



**МОСКОВСКИЙ
ПОЛИТЕХ**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский политехнический университет»
(Московский Политех)

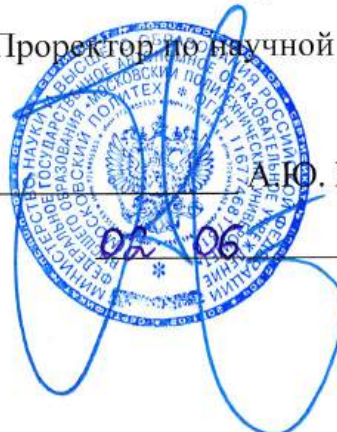
Б. Семеновская ул., д.38, Москва, 107023
Тел.+7 495 223 05 23, Факс +7 499 785 62 24
www.mospolytech.ru | E-mail: mospolytech@mospolytech.ru
ОКПО 04350607, ОГРН 1167746817810,
ИНН/КПП 7719455553/771901001

№ _____

от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе



А.Ю. Наливайко

2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» (Московский политех) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация Мавлюдовой Яны Александровны «Совершенствование процесса гранулирования биотоплива на основе вторичных древесных ресурсов и растительных отходов» выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Московский политехнический университет» (Московский политех) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на кафедре «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени проф. М.Б. Генералова» факультета химической технологии и биотехнологии.

В период подготовки диссертации (2011-2014 гг.) соискатель Мавлюдова Яна Александровна являлась аспирантом очной формы обучения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет инженерной экологии» (в настоящее время – Московский политех).

В июне 2011 года Мавлюдова (Трефилова) Яна Александровна окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет инженерной экологии» по специальности «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» с присвоением квалификации инженер-эколог.

Удостоверение № 150 от 18.05.2022 г. о сдаче кандидатских экзаменов в 2013-2014 гг. выдано в 2022 году федеральным государственным автономным

образовательным учреждением высшего образования «Московский политехнический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Макаренко Дмитрий Анатольевич, работает профессором кафедры "Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б. Генералова" федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертационная работа Мавлюдовой Яны Александровны «Совершенствование процесса гранулирования биотоплива на основе вторичных древесных ресурсов и растительных отходов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченным научно-квалификационным исследованием в области процессов и аппаратов химических технологий, в частности методов изучения, совершенствования и создания ресурсо- и энергосберегающих процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности, обеспечивающих минимизацию отходов.

Личный вклад автора включает постановку целей и задач, анализ научной литературы, планирование и проведение экспериментов, обработку и интерпретацию данных, формулировку выводов, подготовку методических рекомендаций и итоговое обобщение результатов.

Степень достоверности, обоснованности результатов проведенных исследований и выводов основаны на получении большого объема экспериментальных данных, корректном использовании теоретических положений математического описания процессов и аппаратов химических технологий, расчётных зависимостей на основе полученных экспериментальных данных, использовании метрологически аттестованных средств измерений.

Отсутствие в диссертации заимствованного материала без ссылки на автора. Текст диссертации и автореферата проверен в системе «Антиплагиат». Оригинальность составила более 85%. Совпадения имеются только по терминологии, общепринятым обозначениям, методикам расчетов и формулам. В диссертации отсутствуют заимствования без ссылок на авторов, все ссылки на работы соавторов приведены.

Научная новизна:

1. Разработан механизм гранулирования, учитывающий движение материала через канал переменного сечения и получены математические выражения, описывающие изменение напряженно-деформационного состояния смеси, а также эпюры распределения давления по длине цилиндрикоконического канала.
2. Методами многофакторного планирования эксперимента при проведении компрессионных испытаний получены уравнения и номограммы в зависимости от соотношения влажности смеси и удельного давления прессования.
3. По результатам комплексных экспериментальных исследований получены значения пластической прочности и коэффициента бокового давления,

характеризующие изменения реологического состояния системы МПС в процессе гранулирования.

4. Установлены закономерности влияния соотношения компонентов на теплотворную способность, зольность и процесс горения топливных гранул, представленные в виде графических зависимостей.

5. Установлены стадии и закономерности горения топливных гранул из МПС, и выявлены зависимости времени воспламенения от состава и плотности, а также продолжительности полного сгорания от геометрических размеров, определяющих механизм окисления.

Теоретическая значимость работы:

1. Предложено комплексное математическое описание процесса гранулирования МПС на всех этапах: от захвата и уплотнения смеси на поверхности матрицы до выхода готовой гранулы. Данный подход позволяет рассчитывать процесс уплотнения сырьевых компонентов для широкого класса топливных гранул с различной морфологией.

2. Получены уравнения, описывающие распределение контактных напряжений в зонах формования и уплотнения, а также уравнения распределения давления в каналах матрицы.

3. Предложена комплексная методология анализа процесса структурообразования гранул на всех стадиях процесса, учитывающая изменения параметров предельного состояния и реологических свойств.

