

УДК 666.97.031

Роторно-вибрационный смеситель с одночастотным вибратором сферического типа

Д.В. Лобанов^{1, a}, И.М. Ефремов^{1, b}, В.А. Кузьмичев^{2, c}, А.А. Лиханов^{2, d}, А.Н. Лобанова^{1, e}, Д.В. Дивин^{2, f}

¹Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

²Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, ул. Политехническая 29, Санкт-Петербург, Россия

^ad_lobanov@mail.ru, ^bsdm@brstu.ru, ^ckuzmichev_va@mail.ru, ^dalihanov@yandex.ru, ^ea-lobanova1984@mail.ru, ^fd_divin@mail.ru

Статья поступила 12.10.2013, принята 14.01.2014

Предложена новая конструкция роторно-вибрационного смесителя с одночастотным вибратором сферического типа, позволяющая реализовать создание по всему объему камеры смесителя на смешиваемые компоненты бетонной смеси вибрационного воздействия 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 перемещения каждой точки внешней образующей металлической гофрированной оболочки, тем самым позволяя осуществить однородное распределение вибрационного поля в камере смешивания и качественную интенсификацию процесса перемешивания компонентов смеси. Конструкция смесителя позволяет реализовать 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. Вместе с тем достигаются эффект виброfluidизации смеси под действием колебательных процессов корпуса вибратора, большая турбулизация и более интенсивная циркуляция частиц смеси, в результате чего сокращается время смешивания, повышается производительность смесителя.

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

Rotary vibratory mixer with one-frequency spherical vibrator

D.V. Lobanov^{1, a}, I.M. Efremov^{1, b}, V.A. Kuzmichev^{2, c}, A.A. Likhanov^{2, d}, A.N. Lobanova^{1, e}, D.V. Divin^{2, f}

¹Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

²St. Petersburg State Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya St., St. Petersburg, Russia

^ad_lobanov@mail.ru, ^bsdm@brstu.ru, ^ckuzmichev_va@mail.ru, ^dalihanov@yandex.ru, ^ea-lobanova1984@mail.ru, ^fd_divin@mail.ru

Received 12.10.2013, accepted 14.01.2014

A new design of the rotary vibratory mixer with one-frequency spherical vibrator has been proposed, which allows to implement the formation of a mixer on blending components of the concrete mix of vibratory action with multidirectional fluctuations around the chamber volume and exclude completely the «deaf» zones in the mixing chamber, with simultaneous homogenous amplitude distribution of vibratory field in the mixing chamber and qualitative intensification of the mixing process of the components in general. Implementation in the vibrator design the mechanism including a pusher, a projection carrier, a spring, a rod of the cranking mechanism and a rubber packing disk, provides the creation of homogeneous amplitude values of the displacements for every point of corrugated metal shell external formation, thereby, it makes it possible to implement a homogeneous distribution of the vibration field in the mixing chamber and qualitative intensification of the mixing process of the components. The mixer design allows to increase productivity, reduce power consumptions in the mixing process, improve mixing mobility and turbulence conditional on homogeneous thixotropic material structure destruction around the whole mixing chamber space and appearing in the reduction of specific resistance of the palm movement in the concrete mix compared with specific resistance of the palm movement of the undistorted material. Therefore, it reduces the resistance of the palm movement and power consumption of the rotor spinning drive. Vibrofluidizing effect for the mix being under oscillatory processes of vibrator housing, large turbulization and more intensive mixture particles circulation have been reached, having reduced mixing time and having increased the mixer productivity.

Keywords: concrete mix, corrugated shell, vibration, vibration field, vibrator, amplitude, frequency.

Введение. В настоящее время одной из ключевых проблем в строительной индустрии является проблема совершенствования оборудования, предназначенного для приготовления строительных смесей. Реалии современного строительного рынка предъявляют жесткие требования к технике, в частности к смесительному оборудованию. Одним из перспективных путей развития смесителей является применение вибрации, обеспечивающей повышение интенсивности рабочего процесса смешивания, в особенности, на стадии диффузионного смешивания [1 – 10]. 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 [10].

Устройство. Предлагаемый [11] роторно-вибрационный смеситель (рис. 1) с одночастотным вибратором сферического типа содержит камеру 1 смешивания с окнами загрузки 2 и выгрузки 3 материалов соответственно, ротор 4 с приводом 5 вращения, выполненный с лопастями 6, 7, вибратор 8 (рис. 2), выполненный с корпусом 9 и жестко закрепленный в середине камеры смешивания, с приводом возбуждения колебаний от кривошипно-шатунного механизма 10. 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 усеченную окружность, и выполненной с возможностью создавать разнонаправленные колебания, внутри которой 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 прикрепленный другим концом к внутренней верхней части металлической гофрированной оболочки и выполненный с функцией возбуждения колебаний верхней части корпуса 9 вибратора 8. Причем, по внешней цилиндрической части стакана 17 симметрично закреплены четыре выступа 19, функцией которых является передача возвратно-поступательного движения на диск 11, выполненные с возможностью однородного распределения вибрационного поля от верхней к нижней части корпуса 9 посредством создания однородных амплитудных значений перемещений каждой точки внешней образующей металлической гофрированной оболочки, в момент сжатия пружины 16 до упора в ре-

зиновые прокладки 20, выполненных с функцией смягчения соударения выступов 19 с диском 11.

