

Роторно-вибрационный смеситель с одночастотным вибратором ромбовидного типа

Д.В. Лобанов^а, И.М. Ефремов^б, В.С. Федоров^с, К.Н. Фигура^д, Э.М. Мамедов^е

Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

^аd_lobanov@mail.ru, ^бsdm@brstu.ru, ^сfedorov-v-s@yandex.ru, ^дfigura_85@mail.ru, ^еelvinmamedov1991@bk.ru

Статья поступила 12.03.2016, принята 16.04.2016

Предложена новая конструкция роторно-вибрационного смесителя с одночастотным вибратором ромбовидного типа, позволяющая реализовать возможность создания по всему объему камеры смесителя вибрационного воздействия на смешиваемые компоненты бетонной смеси с разнонаправленными колебаниями, полностью исключая наличие в камере смешивания «глухих зон», с одновременным однородным амплитудным распределением вибрационного поля в камере смешивания и качественной интенсификацией процесса перемешивания этих компонентов в целом. Реализация в конструкции вибратора механизма, включающего в себя толкатель, стакан с выступами, пружину, шток кривошипно-шатунного механизма и диск с резиновыми прокладками, обеспечивает создание однородных амплитудных значений перемещений каждой точки внешней образующей металлической гофрированной оболочки и тем самым позволяет осуществить однородное распределение вибрационного поля в камере смешивания, а также качественную интенсификацию процесса перемешивания компонентов смеси. Конструкция смесителя обеспечивает повышение производительности, снижение затрат энергии на процесс смешивания, повышение подвижности и турбулизации смеси, обусловленных однородным тиксотропным разрушением структуры материала во всем пространстве камеры смешивания, проявляющемся в уменьшении удельного сопротивления движению лопасти в бетонной смеси по сравнению с удельным сопротивлением движению лопасти неразрушенного материала. В связи с этим уменьшаются сопротивление перемещению лопастей и потребляемая мощность привода вращения ротора, достигаются эффект виброкипения смеси под действием колебательных процессов корпуса вибратора, большая турбулизация и более интенсивная циркуляция частиц смеси, в результате чего сокращается время смешивания и повышается производительность смесителя.

Ключевые слова: бетонная смесь; гофрированная оболочка; вибрация; вибрационное поле; вибратор; амплитуда; частота.

Rotary vibratory mixer with one frequency vibrator rhombic type

D.V. Lobanov^а, I.M. Efremov^б, V.S. Fedorov^с, K.N. Figura^д, E.M. Mamedov^е

Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia

^аd_lobanov@mail.ru, ^бsdm@brstu.ru, ^сfedorov-v-s@yandex.ru, ^дfigura_85@mail.ru, ^еelvinmamedov1991@bk.ru

Received 12.03.2016, accepted 16.04.2016

The new design of the rotary vibratory mixer with one frequency vibrator of a rhombic type has been proposed which allows to implement a possibility to create around the chamber volume mixer on blending components of concrete mixes vibration exposure with multidirectional fluctuations, which completely excludes presence in the mixing chamber of the «deaf» zones, with simultaneous uniform amplitude distribution of vibration of the field in the mixing chamber and quality of public intensification of the process of mixing of these components in general. Vibrator mechanism implementation in the design, which includes: a pusher, a glass ledges, spring, rod crank mechanism and drive with rubber gaskets, provides for the creation of homogeneous amplitude of displacement values of each point on the external forming corrugated metal shell, thereby enables a homogeneous distribution of the vibration of the field in the mixing chamber and qualitative intensification of the process of mixing of mix components. The design of the mixer allows to realize higher productivity, lower energy costs in the process of mixing, increase mobility and turbulence in the mix, due to homogeneous thixotropic destruction of the structure of the material in the whole space mixing chamber, manifested in the reduction of specific resistance movement of the blades in the concrete mix compared with specific resistance movement of the blade undistorted material, therefore, reduces the resistance movement of the blades and power consumption of a drive of rotation of the rotor. However, the effect of vibrated fluidized bed mixture under oscillatory processes housing vibrator, large turbulization and more intensive circulation of particles mixture, resulting in reduced mixing time, increases the productivity of the mixer.

Key words: concrete mix; corrugated shell; vibration; vibration field; vibrator; amplitude; frequency.

