

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Осипова Юрия Романовича на диссертационную работу Черепанова Аркадия Николаевича «Разработка ресурсосберегающих процессов и аппаратов производства синтетических моющих средств», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий» в диссертационный совет Д 212.204. 03 при Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева

Представленная диссертация Черепанова Аркадия Николаевича является научно-квалификационной работой в области исследований специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий, в задачи которой входит разработка теории и методов технологического воздействия на объекты обработки с целью получения высококачественной и экологически чистой продукции. Диссертационное исследование соответствует п. 2 паспорта указанной специальности и профилю диссертационного совета Д 212. 204.03.

Диссертация объемом 455 с. машинописного текста, включающих введение, 10 глав, список литературы и приложения, а также автореферат на 33 страницах.

Актуальность темы диссертационной работы

Развитие производства требует постоянного обновления предприятий химической промышленности, что осуществляется на основе современного оборудования, модернизации и компьютеризации существующих производств, внедрения новых технологий, расширения ассортимента выпускаемой продукции. На первый план при этом выдвигаются проблемы энерго- и ресурсосбережения, экологической безопасности.

Совершенствование аппаратного оформления технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, экологической безопасности и надежности химических процессов (ХП) и производств синтетических моющих средств (СМС) является актуальным направлением современных научно-технических исследований в области процессов и аппаратов химических технологий.

При этом актуальным направлением решения проблем создания современного химического предприятия или реорганизации действующего по производству СМС, является разработка теории и методов выбора аппаратного оформления многоассортиментных ХП, отвечающих современным требованиям.

Оборудование по производству СМС работает преимущественно в нестационарных режимах. Наиболее полная информация о закономерностях и условиях протекания нестационарных технологических процессов на стадии проектирования может быть получена путем математического моделирования полей целевых характеристик (температур, концентраций и др.), определяющих количественные и качественные показатели технологических процессов производства СМС.

Несмотря на значительное количество работ в области тепло - и массопереноса при производстве СМС, а также большое число моделей тепло - и массообменных процессов, в настоящее время отсутствуют унифицированные методики расчета нестационарных температурных и концентрационных полей рабочих областей типовых аппаратов по производству СМС, доведенные до программной реализации.

Степень научной новизны положений, сформулированных в диссертации, и их достоверность

Автором обоснованы и разработаны физические и математические модели расчетов тепловых процессов, сопровождающихся фазовым переходом-плавлением органических веществ с низкой теплопроводностью и увеличивающимся коэффициентом пропускания при фазовом переходе от твердого состояния к жидкому под действием светового излучения и тепловой энергии; сопровождающихся фазовым переходом-конденсацией пара в рекуперативном теплообменнике.

Автором на достаточно высоком уровне разработаны методики исследований и получены экспериментальные данные по светимости и тепловым характеристикам кварцевых трубчатых излучателей с галогенными лампами. Предложены методики расчета скорости проплавления канала в синтетических жирных кислотах (СЖК) погружаемым контактным нагревателем, позволяющие определять влияние температуры нагревателя, его давления на расплавляемую поверхность и начальные температуры СЖК.

Получены интересные научные результаты, связанные с принципиально новым способом расплавления СЖК внутренним и внешним облучением через полиэтиленовую стенку контейнера, а также устройства источников излучения на основе галогенных ламп.

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций определяется грамотным применением автором надежных методов научных исследований: аналитического обзора, постановкой прямых экспериментов, теории факторного эксперимента и использованием математического метода конечных элементов для расчета профилей температур в факеле и в футеровке.

Проверка теоретических предпосылок и расчетов осуществлялась экспериментально по общепризнанным методикам и планам экспериментов. Полученные данные свидетельствуют о сходимости результатов.

По теме диссертации опубликованы 44 печатные работы, в том числе 19 публикаций в журналах, входящих в перечень ведущих изданий, рекомендованных ВАК. По теме диссертации получено 9 патентов и свидетельств. Результаты исследований по теме диссертации вошли в две монографии.

Практическая значимость результатов и научных положений диссертации

В практическом плане ценность проведенного исследования заключается в следующем:

- разработан новый способ и устройство для плавления органических веществ с низкой теплопроводностью и увеличивающимся коэффициенте пропускания при фазовом переходе от твердого состояния к жидкому под одновременным действием светового излучения и тепловой энергии;
- разработан компактный теплообменник для эффективной утилизации тепловой энергии паровоздушной смеси, удаляемой в атмосферу из распылительной сушилки;
- разработана новая конструкция аэролифта, позволяющая уменьшить гидравлические потери и эксплуатационные затраты;
- разработана конструкция распылительной сушилки, снижающая гидравлические сопротивления в подводящем тракте и сопловом аппарате подачи сушильного агента; предложены конструкции распылительной сушилки на основе использования пористых структур;
- предложен новый высокоэффективный контактный нагреватель для плавления СЖК.

