

В диссертационный совет 24.2.513.01
на базе Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Ярославский
государственный технический университет»

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу
Смирнова Павла Михайловича
«Исследование и расчет процесса смешивания сыпучих
материалов в барабанно – винтовом ступенчатом аппарате»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по научной специальности
2.6.13 – Процессы и аппараты химических технологий

Смирнов П.М. окончил магистратуру Ярославского государственного технического университета (ЯГТУ) по направлению подготовки 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» в 2021 году. В этом же году поступил в очную аспирантуру ЯГТУ. Обучение в аспирантуре проходил по научной специальности 2.6.13 – «Процессы и аппараты химических технологий» с 01.10. 2021 по 30. 09.2025 года.

Диссертация П.М. Смирнова связана с актуальной темой создания эффективных конструкций аппаратов для приготовления однородных сыпучих смесей с малыми (порядка 0,1) концентрациями ключевого компонента. Тема диссертационной работы полностью соответствует паспорту научной специальности 2.6.13 – Процессы и аппараты химических технологий. Цель диссертации состояла в разработке инженерного метода расчета барабанно - винтового смесителя непрерывного действия, обеспечивающего получение качественных сыпучих смесей компонентов в соотношении 1:1–1:11. Для достижения поставленной цели П.М. Смирнов ставит и решает ряд исследовательских задач.

Сначала автор разрабатывает конструкцию смесителя, который должен обеспечить приготовление однородных сыпучих смесей с малыми добавками. В качестве такого смесителя, предложен ступенчатый барабанно-винтовой аппарат, конструкция которого обеспечивает реализации процесса методом разбавления. Разрабатывается также способ исследования,

позволяющий изучать поведение критерия однородности смеси с минимальным нарушением ее структуры. Следует отметить, что и конструкция аппарата, и способ исследования получаемой в нем смеси, запатентованы. По результатам экспериментальных исследований смесителя, получены уравнения регрессии, связывающие коэффициент неоднородности смеси с числом ступеней, их длиной, шагом и высотой винтового желоба, а также концентрацией ключевого компонента. Показано преимущество 3-х ступенчатого барабанно-винтового аппарата перед одноступенчатым смесителем.

На следующем этапе проводится математическое моделирование процесса смешивания сыпучих материалов в новом аппарате. В основе модели лежит система уравнений непрерывности для концентраций компонентов смеси. Модель учитывает явление сегрегации смеси. Расчет полей концентраций компонентов выполнен методом конечных объемов. Для реализации расчетов разработана оригинальная программа на основе пакета программных средств Mathematica.

На последнем этапе разрабатывается методика инженерного расчета конструктивных, технологических и энергетических параметров нового барабанно-винтового смесителя, построена блок-схема его расчета.

Новый смеситель и программное обеспечение расчета коэффициента неоднородности смеси предлагается использовать в топливно-энергетической отрасли в агрегате для десульфуризации дымовых газов для их очистки от угольной пыли

Таким образом, тема диссертационной работы достаточно глубоко проработана, цели, поставленные в ней, достигнуты, а задачи полностью решены.

Достоверность результатов обоснована применением в работе современных надежных экспериментальных методов исследований, компьютерных методов обработки результатов, а также корректностью моделирования процесса смешивания на основе известных законов механики движения и взаимодействия частиц.

Личный вклад Смирнова П. М. состоит в том, что им выполнен весь объем экспериментальной работы, проведена обработка результатов, их анализ. Автор принимал участие в подготовке публикаций, разработке нового аппарата и способа его исследования, разработке математической модели процесса смешивания и компьютерных программ для её реализации.

При работе над диссертацией П. М. Смирнов продемонстрировал способность самостоятельно проводить экспериментальные исследования, планировать и решать исследовательские задачи.

Диссертация Смирнова П. М. грамотно изложена, что обеспечивает однозначное восприятие материала.

По теме диссертации опубликованы 23 работы, в том числе 6 - из списка работ рекомендованных ВАК, включая 3 – индексированных в базах данных Web of Science, получены 2 патента РФ на конструкцию нового аппарата и на способ определения однородности получаемых смесей. Результаты исследований регулярно докладывались на научных международных и региональных конференциях.

На основании вышесказанного можно отметить, что диссертация, выполненная П. М. Смирновым, соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842 и может быть рекомендована к защите в диссертационном совете по специальности 2.6.13 – Процессы и аппараты химических технологий.

Научный руководитель

д.т.н., доцент, профессор кафедры
теоретической и прикладной механики
ФГБОУ ВО «ЯГТУ»

05.12.2025



Таршис М.Ю.

Адрес: 150023, г. Ярославль, Московский проспект, 88

Телефон: 8(905) 131-19-10

Эл. почта: mutarshis@yahoo.com

Подпись Таршиса Михаила Юльевича
заверяю:

Начальник управления персонала
ФГБОУ ВО «ЯГТУ»

05.12.2025



Спиридонова И.А.