Введение

В настоящее время одной из ключевых в строительной индустрии является проблема совершенствования оборудования, предназначенного для приготовления строительных смесей. Реалии современного строитель-

ного рынка предъявляют жесткие требования к технике, в частности к смесительному оборудованию. Один из перспективных путей развития смесителей — это применение вибрации, обеспечивающей повышение интенсивности рабочего процесса смешивания, в осо-

бенности на стадии диффузионного смешивания [1–18]. В то же время имеется ряд проблем, препятствующих внедрению вибрационных смесителей: сложность применения существующих моделей поведения бетонных смесей при наложении вибрации для решения прикладных конструкторских задач, разрушающее воздействие вибрации на конструктивные элементы смесителя, высокие энергетические затраты на осуществление вибрационной обработки бетонной смеси, неэффективные режимы вибрирования [17].

Устройство. Предлагаемый роторно-вибрационный смеситель (рис. 1) с одночастотным вибратором ромбовидного типа содержит камеру 1 смешивания с окнами загрузки 2 и выгрузки 3 материалов соответственно, ротор 4 с приводом 5 вращения, выполненный с лопастями 6 и 7, вибратор 8, выполненный с гофрированным корпусом 9 и жестко закрепленный в середине камеры смешивания, с приводом возбуждения колебаний от кривошипно-шатунного механизма 10 [18]. Внутри корпуса 9 вибратора 8, по центру, в горизонтальной плоскости жестко закреплен диск 11 с направляющей стойкой 12, функцией которой является создание устойчивого направленного поступательного движения штока 13 от поступательной пары, образованной направляющей стойкой 14 днища камеры 1 смешивания и штоком 13, кривошипно-шатунного механизма 10, и цилиндрическим выступом 15, выполненным с возможностью вставки и закрепления по внутреннему диаметру пружины 16, установленной с функцией свободного сжатия (разжатия) в стакане 17, к центру верхней внутренней части которого жестко закреплен шток 13, а к центру верхней внешней части — толкатель 18, жестко закрепленный другим концом к внутренней верхней части гофрированного корпуса 9 и выполненный с функцией возбуждения колебаний верхней части корпуса 9 вибратора 8.

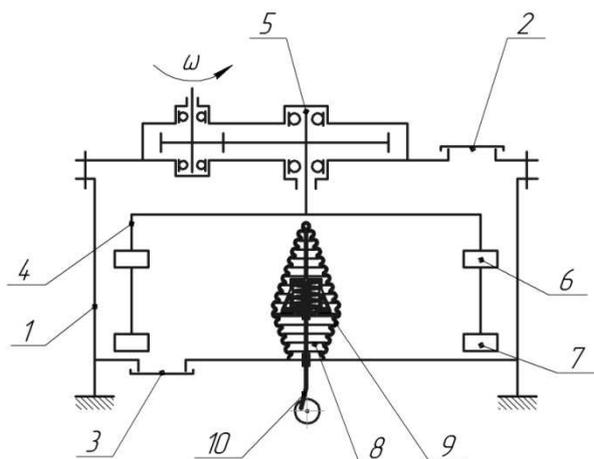


Рис. 1. Схема роторно-вибрационного смесителя с одночастотным вибратором ромбовидного типа

При этом по внешней цилиндрической части стакана 17 симметрично закреплены четыре выступа 19, функцией которых является передача возвратно-поступательного движения на диск 11, выполненный с возможностью однородного распределения вибрационного поля от верхней к нижней части корпуса 9 по

средством создания однородных амплитудных значений перемещений каждой точки внешней образующей гофр корпуса 9, в момент сжатия пружины 16 до упора в резиновые прокладки 20, выполненные с функцией смягчения соударения выступов 19 с диском 11.

Причем, корпус 9 вибратора 8 выполнен в виде металлической гофрированной оболочки, представляющей собой гофрированное тонкостенное тело вращения, образующее в сечении вертикальной плоскости, по точкам вершин гофр, усеченный ромб и выполненное с возможностью создания вибрационного поля, соответствующего по форме гофрированному контуру данного тела вращения с разнонаправленными колебаниями.

