sin \omega t, \quad (3)$$

$$J \frac{d^2 \theta}{dt^2} + n_3 \frac{d\theta}{dt} + k_3 \theta = Q r_1 \cos \omega t, \quad (4)$$

где  $x$  – линейные перемещения вибрационного наконечника по центру тяжести колеблющейся системы в направлении координатной оси  $X$ ;  $y$  – линейные перемещения вибрационного наконечника по центру тяжести колеблющейся системы в направлении координатной оси  $Y$ ;  $\psi$  – угловые перемещения вибрационного наконечника относительно координатной оси  $Y$ , проходящей через центр тяжести колеблющейся системы;  $\theta$  – угловые перемещения вибрационного наконечника относительно координатной оси  $X$ , проходящей через центр тяжести колеблющейся системы;  $m$  – масса крестообразного глубинного уплотнителя;  $J$  – момент инерции крестообразного глубинного уплотнителя относительно центра тяжести  $O_2$  колеблющейся массы;  $b_3, c_3$  – значения коэффициентов неупругого и упругого сопротивления гибкого герметичного кожуха, за который подвешен крестооб-

разный глубинный уплотнитель, эти значения равны, как в направлении координатной оси  $X$ , так и в направлении координатной оси  $Y$ ;  $n_3, k_3$  – значения коэффициентов неупругого и упругого сопротивлений гибкого герметичного кожуха при угловых колебаниях;  $Q$  – амплитуда возмущающей силы вибровозбудителя колебаний;  $\omega$  – угловая частота вынужденных колебаний;  $r_1$  – расстояние по вертикали от центра масс дебаланса вибровозбудителя колебаний до центра тяжести крестообразного глубинного уплотнителя;  $t$  – время.

На основании известных методов классической теории колебаний [11, 12, 13], найдем решение уравнений (1 – 4) в следующем виде:

$$x(t) = A_0 \sin(\omega t - \varphi_1), \quad (5)$$

$$y(t) = A_0 \cos(\omega t - \varphi_1), \quad (6)$$

$$\psi(t) = \Psi_0 \sin(\omega t - \varphi_2), \quad (7)$$

$$\theta(t) = \Psi_0 \cos(\omega t - \varphi_2), \quad (8)$$

где  $A_0$  – амплитуда линейных колебаний центра тяжести  $O_2$  крестообразного глубинного уплотнителя в направлении координатных осей  $X$  и  $Y$ ,

$$A_0 = \frac{Q}{\sqrt{(c_3 - m\omega^2)^2 + b_3^2 \omega^2}}, \quad (9)$$

где  $\Psi_0$  – амплитуда угловых колебаний крестообразного глубинного уплотнителя вокруг координатных осей  $Y$  и  $X$ , проходящих через центра тяжести  $O_2$ ,

$$\Psi_0 = \frac{Qr_1}{\sqrt{(k_3 - J\omega^2)^2 + n_3^2 \omega^2}}, \quad (10)$$

где  $\varphi_1$  – угол сдвига фаз между амплитудой возмущающей силы  $Q$  и амплитудой линейных перемещений  $A_0$ ,

$$\varphi_1 = \arctg[b_3\omega / (c_3 - m\omega^2)], \quad (11)$$

где  $\varphi_2$  – угол сдвига фаз между амплитудой момента возмущающей силы  $Qr_1$  и амплитудой угловых перемещений  $\Psi_0$ ,

$$\varphi_2 = \arctg[n_3\omega / (k_3 - J\omega^2)]. \quad (12)$$

Закон движения рабочей поверхности вертикальной плиты 2, взаимодействующей с бетонной смесью в направлении координатной оси  $X$ , и вызывающей в этой бетонной среде нормальные на-

пряжения, может быть на основании выражений (5) и (7) представлен в виде следующей функции:

$$X_n(z, t) = x(t) + z\psi(t) \quad \text{при} \quad -(H - r_3) \leq z \leq r_3. \quad (13)$$

