

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ В СМЕСИТЕЛЕ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ ПУТЕМ УСТРАНЕНИЯ УПЛОТНЕНИЯ ИЗ СМЕШИВАЕМОГО МАТЕРИАЛА ПЕРЕД ЛОПАСТЬЮ

Кикин Н.О.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород*

Ключевые слова: интенсификация, процесс смешивания, уплотнение из смешиваемого материала, лопасть, смеситель, стержни-разрушители, угол установки лопасти.

Аннотация. Рассмотрен вопрос об образовании уплотнения из смешиваемого материала перед рабочей поверхностью лопасти в смесителях принудительного действия. Проанализированы способы устранения уплотнения. Предложена новая конструкция смесителя со стержнями-разрушителями, позволяющая разрушить уплотнение из смешиваемого материала перед лопастью и повысить интенсификацию процесса смешивания и качество готовой смеси.

INTENSIFICATION OF THE MIXING PROCESS IN A FORCED MIXER BY ELIMINATING THE COMPACTION FROM THE MIXED MATERIAL BEFORE THE BLADE

Kikin N.O.

Belgorod Shukhov State Technological University, Belgorod

Keywords: intensification, mixing process, compaction of mixed material, blade, mixer, rods for destruction, angle of blade installation.

Abstract. The question of the formation of a seal from the mixed material in front of the working surface of the blade in forced-action mixers is considered. The ways to eliminate compaction are analyzed. A new design of the mixer with rod for destruction is proposed, which allows to destroy the seal from the mixed material in front of the blade and to increase the intensification of the mixing process and the quality of the finished mixture.

Среди большого разнообразия смесительных машин, смесители принудительного действия обладают рядом преимуществ, к которым стоит отнести их большую производительность, простоту конструкции, способность работать как в периодическом, так и в непрерывном режимах работы, а также активное воздействие на смесь при помощи рабочих органов.

Рабочие органы смесителей принудительного действия могут быть выполнены в виде витков спирали или шнека (спирально-винтовые смесители), металлических лент (ленточные смесители), плужков (плужные смесители), или в виде лопастей (лопастные смесители).

В лопастных смесителях смешиваемый материал под воздействием лопастей передвигается в рабочей камере, как в радиальном, так и в последовательном направлении в зависимости от схемы и угла установки лопастей, при этом лопасти активно воздействуют на исходные компоненты, перемешивая их. Однако в процессе взаимодействия лопасти с материалом, перед рабочей её поверхностью образуется уплотнение из смешиваемых компонентов в виде призмы треугольного сечения [1]. Это уплотнение характеризуется низкими скоростями движения частичек материала внутри себя. Обмен между частичками проходит на границе зоны уплотнения с компонентами, находящимися вне зоны деформирования. Вследствие этого ухудшается качество приготовленных смесей.

В работе [2] подробно описан процесс образования ядра уплотнения перед лопастью в бетоносмесителе (рис. 1а). Автор приходит к выводу, что при угле установки лопасти $\alpha=30^\circ$ (рис. 1б) застойная зона перед лопастью начинает разрушаться, а при установке лопасти под углом $\alpha=25^\circ$ и меньше уплотнение из смешиваемого материала перед рабочей поверхностью лопасти не образуется (рис. 1в).

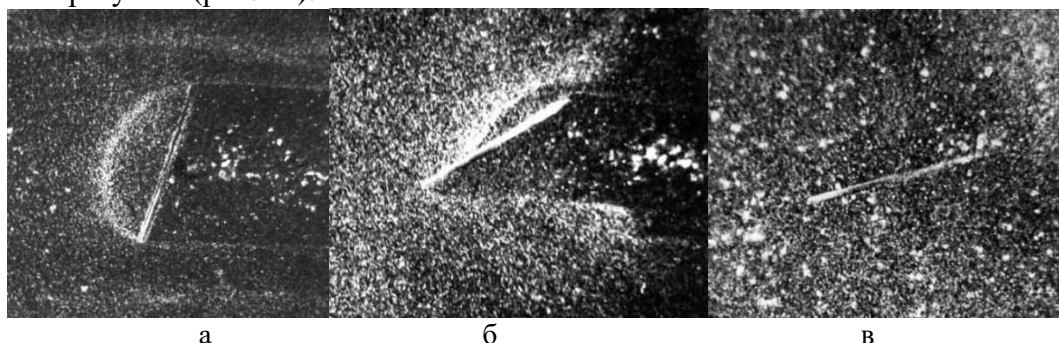
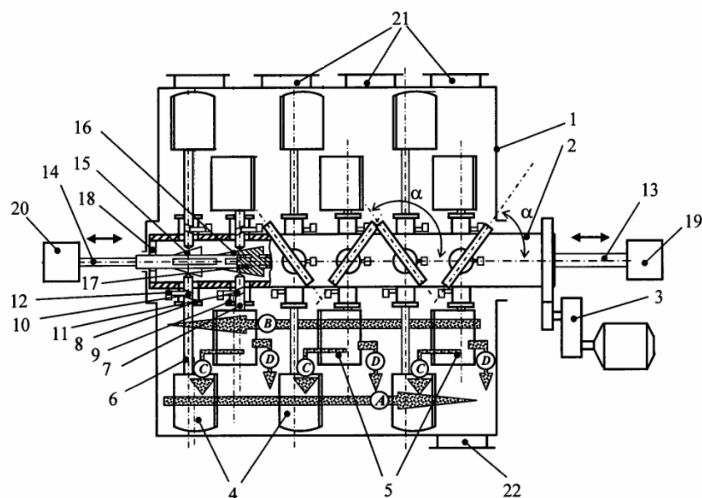


