

РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу «Разработка и расчет циклонно-вихревого аппарата для проведения совмещенных процессов массообмена и пылеулавливания» Торского Андрея Олеговича, представленную на соискание степени доктора философии PhD по специальности 6D072400 – Технологические машины и оборудование.

Результаты работы соответствуют приоритетному направлению «Рациональное использование водных ресурсов, животного и растительного мира, экология» по специализированному научному направлению «Системы очистки сточных вод, газоочистки и пылеулавливания», из числа формируемых Высшей научно-технической комиссией при Правительстве РК, а также направленные на реализацию Стратегии «Казахстан-2050», послания Главы государства «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность» от 31 января 2017 года, действующей в 2015-2019 годах Государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан и принятой на 2020-2025 годы.

Актуальность темы. В настоящее время технологические схемы по выпуску продукции имеют в своем составе оборудование для утилизации отходов производства. Для проведения процессов газоочистки нашли применение различного рода циклоны, полые форсуночные скрубберы, тарельчатые и насадочные (со стационарной насадкой) аппараты, различных видов ротоклоны, скрубберы Вентури и др. Анализ работы таких аппаратов показал, что в большинстве случаев указанные аппараты не отвечают современным требованиям по таким параметрам, как материалоемкость, энергоемкость и эффективность. Кроме того, аппараты мокрого типа при очистке газов, содержащих адгезионные пыли создают проблему, связанную с зарастанием внутренних устройств отложениями, что негативно сказывается на эффективности и эксплуатационной надежности работы.

Предлагаемая в диссертационной работе конструкция аппарата циклонно-вихревого действия позволяет осуществлять одновременно процессы пылеулавливания и абсорбции в автономных ступенях с достаточной эффективностью. Причем каждая из ступеней использует наиболее эффективный механизм. Циклонная ступень – центробежный механизм очистки газового потока от твердых частиц, а мокрая ступень – вихревой механизм взаимодействия потоков газа и жидкости.

Однако в настоящее время результаты исследований предлагаемой конструкции газоочистного аппарата отсутствуют. В связи с этим, изучение гидродинамических характеристик, параметров пылеулавливания и массообмена в аппарате циклонно-вихревого действия, создание методики расчета и рекомендаций по проектированию промышленных аппаратов представляются актуальными.

Научная новизна работы.

Основываясь на закономерностях движения газа по спирали и

вихревом взаимодействии потоков газа и жидкости при обтекании регулярно размещенных твердых тел, получены уравнения для расчета гидравлического сопротивления зоны действия центробежной силы, зоны вихревого взаимодействия и общего сопротивления аппарата. Для насадочной зоны получены уравнения для расчета количества удерживаемой жидкости и газосодержания слоя.

С использованием диссипативного подхода и основных положений теории о локальной изотропной турбулентности получены расчетные зависимости структурных составляющих жидкой фазы – толщины пленки, диаметра струй и капель, а также коэффициентов массоотдачи в газовой фазе в насадочной зоне аппарата.

Разработана математическая модель центробежного и инерционного осаждения частиц в зоне действия центробежной силы, учитывающая конструктивные соотношения внутренних элементов и инерционный параметр, характеризующий состояние пылегазовой смеси.

Основываясь на турбулентно-диффузионном механизме улавливания твердых частиц в насадочной зоне аппарата, получены уравнения для расчета коэффициента турбулентной диффузии частиц и эффективности пылеулавливания.

Достоверность и обоснованность научных положений.

Обоснованность уравнения для расчета гидравлического сопротивления зоны действия центробежной силы базируется на известных законах гидродинамики и механики. Обоснованность уравнений гидравлического сопротивления, количества удерживаемой жидкости и газосодержания слоя для насадочной зоны аппарата основана на научных открытиях в области механики газа и жидкости. Достоверность их подтверждена экспериментальными данными.

Полученные уравнения для расчета структурных составляющих жидкой фазы и коэффициентов массоотдачи в газовой фазе базируются на диссипативном подходе и являются достоверными, так как подтверждены результатами экспериментальных исследований.

Обоснованность математической модели центробежного и инерционного осаждения частиц в зоне действия центробежной силы основывается на конструктивных соотношениях внутренних элементов контактной ступени и инерционном параметре, характеризующем состояние пылегазовой смеси. Достоверность ее подтверждена экспериментальными данными.

Обоснованность уравнений для расчета коэффициента турбулентной диффузии и эффективности пылеулавливания насадочной зоны аппарата циклонно-вихревого действия основана на используемой модели турбулентно-диффузионного осаждения твердых частиц, а достоверность их подтверждена сопоставлением с экспериментальными данными.

