

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Кикина Николая Олеговича

«Совершенствование процесса смешивания материалов в горизонтальном лопастном смесителе со стержневыми элементами», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21. «Машины, агрегаты и технологические процессы»

Актуальность темы диссертации

Процесс смешивания исходных компонентов положен в основу производства на большинстве предприятий перерабатывающей отрасли промышленности. Однородность распределения свойств в подвергаемых технологическим переделам материалах является основой достижения требуемого на промышленных предприятиях качества выпускаемой продукции. Вследствие разнообразия видов перерабатываемых материалов, отличающихся характерными свойствами, распространено большое количество различных конструкций смесителей, применяемых при приготовлении однородных по составу композиций из сыпучих материалов. Для подготовки сухих мелкозернистых смесей широко используются горизонтальные лопастные смесители, что объясняется большой производительностью, простотой конструкции, неприхотливостью в эксплуатации. Рыночные условия конкурентирования выпускаемой предприятиями продукции предопределяют постоянное улучшение ее характеристик. Поэтому совершенствование смесительного оборудования, основанное на теоретических и экспериментальных исследованиях и направленное на повышение качества смеси, как одного из основных ее характеристик, является актуальной задачей.

Новизна исследований и полученных результатов

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработанных математических выражениях, позволяющих определить концентрацию ключевого компонента, время смешивания, необходимого для достижения заданной концентрации и мощности, затрачиваемой приводом смесителя с установленными стержневыми элементами. В установлении закономерностей изменения вышеуказанных показателей, характеризующих процесс смешивания, и рациональных конструктивно-технологических параметров лопастного смесителя со стержневыми элементами, обеспечивающих повышение качества сухой смеси и снижения времени на её подготовку. В получении уравнений регрессии, адекватно описывающих изменение концентрации ключевого компонента, коэффициента

неоднородности мелкозернистой цементно-песчаной смеси, предела прочности на сжатие бетонных образцов, приготовленных из полученной смеси, и мощности, потребляемой приводом двухвального лопастного смесителя со стержневыми элементами.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных соискателем в диссертационной работе, их обоснованность обеспечены: применением классических математических и физических законов и закономерностей, а также методов планирования экспериментальных исследований и статической обработки их результатов; использованием современного измерительного оборудования и программного обеспечения; большим количеством проведенных исследований; воспроизводимостью экспериментальных данных в пределах заданной точности измерений.

По содержанию диссертация является завершенным научным исследованием.

Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки и практики

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

Практическая значимость работы заключается в разработке методики расчета основных технологических и конструктивных параметров смесителя со стержневыми элементами на базе полученных математических выражений и существующих методик.

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

Реализовано применение результатов работы 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. Это позволило сократить содержание цемента на 9,8 % при соблюдении требований к однородности смеси и прочностным характеристикам приготавливаемого из неё бетона.

Результаты работы применяются при обучении бакалавров и магистрантов.

Оценка содержания диссертации и автореферата

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов по работе, списка литературы из 142 наименований и 4 приложений. Работа изложена на 187 страницах основного текста, включающего 51 рисунок, 18 таблиц, список литературы из 142 наименований.

В первой главе на основе анализа оборудования для подготовки сухих смесей установлены недостатки существующих конструкций смесителей и направления их совершенствования. На основе анализа математических описаний процессов смешивания в смесителях с горизонтальным расположением валов установлена целесообразность аналитического описания основных параметров процесса смешивания при конструктивном совершенствовании рабочих органов смесителя и разработки методики расчета его конструктивно-технологических параметров.

Во второй главе приведено описание разработанного и защищенного патентом РФ технического решения в виде стержневых элементов, установленных перед лопастями горизонтального лопастного смесителя. В результате анализа имитационного моделирования процесса смешивания в программной среде EDEM установлены целесообразная цилиндрическая форма поперечного сечения стержней и их количество. Разработаны математические выражения для определения: изменения концентрации ключевого компонента; времени, необходимого для достижения заданной концентрации ключевого компонента в смеси; мощности, расходуемой на преодоление сил лобового сопротивления лопасти со стержневыми элементами, являющейся составляющей общей мощности привода лопастного смесителя со стержневыми элементами. С помощью данной модели исследованы параметры, характеризующие процесс смешивания, установлены и обоснованы его закономерности.

В третьей главе приведены: описания разработанной экспериментальной установки двухвального горизонтального лопастного смесителя со стержневыми элементами цилиндрического профиля; перечень применяемого контрольно-измерительного оборудования и его характеристики; рецептура сухой строительной смеси и характеристики входящих в нее материалов. Также представлены разработанная программа экспериментальных исследований, выбранные методики их проведения, а также план полного факторного эксперимента (ПФЭ ЦКРП 2³). Определены функции отклика, варьируемые факторы и уровни их варьирования, количество повторных опытов для проведения экспериментов.

В четвертой главе выбраны и обоснованы основные факторы, характеризующие процесс смешивания в экспериментальной установке горизонтального лопастного смесителя периодического действия. С использованием полученных адекватных уравнений регрессии исследовано влияние на изменение: коэффициента неоднородности мелкозернистой цементно-песчаной смеси; предела прочности на сжатие изготовленных из нее бетонных образцов потребляемой приводом смесителя мощности от частоты вращения лопастных валов; угла установки лопастей; расстояния между стержневыми элементами и лопастью. Определены области рациональных значений вышеуказанных параметров. С помощью полученного адекватного уравнения регрессии также исследована зависимость концентрации ключевого компонента смеси от частоты вращения лопастных валов и времени смешивания. Подтверждена адекватность математических выражений, приведенных во второй главе.

