

ОТЗЫВ

официального оппонента Блинчева Валерьяна Николаевича
на диссертационную работу

Абсаттарова Артура Ильдаровича на тему
«Разработка энергосберегающих систем разделения углеводородных смесей с низкой температурой кипения»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.04 – Технология органических веществ

Актуальность избранной темы. Продуктом пиролиза является смесь органических соединений с низкой температурой кипения, ниже 20 °С. Существующие технологические процессы разделения таких сложных смесей достаточно энергоемки. Продукты пиролиза являются ценными соединениями для производства целого ряда важных народнохозяйственных веществ. Поэтому при увеличении мощности производства продуктов пиролиза необходимо решать вопросы снижения энергетических затрат.

Автор Абсаттаров А.И. ставит перед собой основную цель работы: создание научно обоснованного метода построения энергосберегающих систем разделения углеводородных смесей с низкой температурой кипения.

Энерго- и ресурсосбережение является основным направлением на ближайшие годы всех отраслей промышленности России, поэтому тематика проведенных исследований, несомненно, актуальна.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Достоверность и новизна научных положений подтверждены приведенными расчетами процессов разделения сложных смесей продуктов пиролиза.

Диссертационная работа Абсаттарова А.И. в целом мне понравилась четким логическим изложением от простого к сложному. Особенно мне хотелось отметить правильную постановку цели и задач, которые последовательно решались в данной работе.

Так как при разделении смесей с высокой температурой кипения хладоагентом является, в основном, оборотная вода, то при разделении

смесей с низкой температурой кипения первой задачей, которую решал диссертант, был выбор оптимального типа хладоагента. Четко показано, что в широком диапазоне температур и давлений должен быть выбран такой хладоагент, у которого теплота, накопленная им в дефлегматоре, может быть использована в кипятильнике ректификационной колонны при разделении целого ряда смесей органических веществ (теплоинтегрированный процесс).

Поэтому задача энергосбережения решалась как на стадиях подготовки хладоагента, дефлегмации продуктов, так и испарения разделяемой смеси.

Можно согласиться с использованием предложенных диссертантом критериев оптимизации минимума энергетических затрат при различной организации процессов разделения смесей с низкой температурой кипения, которые сразу показывают, каким образом можно сэкономить затраты энергии.

Такие критерии особенно хороши при анализе затрат энергии в технологиях с существующим набором единиц оборудования.

Опыт проектирования ГИАПом и Оргхимом новых производств с использованием в технологических схемах сравнительно дорогостоящего оборудования показывает, что \min приведенных затрат является наиболее правильным критерием, так как вторая составляющая приведенных затрат (капитальные затраты) существенно перевешивает первую составляющую (удельные энергозатраты).

Выбрав критерии оптимизации, автор обрабатывает расчетные данные и предлагает уравнения для расчета удельных затрат энергии как функций температур хладоагента для циклов: водооборотный, пропиленовый, этиленовый, метановый.

Большая работа выполнена диссертантом по разработке алгоритма расчета критерия оптимизации элементов последовательности разделения многокомпонентной смеси углеводородов (водород, метан, этан-этилен, пропан-пропилен, бутан-бутадиен, этилен, фракция жидких углеводородов).

Оптимальные параметры для каждого элемента последовательности разделения смеси продуктов пиролиза определены на основе зависимости критерия оптимизации от давления в диапазоне 0,05÷4 МПа. Указанные зависимости установлены в результате расчетного исследования, выполненного с использованием разработанной математической модели суперструктуры в программе пакета Aspen HYSYS.

В примере расчета параметров разделения и критерия оптимизации показано, что наименьшему значению критерия оптимизации (1279 МДж/час) отвечает давление 3,5 МПа. При данном давлении элемент разделения является теплоинтегрированным (тип В), что позволяет сократить на 30% суммарные энергозатраты по сравнению со стандартным вариантом разделения типа А с использованием в качестве теплоносителя – пропилена, а хладоагента – этилена.

В четвертой главе автор ведет расчет энергетических затрат для всех вариантов последовательности на разделение продуктов пиролиза и представляет эти затраты в виде графика зависимости величины суммарных затрат от номера варианта.

Из данных графика хорошо видно, что энергозатраты в ГДж/час очень сильно зависят от номера варианта.

Показано, что наиболее низкие энергозатраты характерны для вариантов 1÷5 последовательности разделения. Технологические системы разделения продуктов пиролиза, подобные вариантам 1÷5, реализованы ранее на практике фирмами Technip, Lummus и KBR, что свидетельствует о достоверности и адекватности предложенной диссертантом методики оптимизации систем разделения многокомпонентных смесей.

В пятой главе представлено сравнение параметров разделения смеси реакционных газов пиролиза существующей системы и новой системы по результатам расчетов по предложенной диссертантом методике.

Показано, что наилучшие результаты новой системы разделения (по сравнению с существующей) наблюдаются при отделении фракций С2, так как при этом удается снизить давление с 2,60 до 1,65 МПа, уменьшить количество тарелок с 38 до 27 (а соответственно и высоту колонны), снизить флегмовое число с 1,43 до 1,10.

Замечания по диссертации.

