

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.276.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В. Г. ШУХОВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от **31.10.2023** года протокол №3

О присуждении Кикину Николаю Олеговичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Совершенствование процесса смешивания материалов в горизонтальном лопастном смесителе со стержневыми элементами»** по специальности 2.5.21. «Машины, агрегаты и технологические процессы» принята к защите 2 августа 2023 года, протокол заседания № 2, диссертационным советом 24.2.276.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, приказ № 671/нк от 24.06.2022 г.

Соискатель Кикин Николай Олегович, 1 декабря 1989 года рождения, в 2014 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова» с присвоением квалификации «инженер» по специальности 270101 «Механическое оборудование и технологические комплексы предприятий строительных материалов, изделий и конструкций».

В 2021 году окончил аспирантуру на кафедре механического оборудования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» по направлению 15.06.01 «Машиностроение», направленность «Машины, агрегаты и процессы».

Работает главным специалистом службы главного конструктора теплообменного оборудования в ООО «Турбинные технологии ААМ», г. Санкт-Петербург.

Диссертация выполнена на кафедре «Механическое оборудование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Ханин Сергей Иванович работает в должности профессора кафедры «Механическое оборудование» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова».

Официальные оппоненты:

Минин Виталий Васильевич – доктор технических наук, доцент, работает профессором кафедры «Транспортные и технологические машины» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирского Федерального университета»; **Верлока Иван Игоревич** – кандидат технических наук, работает инженером-электроником I категории, ПАО «Славнефть-ЯНОС» цех КИПиА и систем управления №15, участок ремонта аналитического оборудования и расходомеров №11, инженер-электроник I категории **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» **в своем положительном отзыве**, подписанном Гатаповой Натальей Цибиковной, доктором технических наук (специальность 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий), профессором, заведующим кафедрой «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность» и утвержденном проректором по научной работе, доктором технических наук, профессором Дмитрием Юрьевичем Муромцевым, **указала, что диссертация** соответствует пунктам 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (с изменениями и дополнениями) и паспорту специальности 2.5.21, а именно областям исследований: пункту 1 «Разработка научных и методологических основ, технических и технологических требований к проектированию и созданию новых машин, агрегатов и технологических процессов» и пункту 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», а её автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 18 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ опубликовано 5 работ, в журнале индексируемом Scopus квартиля Q4 – 1 работа, опубликован 1 патент РФ на полезную модель. Общий объем работ – 10, 63 печ. л., личный вклад – 5,84 печ. л. Общий объем работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 6,25 печ. л., личный вклад 3,49 печ. л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты исследования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

В журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ:

1. Ханин, С. И. Исследование возможности повышения качества подготовки сухих строительных смесей в горизонтальном лопастном смесителе / С. И. Ханин, **Н. О. Кикин**, О. С. Мордовская // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2021. – № 10. – С. 99–108.

2. Ханин, С. И. Исследование изменения концентрации ключевого компонента сухой смеси в горизонтальном лопастном смесителе с цилиндрическими стержнями / С. И. Ханин, В. П. Воронов, **Н. О. Кикин**, О. С. Мордовская // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2022. – № 2. – С. 94–101.

3. Ханин, С. И. Математическое описание мощности, потребляемой приводом горизонтального лопастного смесителя с цилиндрическими стержневыми элементами / С. И. Ханин, В. П. Воронов, **Н. О. Кикин**, О. С. Мордовская // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2022. – № 16. – С. 75–82.

4. Ханин, С. И. Определение времени подготовки смеси в горизонтальном лопастном смесителе с установленными цилиндрическими стержневыми элементами / С. И. Ханин, В. П. Воронов, **Н. О. Кикин**, О. С. Мордовская // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2022. – № 17–2. – С. 265–272.

5. **Кикин, Н. О.** Определение коэффициента неоднородности сухой строительной смеси в горизонтальном лопастном смесителе со стержневыми

элементами / Н. О. Кикин // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2023. – № 18. – С. 67–72.

