

ОТЗЫВ

официального оппонента Елизарова Виктора Ивановича на диссертацию Земцова Дениса Андреевича «Разработка колонн термической ректификации в технологиях переработки растительного сырья», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины

На рассмотрение представлена диссертация и автореферат. Диссертация изложена на 113 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, приложения, библиографического списка (125 источников), включает 4 таблицы и 62 рисунка.

Автореферат и публикации автора отражают основное содержание диссертации.

Актуальность темы диссертационного исследования

Ректификация в технологиях химической переработки биомассы дерева применяется при получении продуктов промышленного потребления, восстановлении экстракционных растворов, производстве этанола, переработке компонентов газификации древесины. Используемые в промышленности способы адиабатической ректификации не всегда обеспечивают требуемое качество продукта и экономическую составляющую производства, и требуют совершенствования. В этой связи, исследование автором термической ректификации представляет несомненный интерес для инженерной практики, а работа является актуальной. Преимуществом термической ректификации является возможность создания установок с низким гидравлическим сопротивлением и сравнительно высокой эффективностью, а также внедрение производительных колонн с контактными ступенями высокой эффективности. Направленное воздействие на процессы испарения и конденсации на ступенях колонны позволяет уменьшить время воздействия на продукт высокой температуры, снизить

количество обрабатываемого продукта в зоне контакта, обеспечить тонкое разделение многокомпонентных, термолабильных и химически не стойких веществ, улучшить качество продукта, снизить капитальные затраты.

Научная новизна исследований и полученных результатов

Впервые исследован способ проведения термической ректификации, заключающийся в создании флегмы на каждой ступени и ее испарения до ввода в основной поток рабочей жидкости.

Проведена оценка вклада термической ректификации в общую эффективность ступени, которая достигается за счет суммарных вкладов массообмена и термических эффектов, что открывает новые перспективы в конструировании ректификационных колонн.

Представлены эмпирические зависимости для расчета эффективности ступеней (с низким массообменом), выполненных из пластин и вихревых ступеней (с высоким массообменом), выявлены их основные технологические и конструктивные параметры, обеспечивающие укрепление смеси как за счет диффузионного переноса, так и за счет испарения и конденсации.

Получены новые данные по интенсификации процесса термической ректификации на ступенях, обеспечившие увеличение эффективности разделения смесей.

Установлены оптимальные технологические и кинетические параметры процесса термической ректификации в установках со стекающей пленкой жидкости.

Практическая значимость диссертационного исследования

Разработаны и исследованы колонны термической ректификации со ступенями, выполненными из пластин и вихревых контактных устройств, обеспечивающие высокую эффективность и низкое гидравлическое сопротивление. Промышленные образцы таких колонн имеют высоту,

меньшую в 2 раза и массу меньшую в 3 – 4 раза по сравнению с колоннами адиабатной ректификации.

Разработан новый способ проведения процесса ректификации в колонне со стекающей пленкой на основе термической ректификации.

Установленные параметры процесса термической ректификации позволили разработать исчерпывающую пленочную бражную колонну, работающую на основе термических эффектов.

Получены Патенты на изобретения № 2580727 и 2569118 Российской Федерации, на устройства, обеспечивающие интенсификацию теплообмена в дефлегматорах рассматриваемых колонн.

Степень достоверности и обоснованности результатов

В работе использованы известные и проверенные подходы к определению основных характеристик процесса ректификации в исследованных колоннах и ступенях.

Обоснованность результатов, выдвинутых соискателем, основывается на согласованности данных эксперимента и научных выводов. Достоверность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств измерения и методик проведения исследований.

Материалы диссертации апробированы на Международных и Всероссийских научно-практических конференциях.

Анализ работы

В первой главе работы представлены данные по применению процесса ректификации в промышленных технологиях переработки биомассы дерева. Дан анализ известных способов термической ректификации, и представлены используемые для этих целей контактные ступени и колонны. Показано, что наибольший интерес для осуществления термической ректификации представляют установки со встроенными дефлегматорами на ступенях, обеспечивающие частичную конденсацию поднимающихся паров и

образование флегмы с заданной температурой. При таком конструктивном оформлении тепловые потоки в колоннах адиабатической и термической ректификации, при прочих равных условиях, примерно одинаковы. Поддержание оптимальных гидродинамических параметров на каждой ступени в колоннах термической ректификации, вследствие уменьшения расхода пара и рабочей жидкости по их высоте, может быть обеспечено меньшим количеством контактных устройств на ступени либо изменением их конструктивных параметров.

Во второй главе диссертации представлены зависимости для обработки экспериментальных данных, указаны составы исследованных рабочих смесей и схемы экспериментальных установок.

