

7. Kang M. K., Lee W.I., Hahn H.T., «Analysis of Vacuum Bag Resin Transfer Molding process», Composites, A 32, pp. 1553-1560, 2001.
8. Storozhuk N.A., «Theoretical study on vacuum compaction of concrete mixes», Herald of the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Volume 2-3, pp. 32-38, 2012.
9. ACI 318M – 011: «Building Code Requirements for Reinforced Concrete», ACI Committee 318M, 2011.
10. ASTM A615/615M-05a, «Standard Specification for Deformed and Plain Carbon Structural Steel Bars for Concrete Reinforcement», Annual Book of ASTM Standards, Vol.01.02, 2005.
11. ASTM Designation C39-86 «Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens», 1989 Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pennsylvania, Section 4, V.04.02.

УДК 693.95(075.8)

Саленко Ю.С.

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

РАЗРАБОТКА ОДНОВАЛЬНОГО ВИБРАЦИОННОГО СМЕСИТЕЛЯ БЕТОНА

Введение. Бетоносмесители принудительного действия широко используются в строительном производстве для приготовления бетонных смесей и растворов. Используются роторные [1], одновальные [2, 3] и двухвальные бетоносмесители принудительного действия [4]. Одновальные бетоносмесители принудительного действия [2], предназначены для приготовления пластичных и жестких цементобетонных смесей. Они сочетают в себе высокую эффективность и простоту конструкции. Энергоемкость одновальных бетоносмесителей принудительного действия [2] отвечает требованиям стандарта [5] и имеет на 30 – 40% меньшую энергоемкость, чем двухвальные бетоносмесители принудительного действия. Современное производство требует создания бетоносмесительного оборудования с малой энергоемкостью. Эти машины должны обеспечивать эффективное приготовление жестких бетонных смесей. Снижения энергоемкости и повышения эффективности процесса приготовления можно достичь путем использования вибрационного воздействия на бетонную смесь в процессе её приготовления через корпус смесителя [6], в транспортирующем в зону перемешивания виброротке [7] или через встроенную в корпус смесителя вибрационную заслонку [8]. Эти вибрационные смесители

снабжены вибровозбудителями направленных [6] или круговых колебаний [7, 8]. Они обеспечивают приготовление жестких бетонных смесей, но требуют дополнительной защиты электропривода от вредных вибрационных воздействий, передаваемых от вибрирующих механизмов. Дальнейшего снижения энергоемкости и упрощения конструкции одновальных смесителей принудительного действия [2, 8], предназначенных для приготовления жестких и сверхжестких бетонных смесей можно достичь путем внедрения в технологический процесс перемешивания вибрационного воздействия на бетонную смесь, создаваемого крутильными колебаниями вибразаслонки [9].

Цель и задачи. Исследование и разработка одновального лопастного бетоносмесителя принудительного действия, снабженного вибрационным устройством и обладающего малой энергоемкостью.

Результаты исследования. На рис. 1 и 2 представлен вибрационный смеситель бетона, который включает корпус 1 с загрузочным 2 и выгрузочным, закрытым заслонкой 3, отверстиями и центральный лопастной вал 4, смонтированный в подшипниковых опорах 5, вынесенных за пределы области перемешивания. На лопастном валу 4 смонтированы центральные 6 и пе-

риферийные 7 лопатки. Одновальный вибрационный смеситель бетона снабжен вибрационной заслонкой 8, смонтированной при помощи упругих прокладок 9 в продольном окне цилиндрического барабана смесителя 1 и снабженной вибровозбудителем колебаний 10, дебалансный вал которого расположен перпендикулярно продольной оси вибрационной плиты 8, причем дебалансы 11 и 12 закреплены на выходных концах вала вибровозбудителя колебаний и повернуты один относительно другого на угол 180° . Вибрационная заслонка 8 расположена в зоне наибольшего сопротивления движению лопаток 7 в смеси [2] и имеет вогнутую цилиндрическую поверхность с радиусом, равным радиусу внутренней поверхности смесительного барабана. Рабочие поверхности периферийных лопаток 7 имеют наклон к плоскости, перпендикулярной

оси вала, равный $\psi = 120 \dots 130^\circ$, а центральные лопатки 6 имеют наклон к плоскости, перпендикулярной оси вала, равный $\gamma = 30 \dots 40^\circ$. В результате образованы две прерывистые винтовые линии: одна из периферийных лопаток 7 для транспортирования смеси в зону выгрузки, а другая из центральных лопаток 6 для транспортирования смеси обратном направлении. Упругие прокладки 9 крепятся на барабане 1 и вибрационной заслонке 8 резьбовыми соединениями 13. Лопастной вал 4 смесителя связан с приводом (на рисунке не показан) при помощи полумуфты 14. Работа смесителя осуществляется следующим образом. Включают привод и предварительно отдозированные минеральные материалы и воду загружают вовнутрь смесительного барабана 1.