Принцип действия. Смеситель работает следующим образом. Вначале составляющие бетонной смеси, состав которой подбирается предварительно, через окно загрузки 2 послойно загружаются в камеру смешивания 1 в следующей последовательности: на дно смесителя укладывается песок, затем цемент, после чего — щебень, в последнюю очередь равномерно, на всю загрузку, подается необходимое количество воды. Затем включаются привод вибратора 8 и привод 5 вращения ротора 4 с лопастями 6, 7. Привод 5 вращает ротор 4 и лопасти 6, 7, тем самым перемешивая приготавливаемую смесь. Толкатель 18 через стакан 17 пружины 16 и шток 13 посредством кривошипно-шатунного механизма 10 совершает возвратно-поступательные движения, возбуждая колебания верхней части корпуса 9, выполненного в виде металлической гофрированной оболочки, представляющей собой гофрированное тонкостенное тело вращения, образующее в сечении вертикальной плоскости, по точкам вершин гофр, усеченный ромб, и выполненной с возможностью создания вибрационного поля, соответствующего по форме гофрированному контуру данного тела вращения, с разнонаправленными колебаниями.

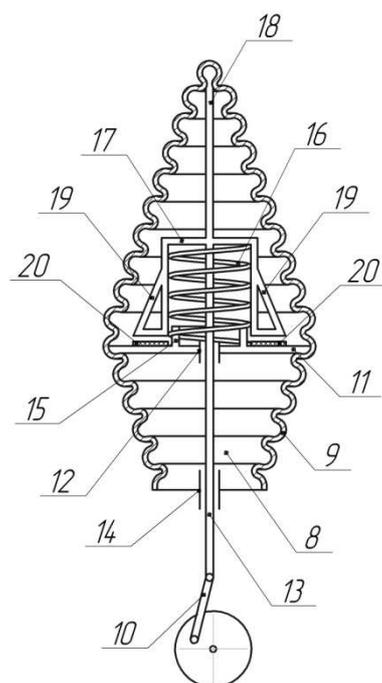


Рис. 2. Схема одночастотного вибратора ромбовидного типа

При этом в момент сжатия пружины 16 до упора в резиновые прокладки 20 диска 11 выступы 19 передают возвратно-поступательное движение на диск 11, который тем самым дополнительно возбуждает колебания средней части корпуса 9 и создает однородное распределение амплитудных значений перемещения каждой точки внешней образующей металлической гофрированной оболочки. По истечению заданного времени привод 5 ротора 4 и привод кривошипно-шатунного механизма 10 отключаются, и готовая бетонная смесь выгружается через окно 3 корпуса 1 смесителя.

Заключение

В целом устройство обеспечивает создание по всему объему камеры смесителя на смешиваемые компоненты бетонной смеси вибрационного поля, соответствующего по форме гофрированному контуру трехмерного тела вращения, образующего в сечении вертикальной плоскости, по точкам вершин гофр, усеченный ромб, с одновременным образованием разнонаправленных колебаний, полностью исключаящих наличие в камере смешивания «глухих зон», однородного амплитудного распределения вибрационного поля в камере смешивания и качественной интенсификацией процесса перемешивания этих компонентов в целом.

Это объясняется тем, что, во-первых, корпус вибратора, выполненный в виде металлической гофрированной оболочки, представляющей собой гофрированное тонкостенное тело вращения, образующее в сечении вертикальной плоскости, по точкам вершин гофр, усеченный ромб, и выполненной с возможностью создания вибрационного поля, соответствующего по форме гофрированному контуру данного тела вращения, с разнонаправленными колебаниями, позволяет, с одной стороны, создавать по всему объему камеры смесителя на смешиваемые компоненты бетонной смеси вибрационное воздействие, полностью исключаящее наличие в камере смешивания «глухих зон», а с другой стороны, исключает вибрационное воздействие на привод вибратора, а также максимально реализовать защиту подшипниковых узлов привода вибратора от попадания в них мелких частиц перемешиваемых материалов и возможность полной передачи «полезного» вибрационного воздействия на обрабатываемый материал.