Рис. 1. Образование уплотнения из смешиваемого материала перед лопастью: а – угол установки лопасти больше $\alpha=30^\circ$; б – угол установки лопасти $\alpha=30^\circ$; в – угол установки лопасти $\alpha=25^\circ$

Исследования [3, 4] подтвердили, что в образующемся уплотнении из смешиваемого материала перед лопастью, скорость движения частиц крайней низка, а в некоторых местах, равна нулю. Было установлено, что взаимообмен частицами материала между смежной зоной и зоной уплотнения зависит от плотности смешиваемых компонентов.

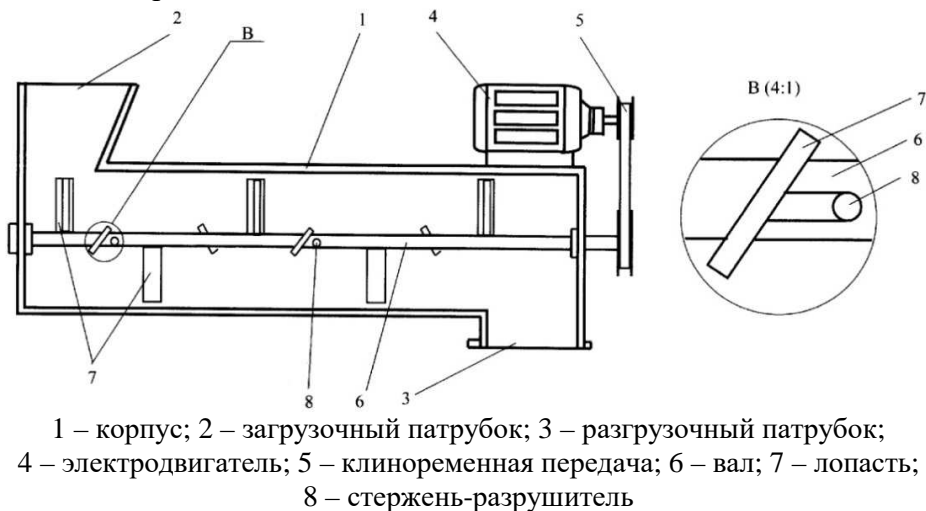
Автором была предложена модель смесителя [5], конструкция которой позволяет изменять угол установки лопасти α в процессе смешивания (рис. 2). Такая конструкция обеспечивает изменение угла установки лопасти α , за счет установленного внутри вала 2, штанг 13 и 14. При этом лопасти могут радиально перемещаться относительно оси вала 2. Так как оси лопаток имеют смещения от осей их поворота, происходит активное перемещение смешиваемых компонентов от вала 2 на периферию рабочей камеры 1 смесителя. По мнению автора, это конструктивное решение позволит сократить время смешивания, а также повысит качество смеси.



1 – корпус; 2 – полый вал; 3 – привод полого вала; 4, 5 – лопатки; 6, 7 – оси; 8, 9 – втулки; 10, 11 – винтовые канавки; 12 – штифты; 13, 14 – штанги; 15, 16 – упоры; 17 – прорезы; 18 – направляющие втулки; 19, 20 – реверсивный исполнительный механизм; 21 – загрузочные патрубки; 22 – выгрузочный патрубок
Рис. 2. Смеситель принудительного действия с механизмом изменения угла установки лопастей

К недостаткам этой конструкции следует отнести её сложное устройство, а также необходимость иметь дополнительный привод реверсивного механизма, что влечет за собой повышение энергозатрат.

Исследователями [6] было предложено техническое решение, направленное на повышение интенсификации процесса смешивания и качества смеси (рис. 3).



