

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Смирнова Павла Михайловича на тему «Исследование и расчет процесса смешивания сыпучих материалов в барабанно-винтовом ступенчатом аппарате», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности

### 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий

Актуальность темы диссертационной работы Смирнова П.М. обусловлена тем, что она направлена на решение задачи получения однородных смесей сыпучих материалов с малыми концентрациями целевого компонента. Такие смеси являются востребованными в различных отраслях промышленности. Решение задачи может быть выполнено путём создания эффективных аппаратов на основе устройств барабанного типа непрерывного действия. Эти аппараты находят широкое применение во многих отраслях химической промышленности и ряде других из-за простоты конструкции и низкой энергоёмкости.

Объектом исследования является процесс смешивания сыпучих материалов в барабанно – винтовом ступенчатом аппарате.

Предметом исследования является процесс смешивания сыпучих компонентов в барабанно – винтовом ступенчатом аппарате, изучение поведения критерия однородности сыпучей смеси.

Цель диссертационного исследования состоит в разработке инженерного метода расчета нового ступенчатого смесителя непрерывного действия, обеспечивающего получение качественных смесей компонентов в соотношении до 1:7 - 1:11 на основе экспериментальных и теоретических исследований процесса смешивания сыпучих материалов, проходящего в этом аппарате.

К наиболее значимым результатам диссертационной работы следует отнести, следующее:

- разработана математическая модель, позволяющая прогнозировать состояние однородности смеси в различных сечениях барабанно - винтового ступенчатого смесителя и может быть использована при создании обоснованных методов расчета его конструктивных и режимных параметров;

- разработан барабанно - винтовой ступенчатый смеситель сыпучих материалов, позволяющий получать однородные смеси, компонентов в соотношении 1:7 - 1:11, на конструкцию которого получен патент РФ на изобретение;

- установлено, что способ экспериментального исследования процесса смешивания в устройстве непрерывного действия, с дополнительными

элементами, разработан с участием автора и защищенный патентом РФ, позволяет получить обоснованные значения критерия качества смеси, при сравнительно невысокой трудоемкости и материалоемкости. В перспективе, исследовательские возможности способа обеспечат простоту оценки эффективности новых получаемых смесей в устройствах;

- метод инженерного расчета барабанно-винтового ступенчато смесителя непрерывного действия может быть востребован проектными организациями для разработки оборудования непрерывного действия для смешивания сыпучих материалов в различных отраслях промышленности, в том числе и для десульфуризации дымовых газов.

Работа прошла апробацию. Результаты работы докладывались на международных научных конференциях «Математические методы в технике и технологиях»: ММТТ-36 (Н. Новгород, НГТУ, 2023г.), ММТТ-37 (Казань, КНИТУ, 2024г.), ММТТ-38 (Гродно, 2025г.), XII Международном Беремжановском съезде по химии и химической технологии, 4-6 декабря, 2024, Алматы, Казахстан, 75-78 всероссийских научно-технических конференциях студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием (Ярославль 2022–2025гг.).

Основное содержание диссертации изложено в 23 научных работах, в том числе 6 статьях в журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ, в 2 патентах РФ на изобретение и в 15 докладов тезисов научной конференций.

Высоко оценивая научную новизну, теоретическое и практическое значение результатов, полученных соискателем в ходе диссертационного исследования, в качестве замечаний по автореферату диссертации отмечаем следующее:

1. Согласно сформулированной в автореферате цели исследования и его практической ценности барабанно - винтовой ступенчатый смеситель сыпучих материалов должен позволить получение однородных качественных смесей компонентов в соотношении до 1:7 – 1:11. Однако, в пункте 2 основных выводов и результатов работы отмечено, что соискателем разработана новая конструкция барабанно - винтового ступенчатого смесителя, защищенная патентом РФ. К сожалению, возможность получения требуемого соотношения не отражена. К тому же, судя по тексту автореферата, это соотношение также не нашло должное отражение и не упоминается, как результат достижения цели.

2. В главе 2 отмечено, что экспериментальные исследования процесса смешивания сыпучих материалов в барабанно - винтовом ступенчатом смесителе проведены в зависимости от ряда влияющих факторов, и в главе 3 представлены результаты теоретических исследований, но не приведены сведения о том, что результаты исследований могут быть основой для оформления более

эффективной конструкции смесителя как результата интеллектуальной деятельности.

В целом уровень решаемых задач соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.6.13 - Процессы и аппараты химических технологий. Диссертация Смирнова Павла Михайловича на тему «Исследование процесса смешивания сыпучих материалов в барабанно-винтовом ступенчатом аппарате» является завершенной научно-квалификационной работой, которая по критериям актуальности, научной новизны, обоснованности и достоверности выводов, практической значимости соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а автор работы — Смирнов Павел Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.13 — Процессы и аппараты химических технологий.

Вице-президент  
Акционерного общества  
«Всероссийский дважды ордена  
Трудового Красного Знамени  
Теплотехнический научно-исследовательский  
институт» (АО «ВТИ»),  
доктор технических наук,  
старший научный сотрудник

Тумановский Анатолий Григорьевич

Подпись Тумановского А.Г. заверяю.

Руководитель отдела подготовки  
и аттестации научных кадров АО «ВТИ»

\_\_\_\_\_ А.М. Федоров

«16» марта 2026 г. МП



*Акционерное общество «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени Теплотехнический научно-исследовательский институт» (АО «ВТИ»)*

*Адрес организации: Российская Федерация, 115280, г. Москва, ул. Ленинская Слобода, д. 23, стр. 4. Тел.: +7 (495) 137-77-70. Электронная почта: vti@vti.ru*