

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Михайлова М.В. «Разработка энергосберегающих вариантов разделения смесей путем сочетания процессов ректификации и фракционной кристаллизации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий»

В последние годы отмечается значительный интерес к использованию комбинированных процессов разделения при реализации различных химических технологий, так как при их применении обычно достигается значительная экономия тепловой и других видов энергии. Кроме того во многих случаях по термодинамическим причинам именно комбинированные процессы позволяют получить целевой продукт с требуемой высокой чистотой и приемлемым выходом. В связи с этим диссертационная работа Михайлова М.В., посвященная разработке и исследованию разделения смесей путем сочетания процессов ректификации и фракционной кристаллизации с использованием компрессионных тепловых насосов, является весьма актуальным исследованием.

Автором предложены варианты применения тепловых насосов закрытого и открытого типов для разделения смесей при сопряжении стадий ректификации с одной или двумя стадиями фракционной кристаллизации. Для каждого варианта представлено теоретическое описание процесса разделения, принципиальная схема, уравнения для расчета материальных и тепловых потоков, а также выполнен анализ влияния основных технологических параметров (концентрации легколетучего компонента в исходной смеси, дистилляте и кубовом остатке, температуры охлаждения на стадии кристаллизации) на энергетическую эффективность рассматриваемого комбинированного процесса.

В результате проведенных исследований было показано, что использование тепловых насосов совместно с рекуперацией тепла между рециркулирующими потоками позволяет достичь существенной экономии тепловой энергии и повысить технико-экономическую эффективность предложенного процесса разделения. Результаты выполненного теоретического анализа позволяют выявить оптимальные режимы организации процесса разделения конкретных смесей, а предложенные расчетные зависимости – провести приближенную оценку энергоэффективности рассматриваемого совмещенного процесса разделения в сравнении с традиционным процессом.

В качестве замечаний по данной работе стоит отметить следующее:

1. Эффективность рекуперативного теплообмена зависит от средней разности температур. При этом в автореферате не указано какая разность температур была принята при расчетах.

2. В своем исследовании автор не коснулся экономических аспектов использования совмещенных процессов разделения. Понятно, что вопросы увеличения капитальных затрат при создании установок с совмещенными процессами разделения и их оптимизация выходят далеко за рамки поставленных в работе задач. Между тем на основе уже полученных результатов можно было бы попытаться создать инструменты для предварительной экономической оценки эффективности модернизации действующих традиционных установок разделения пусть и без учета капзатрат на их модернизацию, но с учетом динамики стоимости тепловой и электрической энергии.

Данные замечания носят частный характер. Результаты проведенных исследований имеют большое практическое значение. Они могут быть использованы при разработке процессов разделения целого ряда промышленных смесей

Считаю, что по объему, уровню выполнения, новизне и практической значимости диссертационная работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор – Михайлов Михаил Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий».

Заместитель генерального директора  
ООО «Зульцер Хемтех», к.т.н.



Шендеров Леонид Зиновьевич

Почтовый адрес: 142204, Московская обл., г. Серпухов, Московское ш., д. 96  
Электронная почта: Leonid.shenderov@sulzer.com  
Телефон: +7-499-271-35-46 доб.137

Подпись зам. генерального директора Л.З. Шендера заверяю.

Генеральный директор ООО «Зульцер Хемтех»

20.11.2019



Арнольд ван Синдерен