

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора
Федорова Валентина Александровича на диссертационную работу
Казакова Александра Александровича «Разработка многоассортиментных
модульных производств алифатических углеводородов реактивных
квалификаций и неорганических кислот особой чистоты», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий

Актуальность диссертационной работы

Химические реагенты и особо чистые вещества во многом определяют развитие наиболее инновационных отраслей промышленности. Рост потребности в веществах специальной чистоты и тенденция повышения требований по их качеству требует непрерывных разработок новых и усовершенствования известных технологий получения таких материалов, использование оригинальных подходов и современных достижений при создании производств, постоянного проведения научно-исследовательских и опытно-технологических работ, адекватных инструментов мониторинга, анализа и информационной поддержки процессов жизненного цикла производства высокочистых веществ и материалов.

Основные разделы диссертации выполнялись по следующим проектам: грант РФФИ № 16-07-00823 «Теоретические основы разработки и внедрения автоматизированных CALS-систем управления жизненным циклом научных исследований в химической промышленности»; договор Евразийской экономической комиссии № Н-16/98; государственные контракты Госкорпорации «Роскосмос» (№ 177-К239/15/174, № 187-Л106/16/286); конкурсные проекты Минобрнауки России (№ 02.513.12.3072, № 02.513.12.3073) и Минпромторга России № 16.1СА.12.8003, № 14411.9990019.13.075 «Разработка рекомендаций по развитию малотоннажной химии для обеспечения высокотехнологичных отраслей промышленности особо чистыми веществами и химреактивами».

В связи с чем, комплексное исследование с созданием технологий высокочистых веществ, рассматриваемых в данной работе, делает ее актуальной и востребованной.

Основное содержание работы

Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и выводов. Работа включает 172 страницы, 39 таблиц, 49 рисунков, список литературы и одно приложение.

Во введении представлены задачи и цели работы, обосновывается ее актуальность. Приводятся данные по научной новизне и практической

значимости проведенной работы, указаны личный вклад автора и степень апробации результатов.

В первой главе рассматриваются созданные автором работы блочно-модульные технологии получения ассортимента неорганических кислот (соляной, фтористоводородной, хлорной, азотной) и алифатических углеводородов (пентана, гексана, гептана, изоктана, нонана, декана), описывается проведенная разработка структуры гибких производств. Приводятся структуры созданных информационных баз данных для разработки модульного производства указанных продуктов.

Вторая глава посвящена результатам теоретических и экспериментальных исследований, проведенных автором. Определены характеристики и параметры, используемые в разработке рассматриваемых гибких многоассортиментных технологий. На спроектированной экспериментальной установке исследована химическая очистка плавиковой кислоты. Обоснован выбор конструкционных материалов, использованных при технической реализации технологий.

В третьей главе рассматривается создание аппаратурных модулей применяемых в разработанных автором гибких производствах. Обосновывается эффективность применения дистилляционных методов глубокой очистки для получения целевых высокочистых продуктов, путем определения параметров и характеристик процесса ректификации. Приводится описание созданных модулей по назначению и составу.

Четвертая глава описывает применение компьютерного информационного сопровождения, основанного на концепции CALS, при разработке технологий высокочистых веществ и реагентов. Отражено создание информационной структуры CALS-проекта для нормативно-технологической документации. В рамках концепции поддержки и сопровождения жизненного цикла продукта разработаны справочники по капитальному ремонту и причинам неисправностей для ректификационной и адсорбционной колонн.

В приведенных **выводах** достаточно полно отражены основные результаты работы.

Научная новизна

На основе методологии синтеза гибких систем в технологии ОСЧВ и экспериментальных исследований разработана структура многоассортиментных модульных производств алифатических углеводородов реактивной квалификации и неорганических кислот особой чистоты.

Для ректификационной очистки кислот ОСЧ экспериментально определены предельные нагрузки, хорошо согласующиеся с расчетными значениями. На созданных экспериментальных установках определены коэффициенты и факторы разделения по лимитируемым примесям в

зависимости от скорости испарения и при различных нагрузках по жидкости в безотборном режиме. Проведены исследования конструкционных материалов и их выбор для основных элементов.

Исследовано влияние ряда окислителей на коэффициент распределения микропримеси мышьяка в системе «жидкость-пар» для концентрированной и разбавленной плавиковой кислоты. В результате чего выбран наиболее подходящий для стадии химической очистки реагент-окислитель.

Предложена структура и элементная база основных аппаратурных модулей глубокой очистки, применяемых в технологии алифатических углеводородов и неорганических кислот (ректификационный, химический, аб-, адсорбционный).

