

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ФГБОУ ВО «ТГТУ»

д.т.н., профессор Д.Ю. Муромцев

«11» 2023 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» на диссертацию Кикина Николая Олеговича «Совершенствование процесса смешивания материалов в горизонтальном лопастном смесителе со стержневыми элементами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21 - Машины, агрегаты и технологические процессы

Актуальность темы выполненной работы

Процесс смешивания компонентов получил широкое распространение в различных отраслях промышленности. От качества приготовления смеси во многом зависят характеристики выпускаемых материалов и изделий. Разнообразием видов смешиваемых материалов, их состояний и свойств обуславливается большое разнообразие существующих конструкций смесителей: лопастных, гравитационных, вибрационных, пневматических и других. Для подготовки сухих смесей из мелкозернистых и порошковых компонентов распространение получили горизонтальные лопастные смесители как периодического, так и непрерывного действия. Этому способствовали их достаточно большая производительность, простота конструкции, неприхотливость в обслуживании и ремонте, возможность автоматизации процесса смешивания. В условиях конкуренции промышленных предприятий на рынке выпускаемой продукции возникает необходимость расширения номенклатуры продуктов производства, увеличения требований к их качеству, что может обес-

печиваться повышением качества процесса смешивания используемых в технологическом процессе компонентов смеси. Улучшение качественных характеристик смеси предопределяет целесообразность конструктивно-технологического совершенствования смесителя, что непосредственно связано с необходимостью изучения сущности процесса смешивания и его особенностей.

В этой связи представленная на рассмотрение работа, посвященная повышению качества подготовки мелкозернистой сухой смеси в горизонтальном лопастном смесителе и разработке методики его расчета, является актуальной.

Анализ содержания диссертации

Диссертационная работа включает введение, пять глав, заключение, список литературы из 142 наименований и 4 приложения. Каждая глава работы заканчивается формулированием выводов, которые соотносятся с задачами проводимых исследований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, научная и практическая значимость работы.

В первой главе на основе анализа отечественных и зарубежных результатов научно-технических разработок и исследований в области совершенствования оборудования для смешивания сухих смесей определены недостатки существующих конструкций, а также перспективные направления развития смесительного оборудования. Показана целесообразность разработки нового технического решения, обеспечивающего повышение качества приготавливаемой смеси в горизонтальном лопастном смесителе, получения математических выражений для расчета основных параметров процесса смешивания при конструктивном совершенствовании рабочих органов и разработки, основанной на этих выражениях методики расчета конструктивно-технологических параметров смесителя. Освещен вклад и обобщены резуль-

таты известных ученых в области исследований процессов смешивания материалов. Сформулирована цель научных исследований и поставлены задачи для достижения этой цели.

Вторая глава посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям процесса смешивания в горизонтальном лопастном смесителе со стержневыми элементами, устанавливаемыми перед лопастями. Разработано техническое решение, защищенное патентом РФ. С использованием программной среды EDEM определены рациональные цилиндрическая форма и количество стержневых элементов, установлена эффективность их применения в смесителе. Разработано техническое решение, защищенное патентом РФ. Получены и представлены математические выражения, определяющие изменение концентрации ключевого компонента и времени, необходимого для достижения заданной концентрации ключевого компонента в лопастном смесителе со стержневыми элементами, математическое выражение для определения мощности, расходуемой на преодоление сил лобового сопротивления лопасти со стержневыми элементами, являющейся составляющей общей мощности привода. Представлены результаты экспериментальных исследований, основанные на полученных математических выражениях процесса подготовки цементно-песчаной смеси. Установлены и обоснованы закономерности процесса смешивания компонентов.