Подставляя в выражение (13) значения функций  $x(t)$  (5) и  $\psi(t)$  (7) получим зависимость для описания закона движения рабочей поверхности вертикальной плиты 2, контактирующей с бетонной смесью в направлении координатной оси  $X$ , в следующем виде:

$$X_n(z, t) = A_x(z) \sin[\omega t - \varphi_x(z)] \quad \text{при} \quad -(H - r_3) \leq z \leq r_3, \quad (14)$$

где  $A_x(z)$  – амплитуда перемещений вертикальной плиты, взаимодействующей рабочей поверхностью с бетонной смесью в направлении координатной оси  $X$ , в зависимости от координаты  $z$ ,

$$A_x(z) = \sqrt{A_0^2 + \Psi_0^2 z^2 + 2A_0\Psi_0 z \cos(\varphi_1 - \varphi_2)}, \quad (15)$$

где  $\varphi_x(z)$  – угол сдвига фаз между амплитудой возмущающей нагрузки и амплитудой перемещения определенной точки на вертикальной плите с координатой  $z$ ,

$$\varphi_x(z) = \arctg \frac{A_0 \sin \varphi_1 + \Psi_0 z \sin \varphi_2}{A_0 \cos \varphi_1 + \Psi_0 z \cos \varphi_2}. \quad (16)$$

Закон движения рабочей поверхности вертикальной плиты 1, взаимодействующей с бетонной смесью в направлении координатной оси  $Y$ , и вызывающей в этой бетонной среде нормальные напряжения, может быть на основании выражений (6) и (8) представлен в виде следующей функции:

$$Y_n(z, t) = y(t) + z\theta(t) \quad \text{при} \quad -(H - r_3) \leq z \leq r_3. \quad (17)$$

Подставляя в выражение (17) значения функций  $y(t)$  (6) и  $\theta(t)$  (8) получим зависимость для описания закона движения рабочей поверхности вертикальной плиты 1, контактирующей с бетонной смесью в направлении координатной оси  $Y$ , в следующем виде:

$$Y_n(z, t) = A_y(z) \cos[\omega t - \varphi_y(z)] \quad \text{при} \quad -(H - r_3) \leq z \leq r_3, \quad (18)$$

где  $A_y(z)$  – амплитуда перемещений вертикальной плиты, взаимодействующей рабочей поверхностью с бетонной смесью в направлении координатной оси  $Y$ , в зависимости от координаты  $z$ ,  $\varphi_y(z)$  – угол

сдвига фаз между амплитудой возмущающей нагрузки и амплитудой перемещения определенной точки на вертикальной плите с координатой  $Z$ .

Поскольку гибкий герметичный кожух имеет одинаковые значения коэффициентов упругого и неупругого сопротивления как в направлении координатной оси  $X$ , так и в направлении координатной оси  $Y$ , то

$$A_y(z) = A_x(z), \text{ а } \varphi_y(z) = \varphi_x(z). \quad (19)$$

Анализ полученных теоретических выражений (14 – 19) показывает, что крестообразный наконечник предлагаемого глубинного уплотнителя совершает при работе пространственные колебания и обеспечивает тем самым эффективное уплотнение бетонной смеси переменным амплитудно-частотным воздействием.

**ВЫВОДЫ.** На основе анализа существующих конструкций и способов уплотнения бетонных смесей глубинными вибраторами предложена принципиально новая конструкция крестообразного глубинного уплотнителя, который состоит из погружаемого в бетонную смесь уплотняющего наконечника, в верхней части которого смонтирован вибровозбудитель круговых колебаний. Определены рациональные параметры плоскостного глубинного уплотнителя. Установлена закономерность движения рабочих поверхностей крестообразного глубинного уплотнителя, контактирующих с уплотняемой бетонной смесью. Проведенными исследованиями установлены основные параметры вибрационного воздействия на уплотняемую среду в виде переменного амплитудно-частотного деформирования уплотняемой среды. Предлагаемый крестообразный глубинный уплотнитель может найти широкое применение в практике строительства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Juradin S., Baloević G. & Harapin A. Impact of Vibrations on the Final Characteristics of Normal and Self-compacting Concrete. *Journal of Materials Research*. 2014, Vol. 17(1), pp. 178–185.
2. Sudarshan N. M. & Chandrashekar Rao T. Vibration Impact on Fresh Concrete of Conventional and