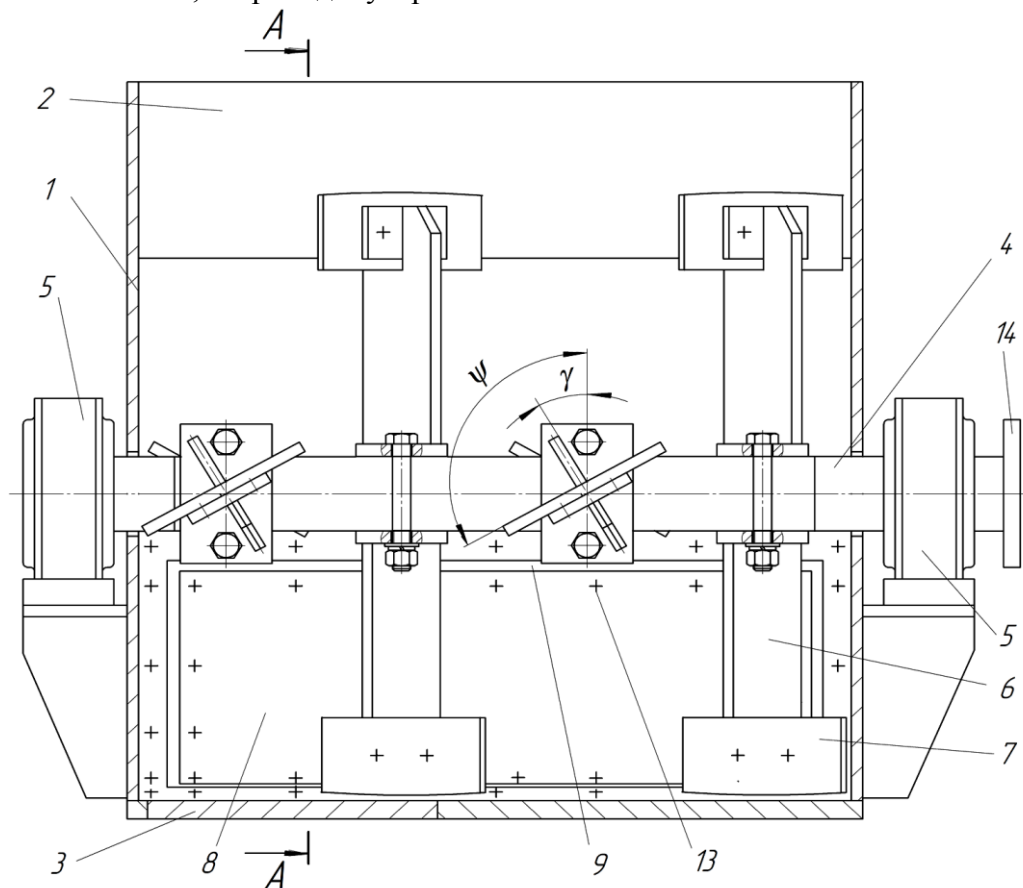


Рис. 1. Одновальный вибрационный смеситель бетона

При вращении вала лопасти интенсивно перемешивают смесь, одновременно перемещая ее по двум противополо-

жно направленным потокам: в центральной части и по периферии. Центральные лопатки 6 переводят смесь во взвешенное состояние и в виде центрального

потока перемещают её в продольном направлении к задней торцевой стенке корпуса. Периферийные лопатки 7 создают периферийный вращающийся поток смеси и одновременно перемещают её в продольном направлении к передней торцевой стенке корпуса. Одновременно вибрационная заслонка 8 оказывает на перемешиваемую смесь вибрационное воздействие. В результате смесь переходит в тексотропное состояние и уменьшается её коэффициент внутреннего трения. Это вызывает уменьшение сил сопротивления перемешиванию и возникает виброактивацию бетонной смеси. В результате сокращается продолжительность перемешивания и образуется однородная качественная смесь.

