

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Егорова Алексея Васильевича на диссертационную работу Коленчукова Олега Александровича «Повышение производительности реакторных агрегатов на основе модифицирования термоконтактных поверхностей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21. «Машины, агрегаты и технологические процессы»

1. Актуальность темы диссертации

Рецензируемое диссертационное исследование посвящено теме интенсификации теплообмена в реакторных агрегатах за счет модификации термоконтактной поверхности реакционной камеры. Благодаря геометрическому модифицированию внутреннего корпуса реакторного агрегата происходит изменение характера течения теплоносителя и увеличение контактной площади, что положительно сказывается на теплообмене, интенсивность его возрастает и, как следствие, снижаются тепловые энергетические затраты, направленные на поддержание процесса термической деструкции углеводородных отходов. Помимо изменения интенсивности теплообмена, происходит также повышение эффективности массообменных процессов. Перерабатываемое сырье нагревается быстрее, в результате чего происходит уменьшение вторичных реакций. Это, в свою очередь, приводит к увеличению выхода целевого продукта, а получаемые углеводородные газы становятся более чистыми. Помимо этого, для бесперебойной работы модифицированных реакторных агрегатов необходимо проработать этапы их изготовления. Для этого целесообразно изготавливать модифицированную термоконтактную поверхность в виде рельефной обечайки с её последующей фиксацией внутри корпуса реактора с помощью клеевой композиции. Отличительные особенности данной технологии заключаются в повышении эффективности процессов переработки отходов за счет увеличения тепловой мощности без дополнительного подвода энергии в

агрегат, а также в хорошей ремонтпригодности реактора, исключающей трудоемкие операции разделения термоконтактной поверхности от его внутреннего корпуса. Вследствие всего вышесказанного можно сделать вывод, что модифицирование реакторных агрегатов приводит к повышению их эксплуатационных характеристик. Ввиду этого разработка новых конструкций реакторов термической деструкции и технологий их изготовления с последующим исследованием является актуальной задачей.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Объектом исследования являются утилизирующие реакторные агрегаты термической деструкции; **предметом** — совершенствование технологических процессов термической деструкции органических отходов в реакторных агрегатах со сфероидальными выступами на внутренней поверхности.

В качестве **цели** автор рассматривает повышение производительности технологических процессов термической деструкции органических отходов на основе формирования сфероидальных выступов на внутренней термоконтактной поверхности реакторного агрегата.

В ходе выполнения исследования автором ставятся и успешно решаются следующие **задачи**: представлена классификация существующих реакторных агрегатов по конструктивно-технологическим признакам и проведен обзор технологий изготовления интенсифицирующих устройств технологических реакторов; разработана технология производства и сборки двухкомпонентного корпуса реактора в виде комбинированного теплообменного элемента с термоконтактной поверхностью; проведено имитационное математическое моделирование реакторного агрегата с модифицированной термоконтактной поверхностью и дана оценка ее влияния на теплообмен; разработана оптимизационная математическая модель, учитывающая влияние параметров макрогеометрии на теплообменные процессы; проведено экспериментальное исследование технологических

режимов формообразования и апробация выражения для расчета усилия формообразования, а также определены технологические параметры клеевого соединения при сборке двухэлементного корпуса реакторного агрегата; определено влияние модифицированной термоконтактной поверхности на выход продуктов термической деструкции на основе натурных экспериментов; разработаны рекомендации по изготовлению двухэлементного корпуса в виде комбинированного теплообменного элемента и определены возможности его одновременного применения с иными устройствами интенсификации теплообменных процессов.

3. Научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы

Диссертационное исследование О.А. Коленчукова обладает научной новизной, теоретической значимостью и практической ценностью. **Научная новизна состоит в:** создании методологии повышения производительности, основанная на применении регулярной термоконтактной поверхности внутри реакторного агрегата; исследовании повышения качества теплообменных процессов реакторных агрегатов на основе геометрического модифицирования термоконтактной поверхности; получении математической оптимизационной модели конструктивно-технологических и режимных параметров реакторных агрегатов; экспериментальном изучении возможности повышения производительности реакторных агрегатов на основе применения термоконтактных поверхностей со сфероидальными выступами и получении математического выражения для определения технологических режимов их образования.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке математической модели, учитывающей влияние изменения конструктивно-технологических и режимных параметров реакторного агрегата, а также в установлении математического выражения для определения усилия при образовании термоконтактной поверхности со сфероидальными выступами на листовом металле.

Практическая ценность исследования состоит в разработке и внедрении технологии изготовления двухэлементного корпуса реакторного агрегата в виде комбинированного теплообменного элемента, в установлении оптимальных режимных параметров образования термоконтактной поверхности, оптимальных параметров толщины клеевого шва и параметров состояния поверхностного слоя. Практическая ценность также заключается в разработке реакторных установок для получения углеводородных газов, водорода и водородсодержащих смесей, что подтверждается четырьмя патентами, отличительной особенностью которых является применение интенсификаторов теплообмена. Кроме этого, были проведены испытания термической деструкции отходов нефтяных месторождений Красноярского края на разработанном реакторном агрегате с двухэлементным корпусом в составе технологической установки и проанализированы и обобщены технологические данные по изготовлению, сборке и применению двухэлементного корпуса в виде комбинированного теплообменного элемента.

Результаты диссертационной работы могут быть применены при проектировании реакторных агрегатов, что позволит увеличить производительность технологического процесса термической деструкции.

4. Оценка содержания диссертации и автореферата

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы (201 источник).

В первой главе диссертации автором изложена классификация и анализ видов конструкций утилизирующих реакторных агрегатов, а также анализ технологий изготовления термоконтактных поверхностей с определением их преимуществ и недостатков.

Во второй главе диссертации обоснована необходимость модификации корпуса реакторного агрегата, представлена разработанная технология и устройство для изготовления двухэлементного корпуса реакторного агрегата в виде комбинированного теплообменного элемента. Определено влияние

геометрических параметров термоконтактных элементов (выступов) на теплообмен в реакторе термической деструкции при переработке жидких органических отходов. Проведен регрессионный анализ и представлена оптимизационная модель, позволяющая определить оптимальные конструктивно-технологические и режимные параметры реакторных агрегатов в двухэлементном корпусе в виде комбинированного теплообменного элемента с термоконтактной поверхностью. Представлено выражение для определения величины прогиба пластины, необходимое для формирования термоконтактной поверхности. Проведен анализ влияния параметров состояния поверхностного слоя при сборке двухэлементного корпуса реакторного агрегата посредством склеивания.

В третьей главе диссертации представлены экспериментальные исследования по формированию термоконтактной поверхности с полусферическими выступами на листовом материале с помощью полученного уравнения для расчета усилия формообразования. Определена оптимальная толщина клеевого соединения, а также показано влияние состояния поверхностного слоя при сборке двухэлементного корпуса реакторного агрегата. Проведены исследования по определению производительности реакторного агрегата с использованием комбинированного теплообменного элемента (двухэлементный корпус) в процессе термической деструкции нефтяных отходов месторождений Красноярского края на разработанном экспериментальном стенде.

В четвертой главе диссертации предложены технологическая операция замыкания контура металлического листа малой толщины и технологические рекомендации по образованию термоконтактной поверхности. Показано влияние различных видов механической обработки склеиваемых поверхностей на прочность адгезионного соединения. Установлено влияние температуры сушки клеевого шва на время отверждения. Предложено выражение для расчета прочности соединения термоконтактная поверхность – внутренний корпус реактора. Приводится описание технологической

реакторной линии и вспомогательного оборудования для наиболее эффективной термической деструкции углеводородных отходов.