Анализ содержания и оформления работы

Диссертация написана на высоком научно-техническом уровне, доступным языком и оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ.

Основной текст диссертации изложен на 428 с. машинописного текста, состоит из введения, 10 глав, общих выводов и рекомендаций, библиографического списка, включающего 256 наименований источников, в том числе 40 зарубежных. В 7 Приложениях представлены Акты об использовании результатов докторской диссертационной работы.

Содержание и последовательность глав логичны и достаточны для достижения целей и задач, поставленных автором.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования, методы их решения, научная

новизна и практическая значимость работы, степень достоверности и апробация результатов исследования, основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе автором рассмотрены проблемы нагрева, разжижения и плавления химических продуктов, традиционные для разных отраслей химической промышленности. Рассмотрен известный математический аппарат для расчета фазовых переходов в средах с движущейся границей раздела фаз, который основан на решениях задач Стефана, Ляме, Клапейрона и Л.С.Лейбензона.

Автором сделан вывод о том, что интенсификация теплопередачи в процессе плавления СЖК добавлением радиационного теплообмена и осложненность его конвекцией резко меняет задачу теплопереноса и усложняет ее свойствами вещества пропускать и поглощать излучение в определенном интервале спектра в разных агрегатных состояниях, которые требуется изучить. Для поставленной задачи интенсификации теплообмена не существует известного метода расчета процесса плавления, поэтому требуется разработка нового оригинального подхода к ее решению.

В качестве перспективного типа нового, высокоэффективного, безопасного, надежного и удобного в эксплуатации нагревателя для перевода из твердого в жидкое состояние СЖК предложен нагреватель типа труба-кипятильник.

В этой главе представлены содержание теоретических и экспериментальных исследований для части диссертации (1-6 главы), связанной с разработкой методов расчета интенсивности теплообмена при плавлении органических веществ с просветляющейся жидкой фазой с применением излучения галогенных ламп.

Во второй главе представлены характеристики пропускания и поглощения жидкой и твердой фазы СЖК в оптической области спектра. Установлено, что для проведения количественных оценок и планирования экспериментов нужны данные по спектральным и интегральным характеристикам пропускания СЖК, которые до настоящего времени не изучались. Результаты измерений оптической плотности пропускания для слоя твердой фазы СЖК могут быть представлены в виде экспоненциальной зависимости.

Главный вывод по данным главы 2 (Рис.2.2) сводится к тому, что СЖК представляет собой достаточно удобный материал для нагрева и плавления методом облучения.

В третьей главе приведено исследование тепловых и световых характеристик излучателей на основе галогенных ламп. Здесь представлена методика экспериментального исследования тепловых характеристик излучателя в прозрачном корпусе (ПК), основанного на измерении и учете распределения температур по наружной рабочей поверхности корпуса с последующим расчетным определением локальной плотности тепловых потоков.

Вывод из приведенных экспериментальных исследований Гл.3 сводится к тому, что максимальная светимость кварцевых излучателей (около 20 кВт/м²) почти на порядок превышает удельную мощность их поверхностных тепловыделений, что и обуславливает высокую эффективность метода светового облучения для расплавления веществ класса СЖК.

В четвертой главе исследовалась динамика нагрева и расплавления СЖК при внешнем подогреве уменьшенной модели контейнера в горячей воде, а также при внутреннем подогреве погружаемым трубчатым нагревателем и кварцевым излучателем с галогенной лампой.

Разработана методика расчета скорости расплавления СЖК источниками светового излучения и тепловой энергии плоской, цилиндрической и сферической конфигурации источника излучения. Установлено, что необходимо выбрать оптимальное сочетание ряда параметров: тип галогенной лампы, определяющей ее габариты и мощность, диаметр и длину кварцевого корпуса излучателя, количество излучателей, способ их взаимного расположения и расстояния между ними, а также ряд других параметров.

Сформулирована задача данного этапа исследования - разработка тепловой модели процесса, составление ее математического описания, предварительный анализ основных закономерностей и определения параметров, подлежащих исследованию, для разработки инженерной методики расчета процесса разогрева и плавления СЖК комбинированным источником светового излучения и тепловой энергии.

Пятая и шестая главы посвящены изучению результатов экспериментальных исследований методов расплавления СЖК источниками теплового излучения и использованию разработанного метода расчета для проектирования погружаемого излучателя.

Для выбора наиболее информативного критерия эффективности метода светового воздействия использовано полученное ранее соотношение для скорости процесса расплавления при совместном воздействии на расплавляемый объем светового излучения и теплового потока от источника.

Вводя понятие эквивалентного коэффициента теплоотдачи, получен удобный критерий преимущества использования вместо контактного нагревателя равного ему по габаритам излучателя (при условии равенства температур поверхностей нагревателя и излучателя).