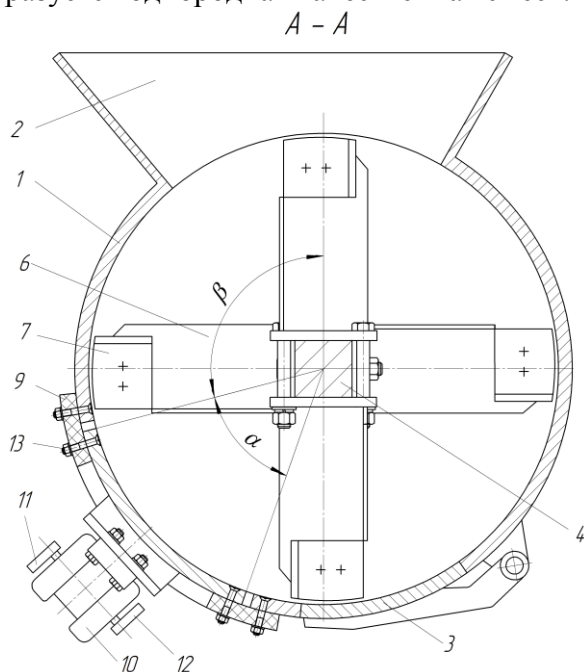


Рис. 2. Разрез А – А на рис. 1

Движение вибрационной заслонки под действием момента возмущающей силы вибровозбудителя колебаний $M(t)$ в виде крутильных (угловых) колебаний относительно продольной оси X и относительно поперечной оси Y , проходящих через центр тяжести C , можно описать следующей системой уравнений:

$$J_x \frac{d^2 \varphi_x}{dt^2} + (n_1 + n_{b1}) \frac{d\varphi_x}{dt} + k_1 \varphi_x = M \sin \omega t; \quad (1)$$

$$J_y \frac{d^2 \varphi_y}{dt^2} + (n_2 + n_{b2}) \frac{d\varphi_y}{dt} + k_2 \varphi_y = M \cos \omega t \quad (2)$$

где φ_x и φ_y – угловые перемещения вибрационной заслонки относительно координат X и Y ; J_x и J_y – моменты инерции масс вибрационной заслонки относительно координатных осей X и Y ; k_1 , k_2 – крутильные жесткости и n_1 , n_2 – коэффициенты неупругих сопротивлений упругих амортизаторов (прокладок) 9 (рис. 3) относительно координатных осей X и Y ; n_{b1} и n_{b2} – приведенные коэффициенты неупругого сопротивления бетонной смеси относительно координатных осей X и Y ; t – время.

Решение системы уравнений (1 – 2) для стационарных колебаний вибрационной заслонки, найдем в следующем виде:

$$\varphi_x(t) = \Phi_x \sin(\omega t - \xi_1); \quad (3)$$

$$\varphi_y(t) = \Phi_y \cos(\omega t + \xi_2), \quad (4)$$

где Φ_x и Φ_y – амплитуды крутильных колебаний вибрационной заслонки относительно координатных осей X и Y ; ξ_1 , ξ_2 – углы сдвига фаз между амплитудами моментов возмущающих сил и амплитудами вынужденных крутильных колебаний вибрационной заслонки;

$$\Phi_x = \frac{M}{\sqrt{(k_1 - J_x \omega^2)^2 + (n_1 + n_{b1})^2 \omega^2}}; \quad (5)$$

$$\Phi_y = \frac{M}{\sqrt{(k_2 - J_y \omega^2)^2 + (n_2 + n_{b2})^2 \omega^2}}; \quad (6)$$

$$\xi_1 = \arctg \frac{(n_1 + n_{b1})\omega}{k_1 - J_x \omega^2};$$

$$\xi_2 = \arctg \frac{(n_2 + n_{b2})\omega}{k_2 - J_y \omega^2}. \quad (7)$$

Используя зависимости (3 – 6), определим линейные перемещения поверхности вибрационной заслонки, контактирующей с обрабатываемой цементобетонной смесью в направлении координат Y и Z :

$$y(z, t) = \Phi_x z \sin(\omega t - \xi_1) \quad \text{при} \quad -0,5l \leq z \leq 0,5l; \quad (8)$$

$$z(x, t) = \Phi_y x \cos(\omega t + \xi_2) \quad \text{при} \quad -0,5L \leq x \leq 0,5L, \quad (9)$$

где l и L – хорда и длина вибрационной заслонки.