В журнале, входящем в международную базу данных Scopus:

6. Analysis of the Influence of Rod Elements on the Mixing Process of Two Components in a Twin-Shaft Paddle Mixer / S. I. Khanin, N. O. Kikin, R. V. Zybin, E. G. Khanina // Digital Technologies in Construction Engineering: Selected Papers, Springer, 2022. – P. 175-182.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы, в которых отмечается научная новизна и практическая ценность работы. Отзывы были получены от:

I. Апачанова Антона Сергеевича, кандидата технических наук (специальность 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы), директора дивизиона «Организация образовательной деятельности» ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К. Г. Разумовского (ПКУ)» с замечанием:

1. В главе 2 автореферата целесообразно было бы сопоставить значения мощности, затрачиваемой на преодоление сил лобового сопротивления при вращении в смеси лопастей с установленными стержневыми элементами и без них. Математическое выражение (4) позволяет это выполнить.

II. Качаева Александра Евгеньевича, кандидата технических наук (специальность 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы), заведующего кафедрой Строительного производства Коломенского института (филиала) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» с замечанием:

1. В автореферате, при описании второй главы диссертации, после приведенной на рисунке 1 схемы рабочей камеры смесителя со стержневыми элементами, необходимо было привести описание особенностей воздействия стержневых элементов на смешиваемый материал.

III. Осокина Антона Владиславовича, кандидата технических наук (специальность 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы), начальника научно-исследовательского отдела прочности, надежности и ресурса парашютных систем АО «НИИ парашютостроения» с замечанием:

1. В работе (страница 7) приводятся сведения о результатах имитационного моделирования процессов смешивания двух компонентов в моделях смесителей с различным профилем поперечного сечения стержневых элементов, однако не указываются основные параметры, характеризующие эти модели.

IV. Рыбака Александра Тимофеевича, доктора технических наук (специальность 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали

машин (технические науки) и специальность 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы), профессора кафедры «Приборостроение и биомедицинская инженерия» Донского государственного технического университета *с замечаниями:*

1. Слишком много пунктов научной новизны.
2. Некоторые формулы, например, (2) и (3) написаны мелким шрифтом и трудно читаются.

У. Светлова Станислава Дмитриевича, кандидата технических наук (специальность 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий), старшего преподавателя кафедры химической и биотехнологической аппаратуры, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» *с замечаниями:*

1. В автореферате не указана производительность лабораторной установки, на которой были проведены эксперименты, описанные в третьей главе. Не ясно как осуществлялся масштабный переход от лабораторной установки к описанной в пятой главе полномасштабного смесителя с производительностью 15 т/час. Пригодны ли разработанные методики расчета?
2. Не ясна судьба математических испытаний стержней не круглого сечения.

У. Трофимченко Владимира Николаевича, кандидата технических наук (специальность 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы), директора по технической поддержке, Центральная и Восточная Европа и СНГ ООО «AIR PRODUCTS CENTRAL ASIA GROUP» *с замечанием:*

1. В формуле (3) присутствует коэффициент дополнительных потерь λ . Необходимо было разъяснить, о каких дополнительных энергетических потерях идет речь.

У. Явурик Ольги Васильевны, кандидата технических наук (специальность 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы), доцента кафедры информационных и робототехнических систем ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» *с замечанием:*

1. При описании результатов опытно-промышленных испытаний горизонтального лопастного смесителя предприятия ООО «Экохим-Инкапол», необходимо было указать требования к качеству подготовки цементно-песчаной смеси.

VIII. Яковчука Михаила Сергеевича, кандидата технических наук (специальность 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы), ведущего инженера АО «ЦКБ МТ Рубин» с замечанием:

1. Необходимо было указать доли в процентах, приходящиеся на составляющие P_2 , P_3 , P_4 общей мощности, затрачиваемой на процесс смешивания, для сравнения с исследуемой мощностью, затрачиваемой на преодоление сил лобового сопротивления $P_{л.с.}$

IX. Никитина Александра Григорьевича, доктора технических наук (специальность 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением), профессора кафедры механики и машиностроения Сибирского государственного индустриального университета с замечаниями:

1. Из текста автореферата не ясно, какой компонент цементно-песчаной смеси является ключевым.

2. В списке публикаций пункт 13 повторяет пункт 5.

