

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной работе
ФГБОУ ВО УГНТУ,

д.т.н., профессор

И.Г. Ибрагимов



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Осипова Эдуарда Владиславовича «Сопряженное моделирование и совершенствование аппаратного оформления химико-технологических процессов, проводимых под вакуумом», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий

Актуальность темы диссертационной работы.

Для большинства химико-технологических процессов, проводимых под вакуумом, область требуемого остаточного давления относится к «техническому» вакууму, однако оборудование характеризуется значительными геометрическими размерами.

Это можно объяснить тем, что при уменьшении давления снижается плотность газовой фазы, что приводит к увеличению объемного расхода пара по сечению аппарата. Приемы, применяемые при проектировании вакуумного оборудования, существенно отличается от общепринятых в машиностроении, поэтому от проектировщиков требуется взвешенный подход и учет особенностей функционирования вакуумных блоков.

Подбор оборудования зависит от рассчитанного материального и энергетического балансов, которые составляют по определенным методикам.

Следует отметить, что расчетная база проектирования и конструирования вакуумного оборудования базируется на эвристическом подходе, при этом учет влияния технологического объекта на вакуумсоздающую систему (ВСС) производится путем ввода повышенных коэффициентов запаса, значения которых в некоторых случаях могут достигать два и более.

Задача проектирования вакуумных блоков является слабо структурированной, что связано с существенной неопределенностью, возникающей из-за нечеткого определения всех влияющих факторов.

Именно это обстоятельство определяет актуальность диссертационного исследования. Автор предложил оригинальный подход по расчету химико-технологических систем, работающих под вакуумом. Предложенная автором методология сопряженного моделирования базируется на системном подходе, согласно которому исследуемый блок разделяется на подсистемы с установившимися связями. Подбор оборудования осуществляется путем согласования характеристик друг с другом. Предложенная автором декомпозиция типового вакуумного блока позволяет использовать возможности специализированного программного обеспечения для моделирования исследуемой системы с расчетом материального и энергетического балансов

Общая характеристика работы.

Диссертационная работа представлена в объеме 344 страницы, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и Приложений.

Во введении приведена общая характеристика работы, обоснована актуальность исследования, представлены цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимости, степень достоверности, основные положения и сведения об апробации результатов.

В первой главе представлен анализ современных химико-технологических процессов, проводимых под вакуумом, их конструктивные характеристики и режимные параметры. Рассматриваются состав типовых

вакуумных блоков и ВСС, применяемых на промышленных установках, описаны методы их подбора.

Во второй главе проведена декомпозиция типового вакуумного блока, состоящего из вакуумируемого объекта, предварительного конденсатора и ВСС, с учетом подвода энергоресурсов. Предложено ввести понятие «характеристики» элементов, под которыми понимаются зависимости выхода несконденсированной паровой фазы от давления. Для согласования этих характеристик предложено сопрягать их в точках, соответствующих газовым трубопроводам, соединяющих элементы между собой. Характеристики считаются согласованными (или «сопряженными»), если объемные расходы потоков, выходящих из элемента равны (или немного меньше), чем входные потоки в последующий элемент. На диаграммах P-V представлено сопряжение характеристик типового вакуумного блока и указаны условия, влияющие на величину остаточного давления в вакуумируемом объекте. Так же в главе 2 предложены критерии оценки эффективности ВСС различного типа, основанные на затратах энергии и условного топлива.

В третьей главе приведены математические модели типовых элементов вакуумного блока химико-технологического процесса: вакуумного конденсатора, жидкостно-кольцевого вакуумного насоса (ЖКВН), насоса типа Рутс, парового эжектора, а также рекомендации для расчёта процесса ректификации с учетом влияния характеристик ВСС. Данные модели были составлены с использованием возможностей программного комплекса Unisim Design R451, при этом базовый функционал программы дополнен пользовательскими модулями и надстройками.

В четвертой главе приведены результаты проектирования новых, а также реконструкции действующих вакуумных блоков промышленных установок. Для блока ректификации смеси аминов подобрана сложная ВСС, состоящая из двух насосов типа Рутс и ЖКВН. При подборе ВСС для вакуумной колонны мини-НПЗ определено «узкое» место и предложено

заменить существующий конденсатор. На примере блока ректификации отходов производства фенола и ацетона исследовались условия сопряжения группы ректификационных колонн и ВСС на ЖКВН. Спроектированы паровые насосы для колонны осушки процесса гидрокрекинга и ректификации мазута блока ЭЛОУ-АВТ.

Завершают диссертацию общие выводы, которые позволяют объективно оценить научную и практическую значимости выполненной работы.

Основные результаты исследования и их новизна.

Целью диссертационного исследования является совершенствование технологического и аппаратного оформления процессов переработки углеводородного и химического сырья, проводимых под вакуумом. Для этого автором разработана методология сопряженного моделирования и комплексной оптимизации проектных решений при разработке новых, а также реконструкции существующих вакуумных блоков.

Научную новизну работы можно сформулировать следующим образом:

1. Для моделирования вакуумного химико-технологического процесса разработана методология сопряженного моделирования основных элементов системы.

2. Взаимовлияние элементов системы учитывается путем согласования характеристик элементов, под которыми понимаются зависимости объемного расхода паровой фазы от давления.

3. Моделирование вакуумного химико-технологического процесса проводилось с использованием функционала универсальных моделирующих программ с применением пользовательских модулей и надстроек.