В пятой главе диссертации описано использование и внедрение основных результатов исследований с целью производства теплообменных устройств для нужд промышленности.

Выводы по главам и заключение информативны и логичны. Содержание автореферата отражает основные положения диссертации.

5. Апробация результатов диссертации и научные публикации

Работа прошла обширную апробацию. Основные научные положения и результаты теоретических и экспериментальных исследований докладывались на Международной конференции «Химические технологии функциональных материалов», Новосибирск, 2017 г.; Международной конференции «Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы в производстве», Казань, 2019 г.; Международной конференции «Избранные вопросы науки XXI века», Москва, 2019 г.; Международной конференции «Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности», Волгоград, 2021 г.; Международной конференции «Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов», Москва, 2021 г.; Международной конференция «Перспективы науки – 2022», Красноярск, 2022 г.

По результатам представленных исследований опубликованы 23 работы, из них – 6 публикаций в научных изданиях, входящих в перечень ВАК, 5 публикаций в журналах, входящих в базы данных Scopus, 5 тезисов докладов и статей в сборниках международных конференций, 5 патентов РФ на изобретение, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 1 монография.

6. Основные замечания по диссертации и автореферату

1. В экспериментальной части отсутствуют данные по технологическим рискам, связанных с формированием сфероидальных выступов на внутренней поверхности реакторных агрегатов.

2. На странице 8 автореферата отмечено, что основными недостатками конструктивных особенностей реакторных агрегатов являются высокие материальные и/или энергетические затраты. При этом в работе не акцентировано внимание на разработанных технологических методах повышения их ремонтпригодности.

3. Объем диссертационного исследования можно незначительно уменьшить путем удаления из работы некоторых рисунков (например, рисунков 64, 68 и 74), а также путем сокращения заключения.

Представленные замечания не снижают научную и практическую ценность исследования, а также не влияют на её общую положительную оценку. Диссертационная работа изложена грамотным литературным языком, а ее основные результаты опубликованы в отечественных и зарубежных научных изданиях.

7. Заключение о соответствии диссертационной работы установленным критериям

Диссертация Коленчукова Олега Александровича на тему «Повышение производительности реакторных агрегатов на основе модифицирования термоконтактных поверхностей» отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» Постановления правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), имеет обоснованную научную новизну и практическую значимость, направленную на совершенствование реакторных агрегатов термической деструкции. Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 2.5.21 – «Машины, агрегаты и технологические процессы», а именно пунктам: 6. Разработка научных и методологических основ повышения производительности машин, агрегатов и технологических процессов и оценки их экономической и энергетической эффективности и ресурса. 8. Разработка и повышение эффективности методов предиктивного анализа, технического обслуживания, диагностики, ремонтпригодности и технологии ремонта машин и агрегатов в целях обеспечения надежной и безопасной эксплуатации.

9. Разработка научных и методологических основ проектирования и практической реализации технологических процессов и способов получения и обработки материалов, обеспечивающих экологическую безопасность, экономию материальных и энергетических ресурсов, формирующих комплекс свойств, качество и расширяющих номенклатуру изготавливаемой продукции.

Ввиду всего вышесказанного считаю, что диссертационная работа является самостоятельно выполненной и завершенной научно-квалификационной работой, а ее автор Коленчуков Олег Александрович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21. «Машины, агрегаты и технологические процессы».

Официальный оппонент,
доктор технических наук (05.11.13 –
«Приборы и методы контроля
природной среды, веществ,
материалов и изделий»), доцент,
проректор по научной работе и
инновациям федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования «Липецкий
государственный технический
университет»



Алексей Васильевич Егоров

Контактная информация:

398050, Россия, Липецкая область, Липецк, ул. Интернациональная, д. 5а, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет».

Тел.: +7(4742) 318-373, +7(4742) 328-013

e-mail: avegorov@mephi.ru



Подпись удостоверяю

Начальник отдела кадров

В.В. Егоров
27.02.2024