X. Захарычева Сергея Петровича, кандидата технических наук (специальность 05.06.03 – Машины и оборудование целлюлозно-бумажных производств), доцента высшей школы транспортных систем и технологий Тихоокеанского государственного университета с замечаниями:

1. На рис. 1 (с. 7) приведена схема смесителя вид сверху, защищенная Патентом РФ на полезную модель, далее приводится полученная общая экспоненциальная формула для определения действительной концентрации сухой двухкомпонентной смеси в зависимости от начальной концентрации ключевого компонента и отклонений идеальной концентрации, зависящих от параметров процесса смешивания – расстояния от осей вращения валов, частоты, радиуса лопастей и внутреннего радиуса цилиндрической части корпуса смесителя. При этом дается краткое описание использованных цифровых моделей смесителя в программной среде EDEM, и описание трех форм поперечного сечения дополнительных стержней конструкции. Ниже приводятся полученные формулы для определения времени смешивания (ф. 2) при достижении заданной концентрации ключевого компонента в сухой смеси (22 %). Но в пояснении к формуле (2) приводится частота вращения валов, угол лопаток и радиус: $R_{ц.рац.}=0,007$ м, что вызывает удивление. Всего 7 мм? Скорее это досадная опечатка, нуждающаяся в пояснении. То же касается пояснения к рис. 3 (с. 9 реферата), где указан радиус цилиндрической части корпуса $R_{ц.рац.}=0,005$ м. Скорее здесь должно быть, как минимум – 0,5 м. судя по фотографии установки, приведенной на рис. 5 (с. 10 автореферата), постоянно, а имеет вогнутый характер, причем максимумы располагаются по границам контактирующих деталей. Следовательно – в

изложении материала требуется говорить о средних напряжениях натяга в соединении.

ХІ. Подгорного Юрия Ильича, доктора технических наук (специальность 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы), профессор кафедры проектирования технологических машин ФГБОУ ВО «НГТУ» с замечаниями:

1. Из автореферата не понятно, имеются ли недостатки в работах, которые подверг анализу автор. В этой связи и неясно, что следует ставить в качестве цели?

2. Не приведено значение коэффициента однородности, к которому нужно стремиться?

3. Не приведена точность проведенных экспериментальных исследований?

4. В п. 10 написано, что уменьшение коэффициента неравномерности смеси составило 9,7 % и повышение предела прочности до 9,8 %. Но непонятно, по отношению к каким показателям.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в соответствующей отрасли науки и имеющих публикации в соответствующей сфере исследования, а также их согласием.

Выбор ведущей организации обосновывается известностью своими достижениями в соответствующей отрасли науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан комплекс аналитических выражений и экспериментальных уравнений регрессии для описания качественных и количественных характеристик процесса подготовки мелкозернистой сухой смеси в смесителе со стержневыми элементами, позволивший выявить качественно новые закономерности рассматриваемого процесса;

предложено осуществить повышение качества подготовки мелкозернистой сухой смеси в горизонтальном лопастном смесителе за счет установки перед рабочими поверхностями лопастей стержневых элементов цилиндрического профиля;

доказана перспективность использования предложенного технического решения в горизонтальных лопастных смесителях для получения сухих мелкозернистых смесей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений о влиянии установленных перед лопастями горизонтального лопастного

смесителя стержневых элементов на повышение качества подготовки мелкозернистой сухой смеси;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс базовых методов исследований, в том числе интегральное и дифференциальное исчисление, специализированные программные комплексы, экспериментальные средства и методики;

изложены условия повышения однородности сухой мелкозернистой смеси при ее взаимодействии с лопастями смесителя и расположенными перед ними стержневыми элементами.

раскрыты закономерности повышения однородности сухой смеси при использовании в горизонтальном лопастном смесителе предложенного технического решения;

изучены причинно-следственные связи изменения основных технологических характеристик смесителя с конструктивными параметрами лопастей и стержневых элементов.