Во-вторых, реализация в конструкции вибратора механизма, включающего в себя толкатель, стакан с выступами, пружину, шток кривошипно-шатунного механизма и диск с резиновыми прокладками, обеспечивает создание однородных амплитудных значений перемещения каждой точки внешней образующей металлической гофрированной оболочки и тем самым позволяет осуществить однородное распределение вибрационного поля в камере смешивания и качественную интенсификацию процесса перемешивания компонентов смеси. И, в-третьих, конструкция смесителя позволяет реализовать повышение производительности, снижение затрат энергии на процесс смешивания, повышение подвижности и турбулизации смеси,

обусловленные однородным тиксотропным разрушением структуры материала во всем пространстве камеры смешивания, проявляющегося в уменьшении удельного сопротивления движению лопасти в бетонной смеси по сравнению с удельным сопротивлением движению лопасти неразрушенного материала. В связи с этим уменьшаются сопротивление перемещению лопастей и потребляемая мощность привода вращения ротора. Вместе с тем, достигается эффект виброкипения смеси под действием колебательных процессов корпуса вибратора, большая турбулизация и более интенсивная циркуляция частиц смеси, в результате чего сокращается время смешивания и повышается производительность смесителя [18].

Литература

1. Ефремов И.М., Лобанов Д.В. Новые роторные смесители с различными системами вибровозбуждения // Строительные и дорожные машины. 2008. № 9. С. 7-9.
2. Ефремов И.М., Лобанов Д.В. Вибробетоносмесители: путь длиной в 70 лет // Строительные и дорожные машины. 2009. № 10. С. 15-19.
3. Ефремов И.М., Лобанов Д.В., Фигура К.Н. Современные технологии интенсификации процессов перемешивания бетонных смесей // Строительные и дорожные машины. 2011. № 1. С. 37-41.
4. Ефремов И.М., Лобанов Д.В., Фигура К.Н. Механическая активация бетонных смесей при интенсификации процессов перемешивания // Механизация строительства. 2011. № 2. С. 6-8.
5. Лобанов Д.В., Ефремов И.М. Моделирование процесса виброперемешивания бетонных смесей в смесителе с вибратором сильфонного типа // Вестн. машиностроения. 2012. № 1. С. 21-25.
6. Ефремов И.М., Лобанов Д.В. Исследование процесса перемешивания в роторно-вибрационном смесителе // Механизация строительства. 2012. № 7. С. 40-43.
7. Ефремов И.М., Лобанов Д.В. Новый экспериментальный роторно-вибрационный смеситель // Строительные и дорожные машины. 2011. № 9. С. 16-19.
8. Малахов К.В., Лобанов Д.В. Вибрационный смеситель гравитационного типа // Строительные и дорожные машины. 2013. № 7. С. 33-36.
9. Малахов К.В., Лобанов Д.В. Исследования процессов перемешивания в вибросмесителе гравитационного типа // Механизация строительства. 2013. № 11. С. 7-10.
10. Ефремов И.М., Лобанов Д.В., Фигура К.Н., Никифоров Р.Е., Комаров И.В. Вибрационные методы перемешивания бетонных смесей в аспекте патентно-информационного анализа // Механизация строительства. 2011. № 4. С. 6-10.
11. Ефремов И.М., Лобанов Д.В., Лиханов А.А., Ивасиив Д.М., Фигура К.Н. Определение реологических показателей бетонных смесей по их критериальной значимости // Вестн. машиностроения. 2011. № 9. С. 44-49.
12. Ефремов И.М., Лобанов Д.В., Лиханов А.А., Ивасиив Д.М. Теоретические аспекты процесса смесеобразования бетонных смесей // Механизация строительства. 2011. № 9. С. 16-17.
13. Фигура К.Н., Ефремов И.М., Лобанов Д.В. Моделирование процесса вибрации сферической оболочки, погружен-

ной в бетонную смесь // Механизация строительства. 2013. № 4. С. 40-44.

14. Figura K.N., Yefremov I.M., Lobanov D.V. Research into fatigue crack life characteristics of bellows operated under high-frequency load // Advanced Materials Research. 2014. Vol. 1025-1026. P. 162-166.

15. Yefremov I.M., Lobanov D.V., Figura K.N. The issue of balancing of eccentric-type vibrators // Advanced Materials, Structures and Mechanical Engineering: Proceedings of the international Conference on Advanced Materials, Structures and Mechanical Engineering, Incheon, South Korea, May 29-31, 2015. London: CRC Press, 2016. P. 299–302.

16. Лобанов Д.В. Совершенствование конструкции агрегата и процесса вибрационного перемешивания бетонной смеси: автореф. дис. канд. техн. наук. Братск, 2012. 19 с.