В третьей главе представлены разработанная стендовая установка двухвального горизонтального лопастного смесителя со стержневыми элементами, используемая для проведения экспериментов устройства и приспособления, приведены характеристики измерительного оборудования. Представлены методики экспериментальных исследований, физико-механические характеристики используемых для приготовления смеси материалов. Для регрессионного анализа приведены методики полного факторного эксперимента по ЦКРП 2³ при исследовании функциональных зависимостей от варьируемых параметров и обработки результатов исследований.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям процесса смешивания в стендовой установке горизонтального лопастного смесителя со стержневыми элементами. Представлены, основанные на полученных уравнениях регрессии, результаты экспериментальных исследований процесса подготовки мелкозернистой цементно-песчаной смеси. Установлены и обоснованы закономерности изменения коэффициента неоднородности смеси, предела прочности на сжатие изготовленных из нее бетонных образцов, потребляемой приводом смесителя мощности от конструктивно-технологических параметров смесителя. Определены области рациональных значений этих параметров. Установлены и обоснованы закономерности изменения концентрации ключевого компонента мелкозернистой цементно-песчаной смеси от частоты вращения лопастных валов и времени смешивания. Установлена адекватность математических выражений для определения изменения концентрации ключевого компонента, времени смешивания, необходимого для получения заданной концентрации ключевого компонента и мощности, потребляемой приводом смесителя со стержневыми элементами.

В заключительной пятой главе представлена разработанная методика инженерных расчетов основных конструктивных и технологических параметров горизонтального лопастного смесителя с установленными стержневыми элементами. Представлены результаты внедрения и опытно-промышленных испытаний горизонтального лопастного смесителя со стержневыми элементами. Проведенные опытно-промышленные испытания доказали возможность повышения качества приготовленной смеси.

Научная новизна работы

заключается в следующем:

- разработаны зависимости, позволяющие определить изменение концентрации ключевого компонента в результате процесса смешивания в лопастном смесителе со стержневыми элементами, время смешивания, необходимое для достижения заданной концентрации ключевого компонента, и уста-

новить влияние стержневых элементов цилиндрического профиля на потребляемую мощность привода смесителя;

- установлены закономерности изменения концентрации ключевого компонента, времени смешивания и потребляемой мощности привода смесителя со стержневыми элементами на примере приготовления цементно-песчаной смеси;

- установлены рациональные конструктивные и технологические параметры, обеспечивающие повышение качества мелкозернистой сухой смеси и сокращение времени смешения в лопастном смесителе со стержневыми элементами;

- получены регрессионные уравнения, описывающие изменение концентрации ключевого компонента, коэффициента неоднородности мелкозернистой цементно-песчаной смеси, предела прочности на сжатие бетонных образцов, приготовленных из полученной смеси, мощности привода двухвального лопастного смесителя со стержневыми элементами.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке математических выражений, позволяющих определить основные конструктивные и технологические параметры горизонтального лопастного смесителя со стержневыми элементами, а также в установлении закономерностей изменения этих параметров.

Практическая значимость работы

определяется следующим:

- разработана методика расчета основных технологических и конструктивных параметров смесителя со стержневыми элементами, основанная на полученных математических зависимостях и существующих методиках.

- разработано защищенное патентом РФ техническое решение, в виде установки стержневых элементов для горизонтального лопастного смесителя, обеспечивающее снижение коэффициента неоднородности смеси.

- результаты работы внедрены на предприятии ООО «Экохим-Инкапол». При подготовке цементно-песчаной смеси класса прочности В12,5 по ГОСТ 31358–2019 установлено снижение коэффициента неоднородности на 9,7 % и повышение предела прочности на сжатие изготовленных из нее бетонных образцов на 8,1 % по сравнению со смесителем без стержневых элементов, что позволило сократить содержание цемента на 9,8 % при соблюдении требований к однородности смеси и прочностным характеристикам приготавливаемого из нее бетона.

Обоснованность и достоверность научных положений, результатов и выводов

Достоверность научных положений, результатов и выводов, сформулированных соискателем в диссертационной работе, обеспечена использованием классических математических и физических законов и закономерностей, методов планирования экспериментальных исследований и статической обработкой их результатов, использованием современной измерительной аппаратуры и программного обеспечения. Разработанные математические выражения для определения изменения концентрации ключевого компонента смеси, времени смешивания, необходимого для достижения заданной концентрации ключевого компонента, мощности, расходуемой на преодоление сил лобового сопротивления лопасти с установленными стержневыми элементами и основанная на этих выражениях методика инженерных расчетов основных конструктивно-технологических параметров горизонтального лопастного смесителя со стержневыми элементами подтверждены автором экспериментально.

