

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
Перинской Елены Владимировны «Математическое моделирование и  
обоснование параметров аппаратов, осуществляющих процесс  
перемешивания неоднородных материалов», представленную на соискание  
ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18. -  
«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ  
(технические науки)».

### 1. Актуальность темы диссертации.

На многих предприятиях в составе технологического оборудования эксплуатируются машины и аппараты, содержащие узлы конвективного типа, а именно устройства, осуществляющие перемешивание неоднородных материалов, состоящих из жидкой и твердой фазы (технологические линии химических производств, предприятия строительных материалов, технологические процессы обогащения полезных ископаемых и т. п.). При этом качество конечного продукта во многом зависит от эффективности работы конвективных узлов, что вызывает необходимость исследования процессов и расчета оптимальных параметров рассматриваемых аппаратов.

Ввиду сложности процесса наиболее эффективным направлением решения этой проблемы является применение математического моделирования с использованием современных моделей и компьютерных технологий.

В этой связи разработка детерминированных математических моделей процессов функционирования аппаратов, содержащих узлы конвективного типа, и обоснование с их применением эффективных параметров оборудования является актуальной научно-технической задачей, имеющей отраслевое значение.

### 2. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Обоснованность положений, выводов и рекомендаций обеспечивается:

- корректным применением фундаментальных положений механики сплошных сред и гидродинамики вязких жидкостей при выполнении теоретических исследований;
- корректным применением конечно-разностных методов для решения уравнений математической физики с учётом нелинейности краевых задач;
- эффективным применением результатов моделирования при разработке рекомендаций по модификации параметров технологии;
- корректным использованием результатов исследований, имеющих широкий спектр применения для различных отраслей, использующих процессы принудительной конвекции неоднородных смесей.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Вх. № 161/187  
«19» \_\_\_\_\_ 20 19

### 3. Анализ содержания диссертации.

В **первом разделе** автором выполнен анализ исследований ряда авторов и организаций в области проектирования и применения технологического оборудования, осуществляющего процессы конвективного воздействия на многокомпонентные неоднородные массы, отмечены недостатки имеющихся аппаратов, влияющие на качество конечного продукта. Установлено, что для повышения эффективности современных технологических решений необходимо расширить теоретические и опытные исследования конструкций и расчета параметров технологических схем.

Наиболее эффективным современным средством решения данной задачи является метод математического моделирования с применением детерминированных математических моделей.

Проведенные исследования позволили сформулировать цель и задачи работы.

На мой взгляд, в разделе недостаточно полно рассмотрены результаты работ, выполненных по данной тематике за рубежом. Кроме того, автором приведены примеры моделей, основанных на достаточно простых дифференциальных уравнениях, однако не представлены результаты их решения.

Во **втором разделе** обосновано направление развития математических моделей для исследования и модификации параметров процесса конвективного воздействия на неоднородные смеси. Автором отмечается, что попытки применения математических моделей, основанных на уравнениях математической физики, предпринимались рядом исследователей, однако при этом предполагалось, что поле скоростей частиц в рабочем объеме аппарата известно, и для решения задачи моделирования значения скорости задавались искусственными способами. В данной же работе предложена математическая модель, позволяющая рассчитывать поле скоростей в процессе решения краевой задачи, в чём состоит существенное отличие предлагаемой модели от рассмотренных ранее.

В качестве замечания следует указать, что автором дано численное решение нелинейных задач для уравнений математической физики, которое требует применения итерационного процесса, однако в разделе нет детального описания алгоритма применения метода итерации.

Следует также отметить, что автором разработан комплекс прикладных программ, однако не приведены хотя бы в общем виде перечень и последовательность операций при его применении.

В **третьем разделе** выполнено расширение математической базы для исследования и расчёта параметров процесса.

В дополнение к математическим моделям процессов получения суспензии в аппаратах с конвективными компонентами, основывающимся на уравнениях в частных производных и позволяющим исследовать основные параметры технологического оборудования с помощью компьютера. Кроме

того, построены таблицы, основанные на критериальных зависимостях, позволяющие производить оперативную оценку параметров процесса.

В работе предложена структура подсистемы автоматизированного проектирования, которая призвана повысить качество проектов за счет эффективного применения компьютерных технологий для реализации трудоемких рутинных функций.