Практическая значимость диссертации заключается в том, что по результатам исследований создана конструкция аппарата циклонно-вихревого действия, защищенная патентом РК №33662.

Предложена методика инженерного расчета аппарата циклонно-вихревого действия, а также рекомендации по проектированию и эксплуатации промышленных аппаратов.

Оценка внутреннего единства полученных результатов.

Постановка задач, методы их решения и полученные результаты исследований соответствуют сформулированным целям и задачам работы и обладают внутренним единством, направленным на разработку аппарата циклонно-вихревого действия и методики его расчета.

Самостоятельность.

При ознакомлении с материалами диссертации, проведении собеседования было определено, что соискателем лично проведен анализ конструкций и методов расчета газоочистных аппаратов, использующихся в процессах абсорбции и пылеулавливания; проведены экспериментальные исследования гидродинамики, процессов массообмена и пылеулавливания аппарата циклонно-вихревого действия и их обработка в виде графических зависимостей. Под руководством научных консультантов создана конструкция аппарата циклонно-вихревого действия, защищенная патентом РК; получены расчетные зависимости для определения основных гидродинамических характеристик, параметров массообмена и пылеулавливания; проведены промышленные испытания и внедрение аппарата циклонно-вихревого действия; предложены рекомендации по проектированию и эксплуатации промышленных аппаратов.

Академическая честность.

При написании диссертации соблюдены принципы научной этики, в частности недопущение фабрикации научных данных, фальсификации, плагиата, ложного соавторства, использование литературных данных без ссылок на источник.

Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации.

Результаты проведенных исследований, теоретические выкладки, выводы и заключения диссертационной работы опубликованы в 10 статьях, из них 1 статья в издании входящем в базу научных журналов SKOPUS (по направлению: Engineering: General Engineering. Перцентиль: 31.), 3 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК, 6 статей в материалах международных конференций, а также получен 1 патент РК.

Недостатки по содержанию и оформлению диссертации.

1. Во введении при проведении «Оценки современного состояния решаемой научной проблемы» для стадии сухой очистки указаны электрофильтры и рукавные фильтры. Можно было бы привести анализ применимости таких аппаратов.

2. В разделе 1 рассмотрены конструкции циклонов, разработанные НИИОГАЗ, тогда как известны и другие циклоны, например ЛИОТ, СИОТ и др. Чем обоснован выбор циклонов конструкции НИИОГАЗ?

3. В разделе 1 на стр. 33 подраздел имеет название «Методы расчета пылеуловителей вихревого действия», тогда как в содержании рассматриваются в основном аппараты с регулярной подвижной насадкой. Представляется, что такой заголовок охватывает более широкий класс оборудования.

4. В разделе 2 при сопоставлении результатов исследований гидравлического сопротивления аппаратов циклонно-вихревого действия и КАИТ верхний предел изменения скорости газа на входе составляет 40 м/с. Проводились ли хотя бы оценочные эксперименты при скоростях более 25 м/с для вашего аппарата?

5. При изучении массообмена вами проведены исследования коэффициентов массоотдачи в газовой фазе, что, как известно, выполняется для абсорбции хорошо растворимых газов. Было бы целесообразно провести исследования коэффициентов массоотдачи в жидкой фазе, и тогда можно было бы рекомендовать аппарат для абсорбции трудно растворимых газов.

Соответствие диссертации требованиям «Правил присуждения степеней».

Диссертация Торского Андрея Олеговича на тему «Разработка и расчет циклонно-вихревого аппарата для проведения совмещенных процессов массообмена и пылеулавливания», представленная на соискание степени доктора философии PhD, является квалификационной научной работой и содержит новые научно обоснованные теоретические и экспериментальные результаты, совокупность которых имеет важное значение для развития гидродинамики, процессов массообмена и пылеулавливания в аппаратах комбинированного действия.

Диссертационная работа отвечает требованиям Комитета по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК, предъявляемым к докторским диссертациям, а Торский Андрей Олегович заслуживает присуждения степени доктора философии PhD по специальности 6D072400 – Технологические машины и оборудование.

К.т.н., ассоциированный профессор,
заведующий кафедрой «Технология
фармацевтического производства»
Южно-Казахстанской медицинской
академии

Подпись Арыстанбаев К.Е. удостоверяю.



К.Е. Арыстанбаев

ҚҰЖАТТАРДЫҢ ҚОЛДАРЫН АЙҚЫНДАЙМЫН
ОҢҮСТІК ҚАЗАҚСТАН
МЕДИЦИНА АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
КАДРЛЫҚ ҚЫЗМЕТ БӨЛІМІ