4. Эффективность функционирования вакуумосоздающих систем (ВСС) оценивалась при помощи критериев, основанных на затратах энергии и расхода условного топлива.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в следующем:

1. В среде моделирующей программы разработаны модели аппаратов вакуумного блока.
2. Предложена методология сопряженного моделирования вакуумных блоков с учетом характеристик объекта и ВСС.
3. Разработана программа для автоматизации вычислений в моделирующей программе.
4. Проведены экспериментальные исследования ЖКВН для определения влияния температуры сервисной жидкости на тепло- и массообменные процессы, протекающие в насосе.

В работе Осипова Э.В. получены следующие результаты:

1. Разработана математическая модель жидкостно-кольцевого вакуумного насоса, для настройки которой используются паспортные характеристики.
2. Разработаны модели элементов вакуумных систем (насосов, паровых эжекторов, вакуумных конденсаторов и т.д.).
3. Предложен подход по разработке математических моделей с использованием возможностей универсальных моделирующих программ. Перенос моделей из одной программы в другую требует минимального изменения, так как они разбиты на типовые химико-технологические процессы.
4. Установлено, что отличия рабочих параметров вакуумной химико-технологической системы от проектных возникают из-за неопределённости в процессе выбора различных технических решений на стадии проектирования.
5. Предложенные рекомендации позволяют существенно сократить затраты на функционирование ВСС во всем диапазоне изменения технологических параметров.

Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации.

Основные научные положения и выводы диссертационной работы являются корректными, теоретически и экспериментально обоснованными. Это подтверждается достаточно глубокой проработкой всех этапов вычислений и использованием специализированных программных комплексов.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием программного комплекса Unisim Design R451, который предназначен для моделирования химико-технологических процессов. Адекватность моделей оценивалась путём сравнения расчетных данных с результатами промышленного обследования исследуемых установок.

Публикации.

Основные результаты работы опубликованы в рецензируемых журналах из списка ВАК (18 статей) и международных наукометрических базах данных Scopus/Web of Science (8 работ).

Автореферат диссертации и публикации полностью отражают содержание работы.

Диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.6.13 Процессы и аппараты химических технологий:

- п. 2. Теория подобия, моделирование и масштабирование химико-технологических процессов и аппаратов, машин и агрегатов,
- п. 4. Способы, приемы, методология исследования химических, тепловых, массообменных и совмещенных процессов, совершенствование их аппаратного оформления;

п. 10. Методы изучения, совершенствования и создания ресурсо - и энергосберегающих процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности, обеспечивающие минимизацию отходов, газовых выбросов и сточных вод, в том числе разработка химико-технологических процессов переработки отходов.

Предложенные в диссертационной работе идеи представляют практический интерес. Предложенный принцип моделирования вакуумных

блоков промышленных химико-технологических установок позволяют существенно увеличить точность расчёта, отказаться от использования коэффициентов запаса и использовать возможности универсальных моделирующих программ для определения резервов для оптимизации.

Рекомендации по использованию результатов.

Результаты работы, модели и методы рекомендуются использовать при проектировании или реконструкции вакуумных блоков на предприятиях нефтехимии и нефтеперерабатывающих заводов. Разработанные модели будут полезны для проектных организаций, занимающихся вопросами проектирования вакуумной техники, разработчикам компьютерных тренажеров вакуумных блоков и эксплуатационному персоналу предприятий.

Замечания по работе:

1. Приведено мало экспериментальных данных по исследованию жидкостно-кольцевого вакуумного насоса.

2. Использовался иностранный программный продукт Unisim Design R451, при этом не рассмотрен возможный отечественный аналог.

3. Исследования вакуумных блоков ограничены только процессом ректификации, хотя область применения результатов работы гораздо обширнее.

Указанные замечания не меняют общего положительного впечатления о работе и не снижают ценности полученных результатов.

Заключение.

Диссертация Осипова Э. В. выполнена на высоком научном уровне и является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Предлагаемые решения позволяют существенно повышать точность моделирования вакуумных химико-технологических процессов, использовать возможности универсальных моделирующих программ и проводить оптимизационные расчеты. Диссертационная работа является аргументированной и содержит

новые подходы и методы, свидетельствующие о личном вкладе соискателя в науку. Структура диссертации является обоснованной и полностью отражает включенный в неё материал.

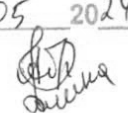
Диссертация Осипова Эдуарда Владиславовича «Сопряженное моделирование и совершенствование аппаратного оформления химико-технологических процессов, проводимых под вакуумом», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Осипов Эдуард Владиславович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий.

Диссертационная работа Осипова Э.В. была рассмотрена и получила положительную оценку на расширенном заседании кафедры «Оборудование нефтехимических заводов» Института химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО «УГНТУ» в г. Sterlitaмаке, протокол № 12 от 28.05. 2024 года.

Заведующий кафедрой «Оборудование нефтехимических заводов» Института химических технологий и инжиниринга ФГБОУ ВО «УГНТУ» в г. Sterlitaмаке, д.т.н., профессор, научная специальность 05.17.08. Процессы и аппараты химических технологий

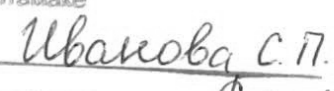
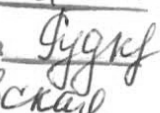
 Иванов Сергей Петрович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (ФГБОУ ВО «УГНТУ»), 450064, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1.
Тел: (347)243-19-77,
e-mail: info@rusoil.net

Вход. № 05-8038
«30» 05 2024 г.
подпись 



Институт химических технологий
и инжиниринга ФГБОУ ВО УГНТУ
г. Sterlitaмаке

Подпись  Иванова С. П.
завещаю.
Начальник общего отдела  Т. В. Гудковская