1. Выбранный автором диссертации критерий оптимизации систем разделения углеводородных смесей с низкой температурой кипения – как минимум энергетических затрат, на первой стадии проектирования новых и модернизации старых установок должен иметь место, но окончательный вариант оптимизации системы разделения таких сложных смесей должен проводиться по критерию минимума приведенных затрат, так как даже теплообменники при разных тепловых нагрузках будут иметь разную

поверхность теплообмена и, соответственно, стоимость, не говоря уже о стоимости паровых турбин, компрессоров, насосов и затратах на их обслуживание и ремонт.

2. Минимум значения критерия $N \cdot R$ действительно напрямую связан с энергетическими затратами процесса испарения, но совершенно неясно, особенно при минимуме флегмового числа, как он связан с качеством разделения. Несмотря на то что автор рассчитывал минимум коэффициента $N \cdot R$ с учетом качества разделения смесей.

3. Обозначения составляющих уравнений (28) и (29) не представлены.

4. Диссертант приводит в таблице 3.10 расходы выбранных хладоагентов в кмоль/час. Однако неясно, для какой производительности по разделяемой и составу исходной смеси эти расчеты приведены.

5. Несмотря на то что автор организовал процесс получения разных давлений пара, когда один и тот же компрессор одновременно выдает разное давление пара P_1 и P_2 (см. рис. 2.3).

6. Автор принял несколько странный показатель капитальных затрат в виде параметра K_{mv} (с.91) с размерностью (м^3) объема металла, затрачиваемого на изготовление только корпуса ректификационной колонны.

Непонятно, как можно оптимизировать технологическую схему разделения, включающую как минимум 10 единиц оборудования, учитывая только затраты металла на корпус колонны.

Капитальные затраты на изготовление любого оборудования всегда считаются в рублях (по крупным показателям) и складываются из стоимости затраченного на изготовление аппарата или машины металла плюс стоимость материала, умноженная на коэффициент затрат на изготовление деталей, узлов и аппарата или машины в целом. Данный коэффициент затрат очень сильно зависит от стоимости одной тонны основного конструкционного материала и сложности изготавливаемой конструкции. Например, если аппарат изготавливается из углеродистых сталей, то данный коэффициент при изготовлении сравнительно простого оборудования типа ректификационной колонны он будет равен 5, а при изготовлении сложной машины типа компрессора уже равен 14÷15. При изготовлении колонны из нержавеющей стали 12Х18Н10Т этот коэффициент берется равным 0,8÷1,8 в зависимости от завода изготовителя.

7. Автор приводит в таблицах 3.4, 3.19 номера элементов, но нигде не указывается, что означают цифры, например, 12/345 и какой вид оборудования в технологической схеме разделения они представляют. Дается ссылка на рис.3.4, но он не читается. Нужно было дать какие-то пояснения к данному рисунку. Однако, что означают цифры элемента и что такое элемент осталось известно только автору.

8. Вывод по результатам таблицы 3.18 тривиальный, так как из уравнения (46) ясно видно, что толщина стенки аппарата возрастает пропорционально давлению.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученой степени».

Несмотря на сделанные замечания, актуальность, научная новизна и практическая значимость диссертационной работы А.И.Абсаттарова несомненны.

Результаты работы А.И.Абсаттарова обоснованы на современном научном уровне, диссертация в целом представляет законченное научное исследование. Достоинствами рассматриваемой работы является ее глубина и последовательность проработки поставленных задач.

Важно, что полученные научные результаты, оформленные в виде технологических рекомендаций, переданы на производство ООО «СИБУР-Кстово» и могут быть использованы при модернизации существующих и создании новых технологических систем разделения смесей веществ с низкими температурами кипения.

Полученные в работе результаты соответствуют уровню кандидатской диссертации по рассматриваемой специальности.

Приведенные выше замечания не снижают общих достоинств работы в целом.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Основные положения проведенных исследований нашли отражение в 4-х статьях и 2-х тезисах международных конференций.

Проведенный анализ диссертационной работы А.И.Абсаттарова позволяет сделать вывод о том, что она полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, и является законченной научно-

квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные технические и технологические решения по совершенствованию технологии разделения сложных смесей органических веществ с низкой температурой кипения (на примере разделения продуктов пиролиза), имеющие важное народнохозяйственное значение.

Диссертационная работа А.И.Абсаттарова соответствует паспорту специальности, а также требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по научной специальности 05.17.04 – технология органических веществ, а соискатель А.И.Абсаттаров достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент,
заслуженный деятель науки РФ,
дважды лауреат премий Правительства РФ
в области науки и техники, доктор
технических наук, профессор, профессор кафедры
«Технологические машины и оборудование»
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-
технологический университет»

«3 » декабрь 2020г.  Блиничев Валерьян Николаевич

153000, г.Иваново
пр.Шереметевский, д.7
тел./факс: (4932)32-40-03, моб.т.ел. +79631505244
e-mail: blinich@isuct.ru

Подпись доктора технических наук (по специальности 05.09.04 –
Машины и агрегаты химических производств), профессора,
профессора кафедры ТМиО В.Н.Блинчева заверяю: 38-

Ученый секретарь 2020 г. Н.