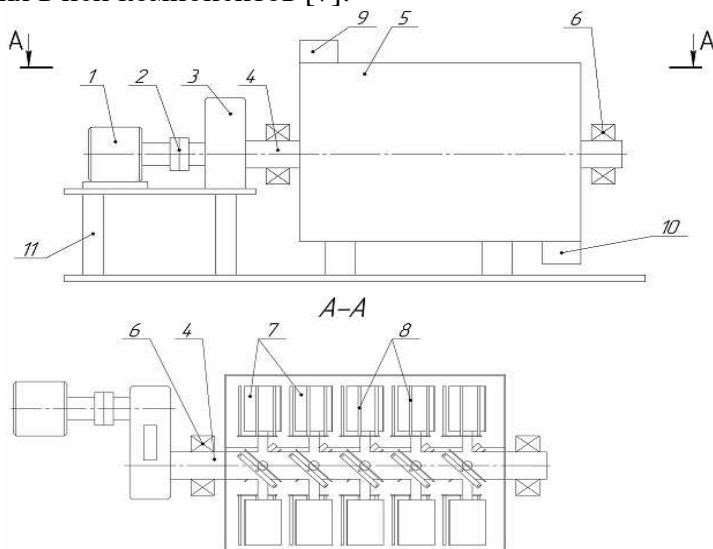
1 – корпус; 2 – загрузочный патрубок; 3 – разгрузочный патрубок; 4 – электродвигатель; 5 – клиноременная передача; 6 – вал; 7 – лопасть; 8 – стержень-разрушитель
Рис. 3. Смеситель с установленным перед лопастью стержнем

По мнению авторов, это возможно при установке на лопадном валу 6 перед лопастью 7 стержня 8, который при вращении вала 6 будет разрушать

слипшиеся агломераты частичек смешиваемого материала. Зона воздействия стержня-разрушителя 8, вне зависимости от угла поворота лопасти 7, будет постоянной, а расстояние от стержня до лопасти можно регулировать, исходя из свойств смешиваемых материалов.

Эта модернизация проста и не требует большого количества затрат. Однако данное устройство характеризуется низкой однородностью смешивания компонентов смеси, так как зона воздействия стержня-разрушителя на смешиваемые материалы крайне мала. Это приводит к ухудшению качества готового продукта.

Нами была предложена конструкция лопастного смесителя (рис. 4), направленная на улучшение качества смеси за счет повышения однородности распределения в ней компонентов [7].



- 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – редуктор; 4 – вал; 5 – корпус; 6 – подшипники;
7 – лопасти; 8 – стержни-разрушители; 9 – загрузочный патрубок;
10 – разгрузочный патрубок

Рис. 4. Смеситель с установленными перед лопастями стержнями-разрушителями

Результат достигается за счет установки на валу перемешивающего устройства в виде попарно установленных лопастей 7 и разрушителей 8 (рис. 5), с возможностью регулирования расстояния между разрушителем и рядом расположенной лопастью. В предложенном решении разрушитель выполнен в виде ряда параллельно расположенных стержней, ограниченного плоскостями, перпендикулярными продольной оси вала и шириной лопасти.

Расстояние между соседними стержнями разрушителя превышает максимальный размер наибольшей частицы перемешиваемого материала.

Смеситель материалов работает следующим образом. Вращающий момент, создаваемый электродвигателем 1, при помощи муфты 2 передается на редуктор 3. Редуктор 3 передает вращение валу 4, например, при помощи муфты.

Одновременно с началом работы электродвигателя 1, в корпус 5, через загрузочное отверстие 9 подаются исходные компоненты смеси, например, при помощи питателя.

Поступая в корпус 5, исходные компоненты, например, цемент, песок, щебень, или компоненты животного, или растительного происхождения, или химические соединения подвергаются воздействию установленных на валу 4 лопастей 7 с разрушителями 8.

Выполнение разрушителей 8 в виде ряда параллельно расположенных стержней, установленных в области, ограниченной плоскостями, перпендикулярными продольной оси вала 4 и шириной лопасти 7, позволяет воздействовать на смесь таким образом, что при контакте компонентов смеси со стержнями, происходит разрыхление,

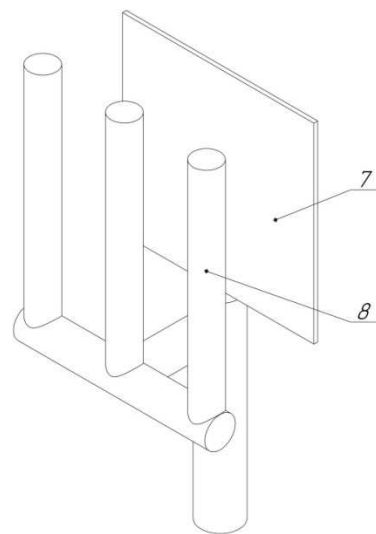
обтекание и разделение потока частиц, образование завихрений. Это повышает однородность распределения компонентов смеси, что положительно сказывается на качестве готовой смеси. Благодаря тому, что расстояние между соседними стержнями разрушителя превышает максимальный размер наибольшей частицы перемешиваемого материала, компоненты смеси свободно проходят между стержнями, при этом разрушаются слипшиеся агломераты смеси, тем самым повышается её однородность.