UHPFRC. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2017, Vol. 12, 8th edn, pp. 1683–1690.

3. Koh H.B., Yeoh D. & Shahidan S. Effect of re-vibration on the compressive strength and surface hardness of concrete. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2017, Vol. 271, 012057, pp. 1–6.

4. Gutierrez J., Ruiz E. & Trochu F. (2013), High-frequency vibrations on the compaction of dry fibrous reinforcements. *Journal of Advanced Composite Materials*. 2013, Vol. 22 (1), pp. 13–27.

5. Волков С. А., Евтюков С. А. Строительные машины. СПб.: ДНК, 2012. 597 с.

6. Стаценко А. С. Технология каменных работ в строительстве. Минск: Выш. шк. 2010. 255 с.

7. Герасимов М. Д., Герасимов Д. М. Определение закона движения, скорости и ускорения центра масс планетарного вибровозбудителя. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2013. № 12. С. 8–11.

8. Maslov A., Janar Batsaikhan, Puzyr R, Salenko Yu. The Determination of the Parameters of a Vibration Machine for the Internal Compaction of Concrete Mixtures. *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, Vol. 7 (4.3), pp. 12–19.

9. Maslov O., Janar Batsaikhan, Salenko Yu. The Theory of Concrete Mixture Vibratory Compacting. *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, Vol. 7 (3.2), pp. 239–244.

10. Nesterenko M., Maslov A., Salenko Ju. Investigation of Vibration Machine Interaction With Compacted Concrete Mixture. *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, Vol. 7 (3.2), pp. 260–264.

11. Маслов А. Г., Саленко Ю. С. Вибрационные машины и процессы в дорожно-строительном производстве: монография. Кременчук: ПП Щербатых О.В, 2014. 262 с.

12. Маслов А. Г., Саленко Ю. С., Маслова Н. А. Исследование взаимодействия вибрирующей плиты с цементобетонной смесью. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2011. Вип. 2 (67), част. 1. С. 93–98.

13. Маслов А. Г. Иткин А. Ф., Саленко Ю. С. Вибрационные машины для приготовления и уплотнения бетонных смесей: монография. Кременчук: ЧП Щербатых А.В, 2014. 324 с.

#### THE DEVELOPMENT OF A CROSS-SHAPED DEEP SEAL OF CONCRETE MIX

**Janar Batsaikhan**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: kmto.43@gmail.com

**Purpose.** Development of high-performance cross-shaped deep vibration seal of concrete mixtures of different consistency is the purpose of this work. **Methodology.** The study uses the construction of structures and methods of compaction of concrete deep vibrators, identifies their positive and negative properties. A fundamentally new design of a cross-shaped deep seal, which consists of a sealing tip immersed in a concrete mixture, is proposed. The tip is made in the form of cross-connected vertical plates. On top of the sealing of the cross-shaped tip with the help of the support ring a vibration exciter circular oscillation is mounted. The design of a small-sized circular vibration exciter with a vertically arranged monolithic unbalance shaft is described. The work of the proposed cruciform deep seal is described. The fundamentals of the principle method of the concrete mixture compaction by variable amplitude-frequency deformation of the concrete mixture, which occurs as a result of spatial oscillations of the proposed cross-shaped deep seal, are shown. **Results.** The calculation scheme is presented and the equations of motion of the vertical plates of the cruciform tip in the form of rectilinear oscillations of the center of gravity of the cruciform deep seal in the horizontal direc-