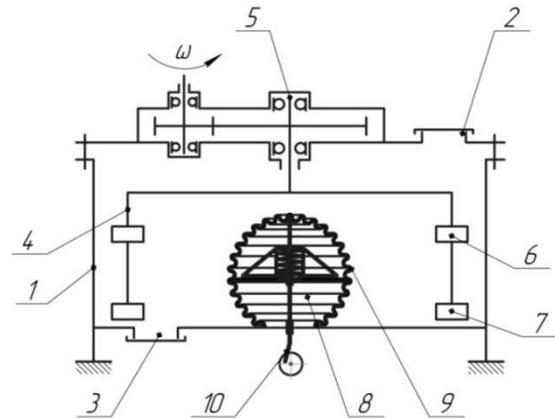


Рис. 1. Схема роторно-вибрационного смесителя с одночастотным вибратором сферического типа

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 укладываются 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, тем самым возбуждая колебания верхней части корпуса 9, выполненного в виде металлической гофрированной оболочки, представляющей собой гофрированное тонкостенное тело вращения, образующее в сечении по точкам вершин гофр усеченную окружность. 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 перемещений 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 через окно 3 корпуса 1 смесителя выгружается.

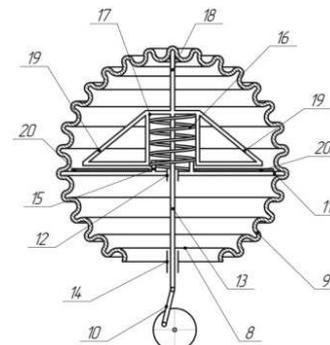


Рис. 2. Схема одночастотного вибратора сферического типа

Заключение

В целом устройство обеспечивает реализацию создания по всему объему камеры смесителя на смешиваемые компоненты бетонной смеси вибрационного воздействия 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. Это объясняется тем, что, во-первых, корпус вибратора, выполненный в виде металлической сферической гофрированной оболочки, представляющей собой гофрированное тонкостенное тело вращения, образующее в сечении вертикальной плоскости по точкам вершин гофр усеченную окружность, и выполненное с возможностью создавать разнонаправленные колебания, позволяет, с одной стороны, реализовать возможность создания по всему объему камеры смесителя на смешиваемые компоненты бетонной смеси вибрационного воздействия, полностью исключая наличие в камере смешивания «глухих» зон, а с другой – исключить вибрационное воздействие на привод вибратора, максимально реализовать защиту подшипниковых узлов привода вибратора от попадания в них мелких частиц перемешиваемых материалов, а также реализовать 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 перемещений 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, обусловленных однородным тиксотропным разрушением структуры материала во всем пространстве камеры смешивания, проявляющееся в уменьшении удельного сопротивления движению лопасти в бетонной смеси по сравнению с удельным сопротивлением движению лопасти не разрушенного материала. В связи с этим уменьшаются сопротивление перемещению лопастей и потребляемая мощность привода вращения ротора. Вместе с тем 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 [11].

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 // Там же. 2009. № 10. С. 15-19.
3. Ефремов И.М., Лобанов Д.В., Фигура К.Н. Современные технологии интенсификации процессов перемешивания бетонных смесей // Там же. 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 // Там же. 2013. № 7. С. 33-36.
9. Лобанов Д.В. Совершенствование конструкции агрегата и процесса вибрационного перемешивания бетонной смеси: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Братск, 2012. 19 с.
10. Фигура К.Н. Обоснование конструктивных параметров и режимов работы смесительных агрегатов с внутренними виброактиваторами: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Братск, 2013. 23 с.
11. Ефремов И.М., Лобанов Д.В., Лиханов А.А., Ивасиив Д.М. Вибрационный смеситель: пат. 2494862 Рос. Федерация. № 2012105263/03; заявл. 14.02.12; опубл. 10.10.13, Бюл. № 28. 10 с.

References

1. Efremov I.M., Lobanov D.V. New rotary mixers with various systems of vibroexcitation // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. 2008. № 9. P. 7-9.
2. Efremov I.M., Lobanov D.V. Vibro-concrete mixers: 70 years long way // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. 2009. №10. P. 15-19.
3. Efremov I.M., Lobanov D.V., Figura K.N. Modern technologies of mixing process intensification in concrete mixtures // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. 2011. №1. P. 37-41.
4. Efremov I.M., Lobanov D.V., Figura K.N. Mechanical activation of concrete mixtures in mixing process intensification // Mehanizacija stroitel'stva. 2011. №2. P. 6-8.
5. Lobanov D.V., Efremov I.M. Simulation of vibratory mixing process of concrete mixtures in the mixer with bellows-sealed vibrator // Vestn. mashinostroenija. 2012. №1. P. 21-25.
6. Efremov I.M., Lobanov D.V. Research of the mixing process in the rotary-vibration mixer // Mehanizacija stroitel'stva. 2012. №7. P. 40-43.
7. Efremov I.M., Lobanov D.V. New experimental rotary-vibration mixer // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. 2011. №9. P. 16-19.
8. Malakhov K.V., Lobanov D.V. Vibration gravity-typed mixer // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. 2013. №7. P. 33-36.
9. Lobanov D.V. Design development of the machine and the process of vibratory mixing concrete: Dissertation for the degree of Candidate of Technical Science (author's abstract). Bratsk. 2012. 19 p.
10. Figura K.N. Substantiation of the design parameters and operation modes of mixing units with internal vibroactivators: Dissertation for the degree of Candidate of Technical Science (author's abstract). Bratsk. 2013. 23 p.
11. Efremov I.M., Lobanov D.V., Likhonov A.A., Ivasiiv D.M. Vibration mixer: pat. 2494862 Rus. Federation. № 2012105263/03; decl. 14.02.2012; publ. 10.10.2013, Bull. №28. 10 p.