В пятой главе представлено описание разработанной методики инженерных расчетов основных конструктивных и технологических параметров горизонтального лопастного смесителя с установленными стержневыми элементами. Описано внедрение результатов исследования на горизонтальном лопастном смесителе периодического действия СГО-4 на предприятие ООО «Экохим-Инкапол». В результате производственных испытаний установлено, что расположение стержневых элементов перед лопастями смесителя обеспечивает при подготовке цементно-песчаной смеси В12,5:

- уменьшение коэффициента неоднородности получаемой смеси на 9,7 % и повышение предела прочности изготовленных из нее бетонных образцов на 8,1 % при соблюдении применяемой на предприятии рецептуры;

- соблюдение требований к качеству подготовки смеси при уменьшении содержания цемента относительно массы цемента по рецептуре предприятия на 9,8 %.

Главы диссертации заканчиваются соответствующими выводами, в заключении работы представлены основные результаты и рекомендации. Материалы диссертационной работы и автореферата изложены грамотным техническим языком.

Автореферат полностью раскрывает содержание диссертации.

Апробация результатов и публикации

Результаты научной деятельности соискателя прошли обстоятельную апробацию на международных научно-технических и научно-практических конференциях. По результатам диссертационной работы опубликовано 18 статей, в том числе 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Соискателем получен патент на полезную модель РФ.

Основные замечания по диссертации и автореферату

1. Во второй главе, при описании результатов исследования смесителя с использованием полученных математических описаний, принята сложная система индексов. Разнообразие обозначений рассматриваемых параметров наряду с их большим количеством затрудняет понимание основного содержания данного раздела.

2. Подраздел 2.1. При кратком описании разработанного технического решения необходима библиографическая ссылка на патент, более полно раскрывающий особенности воздействия стержневых элементов на процесс смешивания материалов.

3. На представленной расчетной схеме рисунка 2.9 (страница 73) необходима простановка всех геометрических параметров лопасти, которые используются в приведенном ниже выражении, определяющем мощность, затрачиваемую на преодоление сил лобового сопротивления.

4. На рисунке 3.5 приведено устройство, обеспечивающее позиционирование пробоотборника для отбора проб смеси по определенной схеме, названное кондуктором. В машиностроении термин «кондуктор» характеризует устройство для сверления и обработки отверстий осевым инструментом. Поэтому необходимо использовать корректный термин, например, шаблон.

5. В тексте диссертации иногда встречаются погрешности редакционного характера, хотя в целом представленный материал хорошо оформлен и изложен. Так на стр.21 приведено «Среди российских производителей...», на стр. 48 - «..на процесс смешивание сухих компонентов..».

6. На странице 8 автореферата, при характеристике рациональных значений конструктивно-технологических параметров смесителя, обеспечивающих наименьшее время приготовления смеси, необходимо было указать значение величины этого времени.

Приведенные замечания не влияют на целостность работы и не снижают её научное значение.

Заключение по диссертационной работе и автореферату

Диссертационная работа соискателя Кикина Николая Олеговича на тему «Совершенствование процесса смешивания материалов в горизонтальном лопастном смесителе со стержневыми элементами» выполнена самостоятельно и содержит новые научные результаты.

Научная работа соответствует областям исследований, указанным в пунктах 1 и 4 паспорта специальности 2.5.21. «Машины, агрегаты и технологические процессы»: разработка научных и методологических основ, технических и технологических требований к проектированию и созданию

новых машин, агрегатов и технологических процессов; исследования параметров машин и агрегатов и их взаимосвязей при комплексной механизации основных и вспомогательных процессов и операций с использованием моделирования, численных и физических экспериментов.

Поставленные Кикиным Н. О. цели научных исследований выполнены соискателем в полном объеме. Работа имеет научную и практическую значимость в рассматриваемой области исследований. Основные ее результаты опубликованы в 18 научных статьях и прошли обстоятельную апробацию на международных научно-технических и научно-практических конференциях.

Считаю, что диссертационная работа соответствует пунктам 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (с изменениями и дополнениями), а её автор Кикин Николай Олегович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21. «Машины, агрегаты и технологические процессы».

Официальный оппонент:

Верлока Иван Игоревич,
кандидат технических наук
(05.17.08 – «Процессы и аппараты
химических технологий»),
инженер-электроник I категории
участка ремонта аналитического
оборудования и расходомеров №11
цеха КИПиА и систем управления №15
ПАО «Славнефть-ЯНОС»



Верлока Иван Игоревич

28.09.2023 г.

Контактная информация:

150023, Россия, г. Ярославль, Московский проспект д. 130

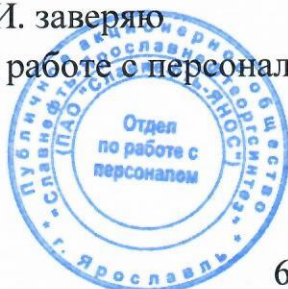
<https://www.yanos.slavneft.ru>; тел. +7 (4852) 49-81-00

Моб. тел.: +79807437644

E-mail: ivdean@inbox.ru

Подпись Верлоки И.И. заверяю

Начальник отдела по работе с персоналом



Сироткина А.Ф.