Практическая значимость работы:

1. Усовершенствована и отработана комплексная технология гранулирования МПС в опытно-промышленном роторном грануляторе. Получено конкурентоспособное биотопливо, адаптированного к требованиям котельного оборудования малой мощности для фермерских хозяйств. Данная технология передана предприятию ООО «ВИВА» (Костромская область) для гранулирования отходов клубнеплодных культур.

2. Разработаны новые рецептуры топливных гранул с повышенной теплотворной способностью за счет введения высококалорийных компонентов (лузги подсолнечника, пивной дробины, березовых листьев, торфа) и инициатора горения – пирокарбона. Определены теплотворная способность и зольность топливных гранул из МПС.

3. Разработана модернизированная конструкция матрицы роторного гранулятора за счет изменения соотношения геометрических размеров цилиндрической и конической части.

4. Предложена уточненная инженерная методика расчёта основных параметров гранулирования МПС и потребляемой мощности в роторном грануляторе с вращающейся плоской матрицей. При этом учитываются реологическое состояние материала и соотношение размеров каналов переменного сечения с толщиной прокатываемого слоя.

5. Экспериментально определены производительность и удельная энергоёмкость роторного гранулятора с плоской матрицей, а также плотность и

прочность полученных топливных гранул. Построены графические зависимости этих параметров от влажности и содержания древесных отходов.

6. Результаты научно-практических исследований одобрены Комитетом по устойчивому развитию для практического внедрения, получили положительную оценку Союза органического земледелия. Они используются в учебном процессе Московского политехнического университета и в исследовательских работах в ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха.

Ценность научных работ соискателя определяется значимостью цели исследования; уровнем оригинальности проведенных экспериментальных исследований; актуальностью решения научно-исследовательских задач. Полученные результаты вносят существенный вклад в развитие процессов и аппаратов химической технологии в области переработки вторичных древесных ресурсов и растительных отходов.

Специальность, которой соответствует диссертация. Содержание и название диссертации Мавлюдовой Яны Александровны «Совершенствование процесса получения гранулированного биотоплива на основе вторичных древесных ресурсов и растительных отходов» соответствует паспорту научной специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химической технологии по направлениям исследований:

П.6. Способы, приемы, методология исследования механических процессов, совершенствование их аппаратурного оформления;

П.10. Методы изучения, совершенствования и создания ресурсо- и энергосберегающих процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности, обеспечивающие минимизацию отходов, газовых выбросов и сточных вод, в том числе разработка химико-технологических процессов переработки отходов.

Апробация работы. Результаты диссертации докладывались на 7 международных и всероссийских конференциях (2012–2025 гг.). Полученные результаты апробированы и внедрены в деятельность государственных и коммерческих организаций, что подтверждено 2 актами и 3 справками о внедрении.

Публикации. Основные положения диссертации получили полное отражение в 15 статьях, из них 6 статей в журналах, индексируемых в международных базах Scopus и GeoRef. В материалах международных и всероссийских конференций опубликовано 7 докладов.

Список работ, опубликованных автором

1. Назаров В.И., Макаренков Д.А., Мавлюдова Я.А., Краморова С.Н. Технологии гранулирования целевых продуктов на основе вторичных материальных ресурсов / В.И. Назаров, Д.А. Макаренков, Я.А. Мавлюдова, С.Н. Краморова // Экология и промышленность России. – 2017. – Т.21. – №2. – С. 10-14. (GeoRef, Scopus)

2. Назаров В.И. Комплексные теплофизические исследования топливных гранул на основе растительных и древесных отходов и техногенного сырья / В.И. Назаров, Д.А. Макаренков, Я.А. Мавлюдова // Кокс и химия. – 2018. – №6. – С. 43-48. (Scopus)

3. Назаров В.И. Исследование процесса получения гранулированных топливных композиций и адсорбентов на основе пиролизного технического углерода и пористого шунгита / В.И. Назаров, Д.А. Макаренков, Я.А. Мавлюдова [и др.] // Кокс и химия. – 2022. – №9. – С. 36-44. (Scopus)
4. Назаров В.И., Макаренков Д.А., Афлятунова Г.Р., Мавлюдова Я.А., Пинигин И.В., Попов А.П. Экологические аспекты комплексной технологии переработки литий-кобальтовых аккумуляторов и органических отходов с получением целевых продуктов в виде гранул // Металлург. – 2023. – №9. – С.113-120. (Scopus)
5. Назаров В.И. Разработка энергосберегающих и экологически безопасных технологических процессов получения строительных композиций и топливных гранул / В.И. Назаров, Д.А. Макаренков, М.А. Бичев, Я.А. Трефилова // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2013. – №9. – С. 14. (GeoRef)
6. Назаров В.И. Технология утилизации растительных и пищевых отходов методом гранулирования / В.И. Назаров, Д.А. Макаренков, Я.А. Трефилова, М.А. Бичев // Экология и промышленность России. – 2014. – С. 26-31. (GeoRef, Scopus)
7. Макаренков Д.А. Особенности выбора гранулирующего оборудования многокомпонентных полидисперсных шихт со вторичными материальными ресурсами на основе системного анализа / Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, А.М. Гонопольский, Я.А. Трефилова // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. – 2013. – №1. – С. 49-64. (ВАК)
8. Макаренков Д.А., Назаров В.И., Мавлюдова Я.А. Особенности процесса гранулирования топливных композиций методом прокатки на роторных грануляторах / Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, Я.А. Мавлюдова // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. – 2015. – №1. – С. 42-49. (ВАК)
9. Назаров В.И. Разработка технологии получения топливных гранул на основе растительных отходов и вторичных минеральных ресурсов / В.И. Назаров, Д.А. Макаренков, Я.А. Трефилова // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общей редакцией Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. Выпуск 34. – Брянск: БГИТА, 2012. – 107 с. – С. 63-66.
10. Назаров В.И. Разработка технологии получения топливных гранул повышенной тепловой мощности на основе отходов методом проходного прессования / В.И. Назаров, Д.А. Макаренков, Я.А. Трефилова // Рациональное природопользование: традиции и инновации. Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, МГУ, 23 – 24 ноября 2012 г. / Под общ. ред. проф. М.В. Слипенчука. – М.: Издательство Московского университета, 2013. – 328 с. – С. 83-85.
11. Макаренков Д.А. Особенности гранулирования кормовых смесей и отходов пищевых производств с учетом их реологических свойств / Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, Я.А. Трефилова // Третья научно-практическая конференция с международным участием «Управление реологическими свойствами пищевых продуктов», научная конференция молодых ученых и специалистов. Сборник