проведена модернизация существующего математического описания мощности, потребляемой приводом смесителя.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены: техническое решение, в виде установленных перед лопастями стержневых элементов цилиндрического профиля, на предприятии ООО «Экохим-Инкапол» для производства цементно-песчаной смеси, что позволило снизить коэффициент неоднородности на 9,7 % и повысить предел 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, при этом расчетный экономический эффект составил более 90 тыс. рублей; результаты исследований в учебный процесс на кафедре «Механическое оборудование» БГТУ им. В. Г. Шухова при обучении студентов и магистров по направлениям подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» – профиль программы «Технологические машины и комплексы предприятий строительных материалов» и 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» – профиль программы «Разработка технологического оборудования и комплексов предприятий строительной индустрии»;

определены области рациональных значений конструктивных и технологических параметров смесителя для получения минимальных значений коэффициента неоднородности смеси и максимальных значений

предела прочности на сжатие бетонных образцов, приготовленных из получаемой сухой мелкозернистой цементно-песчаной смеси;

создана инженерная методика расчета технологических и конструктивных параметров горизонтальных лопастных смесителей со стержневыми элементами цилиндрического профиля;

представлены рекомендации и перспективы дальнейшей разработки тематики исследования. Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы для модернизации, существующих конструкций лопастных смесителей с горизонтальным расположением валов, предназначенных для подготовки сухих мелкозернистых смесей, а также в процессе обучения студентов и магистров по направлению подготовки «Технологические машины и оборудование» с соответствующими профилями подготовки.

представлены предложения по использованию разработанного технического решения для приготовления пластичных смесей в горизонтальном лопастном смесителе с дальнейшим исследованием влияния стержневых элементов на качество смеси.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ воспроизводимость результатов экспериментальных исследований на основе применения программных средств моделирования, а также адекватность математических моделей для горизонтального лопастного смесителя со стержневыми элементами при получении сухой мелкозернистой цементно-песчаной смеси;

теория строится на базе известных научных методов и их обобщениях, результаты математического описания согласуются с экспериментальными данными, полученными в ходе стендовых и промышленных испытаний, а также данными, опубликованными ранее по теме диссертации;

идея базируется на использовании в лопастном смесителе стержневых элементов цилиндрического профиля, обеспечивающих деформирующее воздействие на возникающее перед рабочей поверхностью лопасти уплотнение из смешиваемых компонентов для повышения качества подготовки мелкозернистой сухой смеси;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, в том числе результатов, полученных другими исследователями, в качестве основы для развития рассматриваемой области знаний;

установлено, что результаты, представленные в независимых источниках по данной тематике, получили в работе дальнейшее развитие; промышленное применение результатов обеспечивает повышение качества подготовки мелкозернистой сухой смеси;

использованы общепринятые для технических наук теоретические (идеализация, формализация), экспериментальные (наблюдение, эксперимент, сравнение) и специальные (математическое, имитационное и физическое моделирование) методы исследований;

Личный вклад соискателя состоит: в формулировке цели и постановке задач исследования; участии в разработке технического решения в виде стержневых элементов цилиндрического профиля; в разработке комплекса аналитических выражений и экспериментальных уравнений регрессии для описания качественных и количественных характеристик процесса подготовки мелкозернистой сухой смеси в смесителе со стержневыми элементами; в проведении экспериментальных исследований и анализе их результатов; в формулировании закономерностей и выводов; в разработке методики расчета основных технологических и конструктивных параметров горизонтальных лопастных смесителей; в участии в подготовке публикаций по теме исследований и апробации результатов исследований.

В ходе защиты диссертации принципиальных критических замечаний высказано не было.

Соискатель Кикин Н.О. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию значимости проведенных исследований и полученных результатов.

Диссертация Кикина Н.О. соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (с изменениями и дополнениями) и паспорту специальности 2.5.21. «Машины, агрегаты и технологические процессы», а именно областям исследований: пункту 1 «Разработка научных и методологических основ, технических и технологических требований к проектированию и созданию новых машин, агрегатов и технологических процессов» и пункту 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».

На заседании 31 октября 2023 года диссертационный совет принял решение за решение научной задачи, имеющей значение для развития смесительного оборудования перерабатывающей отрасли промышленности страны присудить Кикину Н.О. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **12** человек, из них **11** докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из **14** человек,

входящих в состав совета, проголосовали: «за» – **12**, «против» – **нет**,
недействительных бюллетеней **нет**.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Дуюн Татьяна Александровна

Семикопенко Игорь Александрович

31 октября 2023 г.