Для сопоставления эффективности оптического метода с контактным методом был выполнен эксперимент с электрическим нагревателем.

Поскольку пропускание полиэтиленовой стенки контейнера в видимом диапазоне электромагнитного излучения достаточно велико, автором были проведены экспериментальные исследования скоростей расплавления СЖК методом внешнего светового облучения.

По результатам проведенных экспериментальных исследований можно сделать ряд выводов: 1. Метод внешнего облучения гораздо менее эффективен, чем метод внутреннего облучения. Дополнение воздействия

внутреннего облучения внешней подсветкой может в два раза ускорить процесс расплавления. Только на основе сравнения рабочих характеристик пучков одноламповых излучателей с многоламповыми моноблочными можно проводить обоснованный выбор типа конструкции излучающего устройства.

Полученные в главах 5 и 6 данные достаточны, чтобы проводить светотехнические и тепловые оценки характеристик моноблочных излучателей при различных вариантах компоновок источников излучения в полости моноблока.

В седьмой главе автором решаются проблемы энерго-ресурсосбережения путем совершенствования процессов в генераторе топочных газов за счет обеспечения распылительной сушилки рабочим агентом с заданными температурой и расходом. Следует отметить, что в технологической установке для производства СМС газогенератор один из наиболее ресурсозатратных агрегатов, «поглощающих» ресурсы различного вида.

Для поддержания работоспособности газогенератора также требуется расходовать энергетические ресурсы в виде природного газа и другие виды ресурсов: материальные, людские - при проведении ремонтов и технического обслуживания.

Снижение расхода энергетических ресурсов может быть обеспечено путем совершенствования конструкций газовых горелок для полноты сгорания газа, автоматизации их работы и др.

Автором выполнен глубокий анализ выпускаемых серийно высокоэффективных газовых горелок (вихревого, осевого типов), установлена быстрая потеря работоспособности наиболее напряженным элементом камеры - футеровкой, проанализированы газодинамические и тепловые процессы внутри топочной камеры газогенератора, для этого рассмотрено влияние лучистого теплообмена. Предложено усовершенствовать конструкцию газогенератора путем использования газовых поясов завесы для обеспечения охлаждения внутренней стенки, рассмотрены различные способы снижения температуры.

С целью проверки различных методик, а также для оценки реального теплового состояния бетонной футеровки топочной камеры, снабженной узлом газовой завесы, было выполнено экспериментальное исследование.

В восьмой главе проведен анализ процессов при транспортировании дисперсных сред (порошков). Глава посвящена обеспечению ресурсосбережения за счет совершенствования конструкций аэролифтов. При снижении аэродинамического сопротивления и герметизации узла ввода порошка, решались вопросы потерь, связанных с комкованием сырья.

В девятой и десятой главах рассмотрены проблемы ресурсо- и энергосбережения за счет совершенствования газодинамических процессов и рекуперации тепла в распылительной сушилке.

Выполнен анализ различных вариантов реализации процесса рекуперации тепла паровоздушной смеси, предложена конструкция компактного теплообменника.

Замечания по работе

1. В диссертации и автореферате не представлена технологическая схема производства СМС, а также структурная и принципиальная схемы процесса теплообмена между потоками.
2. Ни в тексте, ни в Приложении диссертации не приведены качественные характеристики СМС как готового продукта, которые в работе можно было бы использовать для анализа и сравнения полученных результатов.
3. При проведении эксперимента не контролировались качественные показатели СМС. Изучался только тепломассоперенос и не проводилось связи его с качественными показателями конечного продукта. Например, рисунки 4.6 – 4.11 можно было бы связать с качественными характеристиками СМС.
4. В первой части работы датчиками температуры являлись термопары медь-константан, отградуированные по ртутному термометру; во второй – высокотемпературные вольфрам-рениевые в штатном исполнении. Наличие непосредственного контакта между термоприемником и телом приводит к оттоку тепла по термоприемнику и в связи с этим к искажению температурного поля и погрешности измерения. Между тем, на вопросы точности измерения стационарной и нестационарной температуры на поверхности внимания не обращено (С. 69 и др., С.221 и др).
5. В основных обозначениях диссертации (С. 7-8) одинаково обозначены тепловой поток и светимость.
6. Часто нет ссылок на литературные источники, откуда выбраны величины некоторых параметров. В списке литературы некоторые библиографические ссылки повторяются несколько раз, например: Лыков А.В.; Кейс В.М., Лондон А.Л. В п. 1.5 на рис. 1.2 перепутаны обозначения.
7. Некоторые таблицы автором взяты из литературных источников, а это увеличило объем диссертации. Например, таблица 1.7 Значения коэффициентов теплоотдачи воды и водяного пара [17]; таблица 3.2 Значение коэффициента A_2 для формулы 3.5 название коэффициента не приведено [32]; таблица 5.1 Характеристики галогенных ламп.
8. Некоторые рисунки очевидны и неинформативны, что снижает научный и информационный уровень работы. Например, рисунок 1.10 Внешний вид лунки, проплавленной в СЖК; рисунки 8.2.2. Общий вид коллектора; 8.2.4. Конструкция диффузора.
9. На С. 45 работы к рисунку 1.10 $P=f(\tau)$ желательно добавить качественные показатели СМС как отклик на внешнее воздействие.
10. Не было необходимости приводить громоздкую формулу 1.20 из источника [17] для коэффициента теплоотдачи $\alpha_{СЖК}$, а использовать сразу формулу 1.21. Тепловые исследования излучателя (С. 74) приведены в объемной таблице 3.4, нагляднее использовать графические зависимости.