tion in mutually perpendicular planes, as well as torsional vibrations with respect to the coordinate axes passing through the center of gravity of the seal. **Originality.** The regularity of the motion of the working surfaces of the cruciform sealing tip interacting with the concrete mixture in the direction of the coordinate axes passing through the center of gravity and causing normal stresses in the concrete medium is established. **Practical.** The obtained results allow: to justify the rational parameters of the cruciform deep seal, performing spatial vibrations and causing variable amplitude-frequency deformation in the concrete mixture, contributing to effective compaction; to find rational modes of vibration impact on concrete mixtures of different consistency. The proposed cross-shaped deep seal can be widely used in construction practice. References 10, tables 0, figures 3.

**Keywords:** cross-shaped deep seal, concrete mix, vibration seal.

#### REFERENCES

1. Juradin, S., Baloević, G., Harapin, A. (2014), Impact of Vibrations on the Final Characteristics of Normal and Self-compacting Concrete, *Journal of Materials Research*, 17(1), pp. 178-185.
2. Sudarshan, N. M., Chandrashekar, Rao T. (2017), Vibration Impact on Fresh Concrete of Conventional and UHPFRC, *International Journal of Applied Engineering Research*, Vol. 12, 8<sup>th</sup> edn, pp. 1683-1690.
3. Koh, H. B., Yeoh, D., Shahidan, S. (2017), Effect of re-vibration on the compressive strength and surface hardness of concrete, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 271, 012057, pp. 1 – 6.
4. Gutierrez, J, Ruiz, E., Trochu, F. (2013), High-frequency vibrations on the compaction of dry fibrous reinforcements, *Journal of Advanced Composite Materials*, Vol. 22 (1), pp. 13 – 27.
5. Volkov, S. A., Evtyukov, S. A. (2012), *Stroitel'nye mashiny* [Construction machinery], "DNK", SPb, Russia.
6. Stacenko, A. S. (2010), *Tekhnologiya kamennyh rabot v stroitel'stve* [Technology of stone works in construction], "Vysh. shk.", Minsk, Belorussiya.
7. Gerasimov, M. D., Gerasimov, D. M. (2013), "Determination of the law of motion, speed and acceleration of the center of mass of the planetary vibration exciter", *International journal of applied and fundamental research*, No. 12, pp. 8-11.
8. Maslov, A., Batsaikhan, J., Puzyr, R., Salenko, Yu. (2018), The Determination of the Parameters of a Vibration Machine of the Internal Compaction of Concrete Mixtures, *International Journal of Engineering & Technology*, Vol. 7 (4.3), pp. 12-19.
9. Maslov, O., Batsaikhan, J., Salenko, Yu. (2018), The Theory of Concrete Mixture Vibratory Compacting, *International Journal of Engineering & Technology*, Vol. 7 (3.2), pp. 239-244.
10. Nesterenko, M., Maslov, A., Salenko, Ju. (2018), Investigation of Vibration Machine Interaction With Compacted Concrete Mixture, *International Journal of Engineering & Technology*, Vol. 7 (3.2), pp. 260-264.
11. Maslov, A. G., Salenko, Y. S. (2014), *Vibratsionnyie mashiny i protsessyi v dorozhno-stroitel'nom proizvodstve* [Vibrating machines and processes in road construction industry: monography], PP Cherbatykh, Kremenchuk, Ukraine.
12. 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, Kremenchug: KRNU*, Issue (67), pp. 93 – 98.
13. Maslov, A. G., Itkin, A. F., Salenko, Y. S. (2014), *Vibratsionnyie mashiny dlya prigotovleniya i uplotneniya betonnyih smesey* [Vibrating machines for the preparation and compaction of concrete mixes], PP Cherbatykh, Kremenchuk, Ukraine.

Стаття надійшла 31.10.2018.