материалов / Отв. ред. д.т.н., проф. Мачихин С.А. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2012. – 360 с. – С. 231-234.

12. Назаров В.И. Особенности процесса горения твердотопливных композиций на основе растительных отходов и пирокарбона / В.И. Назаров, Д.А. Макаренков, **Я.А. Трефилова** // Нестационарные, энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в химической, нано- и биотехнологии (НЭРПО – 2013): материалы III Международной научно-технической конференции (тезисы докладов и аннотаций), Москва, 23 – 26 сентября 2013 года / под общей редакцией Г.И. Ефремова. – Москва: Московский государственный открытый университет, 2013. – С. 301-304.

13. Макаренков Д.А. Комплексные теплофизические исследования топливных гранул на основе растительных и древесных отходов / Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, **Я.А. Мавлюдова** // XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии: Тезисы докладов в 5 томах, Екатеринбург, 26 – 30 сентября 2016 года / Уральское отделение Российской академии наук. Том 3. – Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 2016. – С. 462.

14. Макаренков Д.А. Разработка энергоэффективных технологий гранулирования многокомпонентных отходов на основе реологических моделей / Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, Я.А. Мавлюдова // Современные проблемы экологии: материалы XXXIV Всерос. науч.-практ. конф., Тула, 10 ноября 2025 г. / Под общ. ред. В.П. Мешалкина. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2025. – С.47–50

15. Макаренков Д.А. Разработка энергоэффективной технологии гранулирования многокомпонентных отходов методом прокатки в роторном грануляторе / Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, Я.А. Мавлюдова // Успехи в химии и химической технологии: сб. науч. тр. Том XXXIX, № 13 (304). – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2025. – С. 52 – 56.

Диссертационная работа Мавлюдовой Яны Александровны «Совершенствование процесса получения гранулированного биотоплива на основе вторичных древесных ресурсов и растительных отходов» является самостоятельно выполненной автором завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основе экспериментальных и теоретических исследований автором внесен вклад в развитие процессов и аппаратов химических технологий в части методов изучения, совершенствования и создания ресурсо- и энергосберегающих процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности, обеспечивающих минимизацию отходов.

Постановили:

Диссертационная работа Мавлюдовой Яны Александровны «Совершенствование процесса получения гранулированного биотоплива на основе вторичных древесных ресурсов и растительных отходов» рекомендуется к представлению к защите в качестве кандидатской диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химической технологии по направлениям исследований.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б.

Генералова» при участии кафедр «Процессы и аппараты химической технологии», «Техника низких температур имени П.Л. Капицы», Московского Политеха и НИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА.

Присутствовало на заседании 20 чел, с правом голоса 16 чел., из них 5 докторов наук (Архангельский В.Ю., Банзула Ю.Б., Кузнецова И.А., Лагуткин М.Б., Макаренков Д.А.), 11 кандидатов наук (Баранова Е.Ю., Беренгартен М.Г., Буздалина И.А., Жихарев А.С., Казакова Е.Е., Кирсанов А.С., Некрасов Д.А., Пикулин Ю.Г., Пирогова О.В., Соколов А.С., Трутнев Н.С.).

Результаты голосования: «за» – 16 чел. – единогласно, «против» – нет, «воздержались» – нет, протокол № 73-24/25 от 29.05.2025 г.

Председательствующий на расширенном заседании кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б. Генералова» Московского Политеха



Кирсанов А.С., к.т.н., заведующий кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б. Генералова»

Секретарь заседания



Беренгартен М.Г., к.х.н., профессор

подпись Беренгартена М.Г. заверяю



107023, Москва, ул. Б. Семеновская, д. 38
ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»
тел.: +7 (495) 223-05-23
e-mail: mospolytech@mospolytech.ru