В третьей главе диссертации представлены данные по исследованию процесса термической ректификации на ступенях, выполненных из пластин разной конструкции, и на вихревых контактных ступенях. Получены зависимости для определения эффективности контактных ступеней по Мерффри. Эффективность ступени из пластин составила 0.4 – 1.0, а её сопротивление не превысило 2 Па. Как установлено, эффективность зависит от расходов флегмы и паровой смеси, поверхности конденсации и испарения, а также от величины радиальной скорости пара. Осуществлена интенсификация процесса массообмена в паровой и жидкой фазах путем вращения флегмы на нижних пластинах каждой ступени, при этом достигнуто увеличение общей эффективности в 2 раза. Эффективность вихревой ступени составила 1.0 – 1.6, в зависимости от соотношения потоков, высоты слоя жидкости, центробежного критерия Рейнольдса вращающегося слоя, а также от тангенса угла наклона равновесной кривой.

В четвертой главе диссертации показаны результаты исследования термической ректификации в многоступенчатых колоннах. Выявлены режимы проведения процесса ректификации и условия, при которых достигается наибольшая эффективность ступени. Представлены результаты исследования теплообмена в использованных дефлегматорах, а также

результаты исследования термической ректификации в аппарате со стекающей пленкой.

Для каждой отработанной конструкции контактной ступени рассчитаны показатели промышленных ректификационных колонн, разработанных на их основе, и проведено их сравнение.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Для создания колонн большой производительности следует рекомендовать вихревые контактные ступени с высокими массообменными характеристиками, реализующие термические эффекты. В колоннах, предназначенных для работы под вакуумом, необходимо использовать, в основном, термические эффекты, которые не приводят к росту сопротивления колонны и применять ступени, выполненные из пластин, вследствие достижения на них сравнительно низких значений высоты единиц переноса (0,1 м) и гидравлического сопротивления.

Личный вклад автора

Личным вкладом автора являются: планирование и проведение экспериментов по исследованию тепломассообмена при ректификации, обработка и анализ результатов, участие в разработке проектировании и создании оборудования, подготовка публикаций.

Замечания по работе

1. Недостаточно полно представлено влияние физико-химических свойств смесей на укрепление паровой фазы при парциальной конденсации в рассматриваемых колоннах.

2. Не рассмотрены гидродинамические режимы движения газовой и жидкой фаз на ступенях, их анализ при термической ректификации в стекающей пленке, сравнение с известными работами отечественных и зарубежных авторов.

3. Недостаточно полно рассмотрен вопрос о влиянии материала пластин на смачиваемость их флегмой.

4. Использование восходящего пленочного течения теплоносителя в дефлегматоре колонны, кроме высокого коэффициента теплоотдачи какие имеет преимущества и при каких гидродинамических условиях они достигаются по сравнению с пленочным гравитационным или однофазным течением.

5. Насколько данные представленной работы подтверждают результаты, выдвигаемые представителями технологии «Линас», широко рекламируемой в открытой печати?

6. Несмотря на противоречивый характер влияния понижения давления на эффективность пленочных колонн, необходимо указать диапазон изменения давления, в котором эффективность парциальной конденсации высокая.

7. В работе не приводится методика отработки экспериментальных данных и способ получения эмпирических формул для расчета эффективности процессов разделения на ступенях, не везде указаны границы области их применения, неубедительно предположение о повышении эффективности вихревой ступени связанное с существованием на ней нескольких областей тепломассообмена.

8. В диссертационном исследовании разработан вихревой дефлегматор колонны, реализующий теплосъем при кипении вращающегося слоя теплоносителя, в чем его преимущество?

Заключение

Сделанные замечания не снижают положительную оценку представленной на отзыв работы.

Оценивая работу в целом, следует отметить, что диссертация Д. А. Земцова по содержанию, объему теоретических, лабораторных исследований, по актуальности поставленных и решенных задач и

достоверности полученных результатов является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения по разработке колонн термической ректификации.

Диссертационная работа Д. А. Земцова соответствует паспорту специальности 05.21.03 – «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины»: «17. Оборудование, машины, аппараты и системы автоматизации химической технологии биомассы дерева».

Считаю, что диссертационная работа Земцова Дениса Андреевича «Разработка колонн термической ректификации в технологиях переработки растительного сырья» полностью отвечает требованиям пункта 9 Положения ВАК Минобрнауки России «О присуждении ученых степеней», а её автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор
кафедры автоматизации
технологических процессов и производств
Нижнекамского химико-технологического
института (филиал)
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический
университет»

В. И. Елизаров



Подпись Елизарова В.И. заверено
нач. ок [подпись]

Адрес: 423570, Россия, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. Корабельная 27, кв. 53
Телефон: 8 917 267 4332
E- mail: vi_elizarov@mail.ru