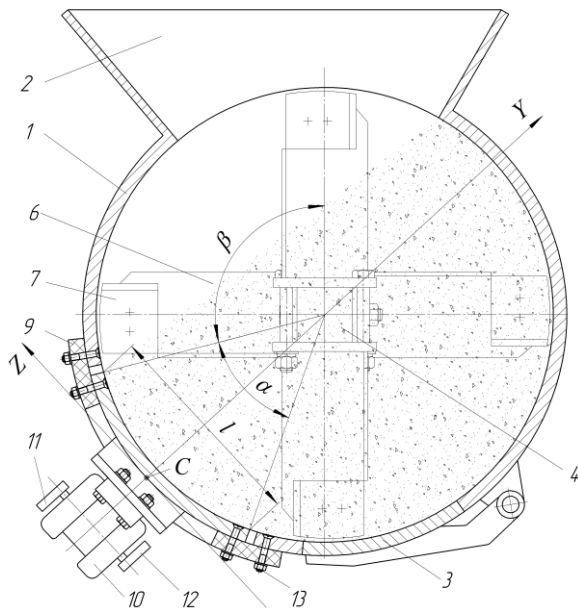


Рис. 3 – Расчетная схема одновального вибрационного смесителя бетона

Полученные выражения (3 – 9) позволяют установить закон движения вибрационной заслонки, взаимодействующей с цементобетонной смесью, а также обосновать рациональный технологический режим вибрационной обработки и виброактивации цементобетонной смеси, определить основные параметры предлагаемого бетоносмесителя.

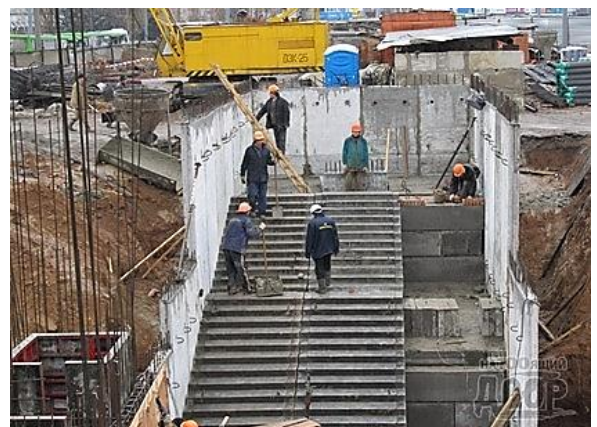
Выводы. Предложена новая конструкция одновального вибрационного лопастного смесителя, снабженная вибрационным устройством, позволяющим интенсифицировать процесс перемешивания и повысить качество смеси за счет её виброактивации. Вибрационный бетоносмеситель позволяет, повысить производительность и уменьшить в 1,6...1,8 раза установленную мощность привода, на 40...45% сократить продолжительность перемешивания цементобетонной смеси и обеспечить получение качественной цементобетонной смеси.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Богомолов А.А. Совершенствование конструкции смесительных машин / А.А. Богомолов // Вестник ХНАДУ. Сб. науч. тр. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – Вып. 29 – С. 217–220.
2. Саленко Ю.С. Горизонтальные бетоносмесители принудительного действия. Монография / Ю. С. Саленко – Кременчук: ТОВ

«Кременчуцька міська друкарня», 2013 – 218 с.

3. Одновальный бетоносмеситель. Интернет ресурс: <http://zzbo.satu.kz/g282759-odnovalnye-betonosmesiteli-zzbo>.
4. Бауман В.А. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций / В.А. Бауман, Б.В. Клушанцев, В.Д. Мартынов – М.: Машиностроение, 1981. – 384 с.
5. ГОСТ 16349 – 85. Смесители циклические для строительных материалов. Технические условия.
6. Берник М.П. Варіанти конструктивного виконання віброзмішувачів/ М.П. Берник // Вибрации в технике и технологиях. – 1998. – № 1 (15). – С. 12–13.
7. Маслов А.Г. Вибрационные машины и процессы в дорожном строительстве / А.Г. Маслов, В.М. Пономарь – К.: Будівельник, 1985. – 128 с.
8. Маслов А.Г. Вибрационные машины для приготовления и уплотнения бетонных смесей. Монография / А.Г. Маслов, А.Ф. Иткин, Ю.С. Саленко. – Кременчук: ЧП Щербатых А.В., 2014. – 324 с.
9. Пат. 63733 Україна, МПК (2011.01) B28C 5/00, E01C 19/00. Вібромеханічний змішувач з крутильними коливаннями / Маслов О.Г., Саленко Ю.С. – Заявл. 27.12.10; опубл. 25.10.11, Бюл. № 20.



Строительство метро на ул. Одесской в г. Харькове