11. В главе 5 (С. 115-125) желательно представить план эксперимента, который включает влияющие факторы процесса, обработку результатов исследования, получение окончательных расчетных формул.

В главе 8 рисунок 8.3.1.- не оформлены оси координат по оси ординат. В главе 9 на рисунке 9.1. не указаны позиции устройства (С.257); рисунки 9.2, 9.3; 9.12, 9.13 (схема газохода и варианты) малоинформативны и требуют дополнительных комментариев.

На страницах 268-269 главы 9 представлены результаты расчетов перепада давлений для обеспечения соответствующего расхода генераторного газа, затем та же информация представлена на рисунке 9.6.- двойное представление одной и той же информации: очевидно, рисунок нагляднее. На рисунке 9.26 вместо его названия написан текст.

Таблица 9.7 (страница 291) и рисунок 9.20 дублируют друг друга, достаточно одного варианта. При описании «воздушной подушки» термин «пористая структура» не удачен, лучше – подложка, ткань, полотно. Рисунок 9.4.6 не показателен.

12. В таблице 9.4.2. использованы данные литературы /119/ - лучше сделать ссылку. Рисунки 9.4.9 - 9.4.11 не имеют названий.

В разделе 10.3 «Сравнительный анализ различных схем рекуперации тепла в технологической установке» - экспериментальный материал представлен в виде таблиц 10.3.1- 10.3.4, которые трудно оценивать и комментировать. Рисунки 10.3.7-10.4.8 не имеют подрисуночных подписей.

Указанные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертации. Практическая значимость работы связана с использованием её выводов и положений для разработки новых и усовершенствования существующих технологий и аппаратов для производства СМС.

Заключение

Диссертация Черепанова Аркадия Николаевича «Разработка ресурсосберегающих процессов и аппаратов производства синтетических моющих средств» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне.

Диссертационное исследование выполнено на актуальную тему, связанную с переносом энергии и массы с направленностью на совершенствование аппаратного оформления технологических процессов с позиций ресурсо – и энергосбережения; совершенствованием и созданием эффективных технологических схем производства и отличается научной новизной и практической значимостью. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Опубликованные автором научные статьи соответствуют материалам, представленным в диссертации, и полностью отражают результаты теоретических и экспериментальных исследований.

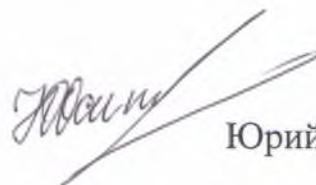
В диссертации приведены научные результаты, позволяющие в соответствии с критериями, которым должны отвечать диссертации на

соискание ученых степеней, изложенным в п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в редакции от 28.08.2017 г.), квалифицировать ее как работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические разработки по совершенствованию технологии и аппаратов производства синтетических моющих средств. Внедрение этих разработок вносит значительный вклад в повышение экономической эффективности и конкурентоспособности производства синтетических моющих средств, что, безусловно, значимо для химической отрасли.

Считаю, что работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор **Черепанов Аркадий Николаевич** заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.08- Процессы и аппараты химических технологий.

Официальный оппонент:

доктор технических наук
(специальность 05.17.08 –
«Процессы и аппараты химических
технологий»),
профессор,
профессор кафедры «Теория и
проектирование машин и
механизмов» федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования «Вологодский
государственный университет»,
заслуженный деятель науки РФ



Осипов
Юрий Романович

25 сентября 2018 г.

Почтовый адрес: Россия, ул. Ленина, д.15, г.Вологда, Вологодская область,
160000

Раб. тел. 8(8172) 72-46-45

Моб. тел. 8-921-121-53-78

Официальный сайт: <http://www.vogu35.ru>

E-mail: kanz@vogu35.ru
iur.osipov2011@yandex.ru

Заверяю: ученый секретарь
Ученого совета ВоГУ



Маковеев В.Н.