Следует отметить, что в разделе не приведены примеры использования предложенной САПр, а также не рассмотрены вопросы о практическом применении критериальных зависимостей.

В **четвертом разделе** рассмотрены задачи обоснования структуры, выбора элементной базы и совершенствования характеристик структурных элементов системы автоматизированного управления (САУ) процессом конвективной обработки многокомпонентных смесей при производстве промышленных материалов. Разработаны рекомендации по применению программных разработок и дальнейшему развитию теоретических основ процессов конвективного воздействия на многокомпонентные смеси.

Следует отметить, что в данном разделе автором дана информация только о двух вариантах элементной базы САУ, тогда как имеют место разработки достаточно разнообразных технологических способов реализации алгоритмов управления.

#### **4. Научная новизна работы.**

Новизна разработанных в диссертации научных положений, выводов и рекомендаций состоит в следующем.

- Впервые обоснован выбор и выполнена модификация вычислительных методов для компьютерной реализации модели с учётом технологических параметров оборудования.
- Обоснованы направления совершенствования параметров оборудования для повышения качества конечного продукта.
- Получила дальнейшее развитие теория проектирования аппаратов, осуществляющих процессы перемешивания многокомпонентных смесей как основу для производства новой технологической продукции в виде композиции исходных материалов.

#### **5. Ценность для науки и практики полученных автором результатов.**

**Научное значение** работы состоит в том, что предложенная детерминированная математическая модель, основанная на уравнениях в частных производных, отражающих физику процессов, происходящих в неоднородной сплошной среде при конвективном воздействии механических устройств, и предоставляющая возможность расчёта поля скоростей частиц перемешиваемого материала, является новым эффективным инструментом

исследования технологических процессов без проведения долгосрочных дорогостоящих промышленных экспериментов.

**Практическое значение** результатов работы состоит в разработке алгоритмов и пакета прикладных программ для компьютерной реализации предложенной математической модели процесса принудительного перемешивания неоднородных смесей, что позволяет исследовать параметры функционирования аппаратов конвективного типа в различных отраслях производства.

#### **6. Степень полноты опубликования полученных результатов.**

Основные научные и практические результаты опубликованы в 16 научных работах, из них 7 статей в специализированных изданиях, рекомендованных ВАК ДНР и в рецензируемых журналах, 3 в других изданиях (в том числе 2 монографии). Полученные результаты также прошли апробацию и опубликованы в материалах 6 международных научно-технических конференций. Публикации в достаточной мере отражают содержание работы.

#### **7. Реализация результатов диссертации в промышленности и предложения по их дальнейшему использованию.**

##### **Реализация выводов и рекомендаций работы подтверждается:**

– внедрением в практику работы производственно-технологического отдела ООО «СЛАВЕН» (Российская федерация, г. Ростов-на-Дону) математических моделей и рекомендаций по их применению для определения и управления параметрами процессов перемешивания влажных многокомпонентных неоднородных материалов в закрытых аппаратах конвективного типа (акт о внедрении от 12 мая 2019г., протокол технического совещания рабочей группы № 3/05.19 от 12 мая 2019г., справка о внедрении, утверждённая директором предприятия);

– внедрением в учебный процесс ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (справка № 52.1-04/19 от 14.05.2019 об использовании в учебном процессе при чтении лекций и проведении практических занятий на кафедрах «Искусственный интеллект и системный анализ» и «Прикладная математика» по дисциплинам: «Уравнения математической физики», «Математическое моделирование», «Вычислительная математика», «Разностные методы решения краевых задач», «Информационные системы и технологии», «Численные методы», «Математические пакеты прикладных программ»).

##### **Рекомендации по дальнейшему использованию результатов.**

Выполненное в работе расширение математической базы для исследования и расчёта параметров оборудования с использованием математических моделей процессов получения суспензии в аппаратах с конвективными компонентами, основанных на уравнениях в частных

производных, и реализующих их пакетов прикладных программ позволяют исследовать основные параметры технологического оборудования с помощью компьютера и рекомендуются к использованию в работе исследовательских учреждений и производственных предприятий, осуществляющих расчёты параметров и внедрение технологических линий для получения материалов на основе конвективного воздействия на многокомпонентные смеси.