Лопастей 7 перемешивают и транспортируют материал по длине корпуса 5. Готовая смесь выгружается из корпуса через разгрузочное отверстие 10.

Таким образом, предложенная конструкция смесителя материалов за счет увеличения зоны интенсивного воздействия разрушителей на смешиваемый материал, разрыхления, разделения и завихрения потока частиц, склонных к уплотнению, при взаимодействии разрушителя со смешиваемым материалом повышает однородность распределения компонентов. Это улучшает качество готовой смеси.

Список литературы

1. Лебедев А.Т. Ресурсосберегающие направления совершенствования эксплуатации и ремонта машин и оборудования сельскохозяйственного производства: автореф. дисс. ... докт. техн. наук: 05.20.03 / Лебедев Анатолий Тимофеевич. – зерноград, 2012. – 40 с.
2. Пулин В.П. Повышение энергетической эффективности бетоносмесителей циклического принудительного действия: дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.16 / Пулин Вениамин Павлович. – Днепропетровск, 1984. – 174 с.
3. Демин О.В. Интенсификация смешивания сыпучих материалов в лопастном смесителе / О.В. Демин, В.Ф. Першин, Д.О. Смолин // Химия и химическая технология. – 2012. – №8. – С.108-111.



7 – лопасть: 8 – разрушитель

Рис. 5. Лопасть с установленными стержнями-разрушителями

4. Пасько А.А., Демин О.В. Моделирование движения потоков сыпучего материала при обтекании пластины // Математические методы в технике и технологиях: Сб. XV Междунар. науч. конф: В 10-ти т. // Под общ. ред. В.С. Балакирева. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – Т. 10. – Секция 10. – С. 56-57.
5. Патент №131651 РФ. Устройство для смешивания сыпучих материалов / О.В. Демин, Д.О. Смолин, В.Ф. Першин, В.Г. Однолько. – №2012146679/05; заявл. 01.11.2012; опубл. 27.08.2013, Бюл. №24. 6 с.
6. Патент №54531 РФ. Смеситель материалов / А.Т. Лебедев, А.В. Захарин, П.А. Лебедев, А.С. Слюсарев, А.Н. Слюсарев. – №2005117808/22; заявл. 08.06.2005; опубл. 10.07.2006, Бюл. №19. 7 с.
7. Патент №92657 РФ. Смеситель материалов / С.И. Ханин, Н.О. Кикин. – №2019119931; заявл. 25.06.2019; опубл. 25.09.2019, Бюл. № 27. 6 с.

References

1. Lebedev A.T. Resource-saving areas for improving the operation and repair of machinery and equipment for agricultural production: abstract ... dr. of tech. sciences: 05.20.03 / Lebedev Anatoly Timofeevich. – Zernograd, 2012. – 40 p.
2. Pulin V.P. Improving the energy efficiency of cyclone forced-action concrete mixers: diss ... cand. of techn. sciences: 02/05/16 / Pulin Veniamin Pavlovich. – Dnepropetrovsk, 1984. – 174 p.
3. Demin O.V. Intensification of mixing bulk materials in a paddle mixer / O.V. Demin, V.F. Pershin, D.O. Smolin // Chemistry and chemical technology. 2012. № 8. P.108-111.
4. Pasko A.A., Demin O.V. Modeling of the movement of flows of bulk material during flow around a plate // Mathematical methods in engineering and technology: Sat. XV International scientific conf: In 10vol. // Under the general ed. V.S. Balakirev. – Tambov: Publ. house of Tamb. state tech. university, 2002. – V. 10. – Section 10. – P. 56-57.
5. Patent 131651 RU. Device for mixing bulk materials / O.V. Demin, D.O. Smolin, V.F. Pershin, V.G. Odnolko. – No. 2012146679/05; declared 11/01/2012; publ. 08/27/2013, Bull. №24. – 6 p.
6. Patent 54531 RU. Material mixer / A.T. Lebedev, A.V. Zakharin, P.A. Lebedev, A.S. Slyusarev, A.N. Slyusarev. – No. 2005117808/22; declared 06/08/2005; publ. 07/10/2006, Bull. №19. – 7 p.
7. Patent 192657 RU. Material mixer / S.I. Khanin, N.O. Kikin. – No. 2019119931; declared 06/25/2019; publ. 09/25/2019, Bull. № 27. – 6 p.

Сведения об авторах:

Кикин Николай Олегович – аспирант,
Белгородский государственный
технологический университет им. В. Г.
Шухова, г. Белгород, Россия,
olishka1991@mail.ru

Information about authors:

Kikin Nikolay Olegovich – postgraduate,
Belgorod State Technological University
named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia,
olishka1991@mail.ru

Получена 20.05.2020