

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу
Мытько Дмитрия Юрьевича
«Гидродинамика и массопередача в аппаратах с регулярной
структурированной насадкой»,
представленную к защите на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.17.08 – процессы и аппараты
химических технологий**

1. Соответствие диссертации специальностям и отрасли науки, по которым она представлена к защите, со ссылкой на область исследования паспорта соответствующей специальности, утвержденного ВАК

Диссертационная работа Мытько Д.Ю. посвящена исследованию гидродинамики и массопередаче в аппаратах с регулярной структурированной насадкой. Цель, задачи, методы и результаты исследований полностью соответствуют паспорту специальности 05.17.08 – процессы и аппараты химических технологий.

Область исследований паспорта данной специальности включает следующие пункты, которые соответствуют результатам исследований, приведенным в диссертационной работе:

п.III.1 Изучение закономерностей переноса импульса движения, теплоты и массы при протекании механических, гидромеханических, тепловых, диффузионных и реакционных технологических процессов в гомогенных и гетерогенных средах;

п.III.7 Интенсификация и оптимизация процессов теплообмена и взаимодействия фаз (абсорбция, адсорбция, перегонка, экстракция, кристаллизация, термическая сушка, мембранные процессы), усовершенствование используемых и разработка новых устройств и аппаратов для их проведения;

п.III.9 Моделирование процессов и аппаратов химических технологий и разработка методов их расчета;

п.III.12 Оптимизация конструктивных и режимных параметров аппаратов, направленная на ресурс- и энергосбережение, охрану окружающей среды.

Название диссертации соответствует ее содержанию и выполненным исследованиям.

По области исследования, характеру и содержанию диссертация соответствует технической отрасли науки.

2. Актуальность темы диссертации

Абсорбционные аппараты насадочного типа широко применяются в химической, нефтехимической и других отраслях промышленности, в том числе для очистки газовых выбросов. Однако повышение эффективности

работы существующих аппаратов, создание новых компактных и эффективных абсорбционных аппаратов является насущной задачей. Следует отметить, что эффективность работы таких аппаратов зависит от множества факторов, в частности, от типа и параметров насадки, межфазной поверхности, гидравлического сопротивления. Одним из современных направлений развития насадочных массообменных аппаратов является применение регулярной структурированной насадки. Поэтому тема диссертационной работы, целью которой является определение оптимальных геометрических параметров новой регулярной структурированной насадки на основе исследований гидродинамических и массообменных процессов является **актуальной** научной и практической задачей.

В диссертации приведен достаточно подробный анализ применяемых типов насадок в абсорбционных насадочных аппаратах, преимущества и недостатки, направления их совершенствования. Отмечены практически важные режимные и конструктивные параметры. На основании обзора обоснованно сделана постановка задач исследования.

Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям научных исследований Республики Беларусь, утвержденных указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 г. № 156 «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы» (п. 3 – Энергетическая эффективность и энергосбережение; экология и рациональное природопользование). Исследования проводились при выполнении научно-исследовательской работы ГБ 21–060 «Изучение гидродинамики и эффективности массопередачи в коаксиальной регулярной структурированной насадке» (БГТУ. № гос. регистрации 20210997 от 04.05.2022).

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту

Степень новизны результатов диссертации отражается следующими пунктами:

1) предложена и применена методика технико-экономического сравнения разработанных конструкций, основанная на экспериментальных результатах, где главным критерием стали удельные энергозатраты, которые оценивались отношением гидравлического сопротивления конструкции к эффективности массопередачи в жидкости, позволяющая определить наиболее рациональный вариант насадки;

2) результаты анализа установленных закономерностей гидравлического сопротивления, эффективности массопередачи, относительной величины брызгоуноса, позволяющие полностью охарактеризовать режимы и диапазон эффективной работы рациональной насадки, а также установить верхнюю границу нагрузок по газу;

3) метод компьютерного моделирования гидродинамики взаимодействия фаз для двух жидкостей, имеющих существенную разницу

по динамической вязкости, позволяющий подтвердить границы гидродинамических режимов насадки и оценить влияние геометрии канала на эффективность массопередачи.

Достоинством работы является то, что опытные данные обобщены в виде критериальных уравнений.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность и обоснованность заключительных выводов и рекомендаций по практическому применению результатов исследований подтверждаются графическими зависимостями, которые сравниваются с результатами, выполненными известной фирмой по производству регулярных структурированных насадок Sulzer, а также с данными других исследователей.

Основные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации соответствуют полученным результатам и находятся в согласии с современными положениями теории массопередачи. Опытные данные получены с применением обоснованных экспериментальных методов.

Обоснованность полученных данных подтверждается также публикациями результатов в рецензируемых изданиях и апробацией их на международных конференциях.

Принятая структура исследований, достаточный объем анализируемого материала, математико-статистическая обработка данных, проведенные экспериментальные исследования и промышленные испытания позволяют считать полученные результаты объективными и достоверными.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Научная значимость результатов диссертации заключается в комплексном исследовании гидродинамики и массопередачи в аппарате с регулярной структурированной насадкой, что вносит вклад в развитие массообменных абсорбционных процессов и аппаратов. Полученные данные пополняют ранее неисследованную область массопередачи с применением предложенной насадки, которые включают закономерности гидродинамики и эффективности массопередачи, рациональную конструкцию насадки. Значимость результатов определяется ещё и тем, что они обобщены в виде критериальных уравнений удобных для инженерного использования.

Практическая значимость результатов диссертационных исследований заключается в их использовании на предприятиях в насадочных аппаратах с целью снижения выбрасываемых в атмосферу загрязнений, а также для образовательных целей студентов заочной и дневной формы обучения учреждений высшего образования по специальностям: машины и аппараты химических производств; процессы и аппараты химических производств.