Рекомендации по использованию результатов. Практическая реализация результатов диссертационной работы может быть применена на предприятиях перерабатывающей промышленности, производствах строительных материалов, в том числе ООО «Экотранс», ООО «Черноземье», г. Белгород.

Практические и теоретические положения и результаты работы рекомендуются к использованию в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению 15.03(04).02 «Технологические машины и оборудование».

Основные публикации, отражающие содержание диссертации

По материалам диссертационной работы Кикина Н.О. опубликовано 18 статей, в том числе 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получен 1 патент РФ на полезную модель.

Автореферат достаточно полно отражает основные положения, результаты, выводы и содержание диссертации.

Замечания по диссертационной работе:

1. Пункты 1, 2 и 3 научной новизны, на наш взгляд, следовало объединить. Пункты заключения также нуждаются в объединении, например, пункты 1 и 2.

2. Пункт 5 научной новизны по своему содержанию относится к практической значимости работы.

2. В первой главе диссертации показано большое количество способов оценки однородности смеси, однако их подробного анализа, позволяющего сделать выбор для их последующего применения в работе, не приводится.

3. На рисунке 2.6 показана схема рабочей камеры смесителя для определения концентрации ключевого компонента смеси. На схеме необходимо было указать принятое в математическом описании расположение ключевого компонента, так как взаимное расположение компонентов в исходном состоянии оказывает существенное влияние на процесс смешивания.

4. В третьей главе у части используемых приборов не указаны погрешности измерений, что затрудняет оценку точности измерений без поиска дополнительных сведений.

5. В качестве смешиваемых компонентов в теоретических и экспериментальных исследованиях процесса смешивания использовались цемент и кварцевый песок. В диссертационной работе не приведено обоснование выбора мелкозернистого материала.

6. Взаимодействие стержневых элементов с рассматриваемыми в работе в качестве компонентов смеси цементом и кварцевым песком будет способствовать их интенсивному износу. В диссертации вопрос влияния износа стержневых элементов на процесс смешивания не рассматривался.

Однако сделанные замечания и отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение

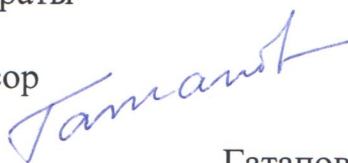
Диссертация Кикина Н.О. соответствует паспорту специальности 2.5.21. - Машины, агрегаты и технологические процессы: п. 1. Разработка научных и методологических основ, технических и технологических требований к проектированию и созданию новых машин, агрегатов и технологических процессов; п. 4. Исследования параметров машин и агрегатов и их взаимосвязей при комплексной механизации основных и вспомогательных процессов и операций с использованием моделирования, численных и физических экспериментов.

Диссертация Кикина Николая Олеговича «Совершенствование процесса смешивания материалов в горизонтальном лопастном смесителе со стержневыми элементами» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по совершенствованию процесса и конструкции горизонтального лопастного смесителя для приготовления смесей мелкозернистых сыпучих материалов, соответствует требованиям п. 9 - 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением Правитель-

ства РФ от 24.09.2013 №842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а е автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21 - Машины, агрегаты и технологические процессы.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность», протокол № 2 от 10 октября 2023 г.

Заведующий кафедрой
«Технологические процессы, аппараты
и техносферная безопасность»
доктор технических наук, профессор



Гатапова Наталья Цибикивна

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»)

392000, г. Тамбов, ул. Советская, д.106/5, помещение 2.

Телефон: (4752) 63-10-19

E-mail: tstu@admin.tstu.ru

Сайт: <https://www.tstu.ru/>