17. Фигура К.Н. Обоснование конструктивных параметров и режимов работы смесительных агрегатов с внутренними виброактиваторами: автореф. дис. канд. техн. наук. Братск, 2013. 23 с.

18. Лобанов Д.В., Ефремов И.М., Кузьмичев В.А., Лиханов А.А., Лобанова А.Н., Дивин Д.В. Вибрационный смеситель: пат. 2548431 Рос. Федерация. № 2013159262/05; заявл. 30.12.2013; опубл. 20.04.2015, Бюл. №11. 10 с.

References

1. Efremov I.M., Lobanov D.V. New rotary mixers with various systems vibroexcitation // Construction and road building machinery. 2008. № 9. P. 7-9.

2. Efremov I.M., Lobanov D.V. Vibro-concrete mixers: path length of 70 years // Construction and road building machinery. 2009. № 10. P. 15-19.

3. Efremov I.M., Lobanov D.V., Figura K.N. Contemporary technologies of the intensification of mixing the concrete mixtures // Construction and road building machinery. 2011. № 1. P. 37-41.

4. Efremov I.M., Lobanov D.V., Figura K.N. Mechanical activation of concrete mixtures in the intensification of the processes // Mechanization in construction. 2011. № 2. P. 6-8.

5. Lobanov D.V., Efremov I.M. Simulation of vibratory intermixing process of the concrete mixtures in the mixer with the vibrator of bellows-sealed type // Bulletin of engineering. 2012. № 1. P. 21-25.

6. Efremov I.M., Lobanov D.V. Research of the process of mixing in the rotary-vibration mixer // Mechanization in construction. 2012. № 7. P. 40-43.

7. Efremov I.M., Lobanov D.V. New experimental rotary-vibration mixer // Construction and road building machinery. 2011. № 9. P. 16-19.

8. Malakhov K.V., Lobanov D.V. Experimental vibration mixing gravity type installation // Construction and road building machinery. 2013. № 7. P. 33-36.

9. Malakhov K.V., Lobanov D.V. Research mixing processes in vibration gravity type mixer // Mechanization in construction. 2013. № 11. P. 7-10.

10. Efremov I.M., Lobanov D.V., Figura K.N., Nikiforov R.E., Komarov I.V. Vibratory methods of mixing concrete mixtures in the aspect of patent information analysis // Mechanization in construction. 2011. № 4. P. 6-10.

11. Efremov I.M., Lobanov D.V., Likhanov A.A., Ivasiiv D.M., Figura K.N. Determination of rheological parameters of concrete mixes in their significance criterion // Bulletin of engineering. 2011. № 9. P. 44-49.

12. Efremov I.M., Lobanov D.V., Likhanov A.A., Ivasiiv D.M. Theoretical aspects of the process of mixing concrete mixtures // Mechanization in construction. 2011. № 9. P. 16-17.

13. Figura K.N., Efremov I.M., Lobanov D.V. Simulation of the process of vibration of a spherical shell, immersed in the concrete mix // Mechanization in construction. 2013. № 4. P. 40-44.

14. Figura K.N., Yefremov I.M., Lobanov D.V. Research into fatigue crack life characteristics of bellows operated under high-frequency load // Advanced Materials Research. 2014. Vol. 1025-1026. P. 162-166.

15. Yefremov I.M., Lobanov D.V., Figura K.N. The issue of balancing of eccentric-type vibrators // Advanced Materials, Structures and Mechanical Engineering: Proceedings of the international Conference on Advanced Materials, Structures and Mechanical Engineering, Incheon, South Korea, May 29-31, 2015. London: CRC Press, 2016. P. 299–302.

16. Lobanov D.V. Design development of the machine and the process of vibratory mixing concrete: author's abstract of dis. cand. of tech. Science. Bratsk. 2012. 19 p.

17. Figura K.N. Substantiation of the design parameters and operation modes of mixing units with internal vibro-activators: author's abstract of dis. cand. of tech. Science. Bratsk. 2013. 23 p.

18. Lobanov D.V., Efremov I.M., Kuzmichev V.A., Likhanov A.A., Lobanova A.N., Divin D.V. Vibration mixer: pat. 2548431 Rus. Federation. № 2013159262/05; decl. 30.12.2013; publ. 20.04.2015, Bull. №11. 10 p.