Предложенные в работе структура и алгоритмы функционирования подсистемы автоматизированного проектирования, которая призвана повысить качество проектов за счет эффективного применения компьютерных технологий для реализации трудоемких рутинных функций, рекомендуются к использованию в работе проектных организаций, занятых разработкой оборудования для осуществления процессов конвективного воздействия на многокомпонентные смеси.

#### **8. Соответствие содержания диссертации специальности 05.13.18. - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)».**

Содержание рецензируемой диссертационной работы, выдвинутые научные положения, полученные выводы и рекомендации дают основание сделать заключение о том, что диссертация Перинской Е.В., представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует паспорту специальности 05.13.18. - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)».

#### **9. Соответствие автореферата содержанию диссертации.**

В автореферате в достаточном объеме изложены основные результаты исследований, приведенных в диссертации. В нем представлены научные положения, новизна и практическая значимость, основные выводы по 4 разделам диссертации, заключение, реализация результатов работы в промышленности и предложения по их дальнейшему использованию.

#### **10. Структура, стиль и язык диссертации.**

Структурное построение диссертации соответствует цели и задачам исследований. Стиль изложения содержания исследований и подача материала вполне логичны, последовательны и связаны единой идеей. Язык диссертации достаточно ясен и доступен для восприятия.

## **11. Замечания по диссертации.**

11.1. Ни во введении, ни в разделе 1 не приводятся примеры конкретных промышленных объектов и роли рассматриваемых процессов в общей технологической цепочке.

11.2. В 1-м разделе недостаточно полно рассмотрены результаты работ, выполненных по данной тематике за рубежом.

11.3. В разделе 1 автором приведены примеры применения для описания процессов достаточно простых дифференциальных уравнений, однако не проанализированы результаты их решения.

11.4. Автором дано численное решение нелинейных задач для уравнений математической физики, которое требует применения метода итерации, однако не приведён алгоритм реализации итерационного процесса.

11.5. В разделе 3 не приведены примеры использования предложенной САПр.

11.6. Автором предложены критериальные зависимости для приближённого расчёта параметров, которые рекомендуются к применению инженерными работниками для оперативного определения ориентировочных значений параметров, однако не приведены примеры ситуаций, в которых будет являться предпочтительным их использование.

11.7. В 4-м разделе автором дана информация только о двух вариантах элементной базы САУ, тогда как имеют место разработки достаточно разнообразных технологических способов реализации алгоритмов управления.

## **Заключение.**

Отмеченные в отзыве недостатки не исключают общей положительной оценки диссертации. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, несмотря на недочеты, вполне приемлемы и не вызывают принципиальных возражений.

В целом диссертационная работа Перинской Е.В. «Математическое моделирование и обоснование параметров аппаратов, осуществляющих процесс перемешивания неоднородных материалов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18. - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)», является законченной научно-исследовательской работой, посвященной разработке актуальной тематики, имеет научную новизну, практическое значение и достаточную реализацию в отрасли, выполнена на достаточно высоком научном уровне, соответствует паспорту специальности 05.13.18. - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)» и отвечает требованиям п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям.

За получение новых научно обоснованных результатов в области математического моделирования технологических процессов,

закрывающихся в развитии и совершенствовании математических моделей, вычислительных алгоритмов и программных средств для исследования процессов и обоснования параметров технологических систем, содержащих узлы конвективного типа, что обеспечивает повышение эффективности и качества производства композитных промышленных материалов, получаемых за счёт перемешивания многокомпонентных смесей, автор представленной диссертации Перинская Елена Владимировна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18. - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)».

Официальный оппонент,  
зав. отделом теории управляющих систем  
ГУ «Институт прикладной математики и механики»,  
доктор технических наук по специальности  
05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика»

Иванова А.А. Иванова  
Адрес: ДНР, 283048, г. Донецк, Ворошиловский р-н,  
ул. Розы Люксембург, 74  
тел. +38 (062) 311-03-91, факс +38 (062) 311-01-75  
e-mail [math@iamm.su](mailto:math@iamm.su)

«18» 11 2019г.  
Я, Иванова Анна Александровна, выражаю согласие на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе.

Иванова А.А. Иванова

Подпись Ивановой А.А. подтверждаю

Мач-к



Сиренко Н.Н.