Экономическая значимость результатов диссертационных исследований отражается удельными энергозатратами на процесс массопередачи в насадочном аппарате с применением регулярной структурированной насадки. Удельные энергозатраты с коаксиальной насадкой при насыщении газа парами воды для скоростей газа 0,5–3,7 м/с находятся в диапазоне 100–250 Вт·с/м³, что ниже, чем у традиционной конструкции, которые находятся в пределах 550–625 Вт·с/м³. При десорбции диоксида углерода из воды воздухом наблюдается та же тенденция (для новой насадки – 50–250 Вт·с/м³, для традиционной – 150–650 Вт·с/м³).

Социальная значимость результатов диссертационных исследований состоит в их использовании предприятиями с целью снижения концентраций загрязняющих веществ на выходе из насадочных массообменных аппаратов до предельно допустимых, что позволяет предотвратить возмещение денежных средств за штрафы и снизить загрязнение окружающей среды.

Результаты диссертации могут быть использованы при проектировании, оптимизации и эксплуатации абсорбционных насадочных аппаратов в химической и нефтехимической отраслях промышленности, в том числе для очистки газовых выбросов.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Основные результаты исследований и положения диссертации опубликованы в 8 статьях в рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК Республики Беларусь, в 8 материалах научных конференций и патенте на полезную модель. Общий объем опубликованного материала составляет 5 авт. л.

Опубликованные материалы корректно отражают основные результаты работы и научные положения, выносимые на защиту.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК Республики Беларусь.

Содержание диссертации и автореферата изложено ясно и последовательно. Результаты исследования и выводы отражают взаимосвязь отдельных разделов работы и направленность на решение поставленной цели.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

8. Замечания по диссертации

1. При приведении полученных критериальных уравнений следовало указать диапазоны определяющих критериев, в которых они справедливы.

2. Средние значения скорости газа в насадке абсорбера значительно ниже, чем в расчетах по модели турбулентного течения. Возникает вопрос, чем это вызвано? Кроме того, не совсем ясно, как связаны результаты компьютерного моделирования с выбором параметров насадки.

3. Неудачно сформулировано название п. 3.3.4 «Инженерный метод расчета критериальных уравнений». В тексте работы много очевидных выводов, констатирующих известные факты.

4. Интенсивность абсорбции и насыщения воздуха парами воды существенно зависит от температуры. Однако это не учитывается при анализе эффективности работы абсорберов.

5. В тексте диссертации отмечено, «что при скорости газового потока от 3,0 до 3,7 м/с снижалась эффективность массопередачи у всех насадок», однако согласно данным рисунка 2.8 это наблюдается только для сотовой насадки при максимальной плотности орошения.

Вышеприведенные замечания не носят принципиального характера и несколько не снижают общую положительную оценку диссертационной работы Мытько Д.Ю.

9. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени

Выполненный анализ данной диссертационной работы и личного вклада автора в полученные результаты позволяет заключить, что соискатель обладает достаточной научной квалификацией, владеет современными методами постановки эксперимента, обработки и анализа данных. Диссертационная работа Мытько Дмитрия Юрьевича соответствует требованиям ВАК, а её автор по уровню квалификации полностью соответствует требованиям, предъявляемым к соискателям ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – процессы и аппараты химических технологий.

Заключение

Диссертационная работа Мытько Дмитрия Юрьевича «Гидродинамика и массопередача в аппаратах с регулярной структурированной насадкой» является квалификационной научной работой, подготовленной соискателем под руководством доктора технических наук, профессора Петра Евгеньевича Вайтеховича. Данная работа представляет собой законченный самостоятельный научный труд, который по актуальности, новизне, научной и практической значимости полученных результатов полностью удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В соответствии с требованиями п. 20 «Положения о присуждении научных степеней и присвоения ученых званий» № 560 от 17.11.2004 г. Мытько Д.Ю. **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – процессы и аппараты химических технологий за новые научно обоснованные результаты в области массообменных процессов и аппаратов, **включающие:**

– разработку и применение методики технико-экономического

сравнения различных типов регулярно-структурированной насадки для массообменных аппаратов на основе удельных энергозатрат, позволившей определить её рациональную конструкцию;

– установленные закономерности гидравлического сопротивления, эффективности массопередачи, величины брызгоуноса от технологических и конструктивных параметров выбранной насадки и границы гидродинамических режимов по скорости газа: пленочного в диапазоне 0.5–1.5 м/с; подвисяния – 1.5–2.0 м/с; уноса – 2.5–3.0 м/с;

– разработку компьютерной модели пленочного течения жидкости в треугольных каналах насадки при её свободном стекании и противоточном движении с газовым потоком, позволяющую подтвердить установленные ранее границы режимов движения пленки жидкости и изменения эффективности массопередачи, гидравлического сопротивления и брызгоуноса за счет полноты смачиваемости стенок и перетока части жидкости со стенок в углы каналов, что позволило разработать рекомендации для проектирования абсорбционных насадочных аппаратов и показать эффективность применения регулярно-структурированной насадки.

Согласен на размещение данного отзыва на диссертационную работу Мытько Дмитрия Юрьевича в открытом доступе на сайте учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Официальный оппонент
доктор технических наук, доцент,
главный научный сотрудник
лаборатории химико-энергетических процессов
Государственного научного учреждения
«Институт тепло- и массообмена имени
А.В. Лыкова НАН Беларуси»

П.В. Акулич



ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
Зав. канцелярией
ИТМО им. А.В. Лыкова НАНБ
28.11.23. Подпись

Отзыв рассмотрен 01.12.23г
членом секретаре совета ДОГОС.02
[Signature]
С отзывом ознакомлен 01.12.23г [Signature]