Практическая значимость

Разработаны аппаратурные модули – химические, ректификационные, сорбционные, – используемые в процессах глубокой очистки созданных технологий. В качестве конструкционных материалов использовались наиболее оптимальные для каждого конкретного ассортимента целевых продуктов – нержавеющая сталь, кварцевое стекло, фторопласт.

На примере лимитирующего модуля ректификационной очистки неорганических кислот проведены экспериментальные исследования и расчеты скорости захлебывания, коэффициентов разделения, режимов ректификации (давление, температура, флегмовые числа для предгона и основной фракции).

С использованием разработанных технологий получен ассортимент парафиновых углеводородов реактивных квалификаций и ряд высокочистых кислот, в том числе с чистотой на уровне в $10^{-8} - 10^{-9}$ мас.%.

Разработаны базы данных аппаратурного оформления для производственного комплекса АО «ЭКОС-1» (реакторы, колонные аппараты, запорная арматура и др.). Созданы CALS-проекты разработанных производств на основе типовых компьютерных протоколов применения по технологическим регламентам.

Разработанные технологии внедрены в производство и используются для получения реактивов и высокочистых материалов.

Степень обоснованности и достоверность научных положений и выводов полученных в ходе выполнения диссертационной работы подтверждается успешной практической реализацией результатов работ, а также применением современного научно-исследовательского оборудования и информационного компьютерного сопровождения CALS.

Главные положения диссертационной работы опубликованы в рецензируемых журналах и апробированы на научно-практических конференциях и симпозиумах в России и за рубежом.

Содержание диссертации подробно изложено в автореферате и в 51 публикации автора, в том числе в 10-ти статьях в изданиях, рекомендуемых ВАК (5 публикаций в базах Web of Science и Scopus). Результаты защищены патентами.

Замечания по работе

1. В работе приведено много интересных информационных моделей (глава 4), но очень мало математического моделирования. Имеется много работ по моделированию процессов глубокой очистки (Аллахвердов Г.Р., Бессарабов А.М., Гринберг Е.Е., Фалин В.А., Фетисов Ю.М. и др.). Почему автор не использовал эти работы?

2. По стадии химической очистки приводятся исследования только по отделению микропримеси мышьяка в плавиковой кислоте. Для остальных продуктов ее эффективность только постулируется. В связи с чем возникает вопрос – проводились ли исследования по эффективности химической очистки для остальных примесей и продуктов?

3. Для хлорной кислоты изучалась зависимость коэффициента разделения от скорости испарения. Почему этого не было сделано для других кислот?

4. В 4-й главе автором разработан информационный проект (справочник) по ремонту ректификационного оборудования (рис. 4.6), а в паспорте специальности 05.17.08 есть пункт: «Методы анализа ... надежности и безопасности химико-технологических систем». Автор, к сожалению, не добавил этот пункт в раздел «Соответствие диссертации паспорту научной специальности» (стр. 13).

5. В отдельных частях текста диссертации не совсем ясно, какой смысл автор вкладывает в некоторые термины, насколько они равнозначны, сопряжены или различны в его работе: «модуль», «блок», «стадия», «установка получения», «типовой протокол», «прикладной протокол».

При этом следует отметить, что указанные выше замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации. Работа представляет собой самостоятельное завершенное исследование. Основные результаты отражены в публикациях соискателя, автореферат полностью соответствует тексту диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Казакова Александра Александровича «Разработка многоассортиментных модульных производств алифатических углеводородов реактивных квалификаций и неорганических кислот особой чистоты» является научно-квалификационной работой, которая по тематике, методам и объектам исследований и предложенным новым научным

положениям соответствует паспорту специальности 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий».

В качестве рекомендации могу предложить использование полученных в работе основных положений и подходов для получения еще более широкого ассортимента химических реагентов и особо чистых веществ, а также ознакомить с результатами специалистов организаций, работающих в этом направлении (ИХБВ РАН, ИОНХ РАН, ФГУП «ИРЕА» и др.).

Диссертационная работа соответствует пунктам 9-14 требований «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного ПСТН РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор, Казаков Александр Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий».

Официальный оппонент

главный технолог лаборатории
высокочистых веществ ИОНХ РАН,
д.т.н., профессор

В. А. Федоров

В.А. Федоров

14. 05. 2019

Подпись В.А. Федорова удостоверяю

ФГБУН Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова
Российской академии наук
Почтовый адрес: 119991, Москва, Ленинский проспект, д. 31
Телефон: +7 (495) 952-07-87; e-mail: fedorov@igic.ras.ru

