

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук Фарахова Тимура Мансуровича
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

Методология проектирования вакуумных систем, применяемая в России, основана на трудах учёных Векшинского С.А., С.И. Вавилова, Г.Л. Саксаганского, Л.Н. Розанова, С.Б. Нестерова и других. Существенную роль в совершенствовании вакуумных технологических процессов по переработке химического и нефтяного сырья сыграли Цегельский В.Г., Теляшев Г.Г., Теляков Э.Ш. В настоящее время трудно представить себе производство веществ со сложной химической структурой без применения вакуума, так как это позволяет существенно снизить затраты на проведение процесса, а в некоторых случаях без использования вакуума получение необходимых компонентов невозможно.

Под вакуумной техникой можно понимать получение, поддержание и измерения вакуума. При этом протекающие в системе физико-химические процессы зависят от содержания молекул газа в среде. Сложность вакуумной системы возрастает, если сам процесс является химико-технологическим, а перерабатываемая смесь – многокомпонентной. Тем не менее, основные методики расчета вакуумных систем основаны на предположении, что откачиваемый газ является воздухом, а характеристики вакуумных насосов пересчитывают путем введения поправок и коэффициентов запаса. Давление

в технологическом объекте, как правило фиксируется, а взаимовлияние аппаратов друг на друга не рассматривают.

В диссертационной работе разработана методология проектирования технологических систем, функционирующих под вакуумом, в которой давление в блоке задаётся исходя из характеристик основного объекта и элементов вакуумсоздающей системы. Поэтому тема исследования является актуальной, а использование универсальных моделирующих программ определяет практическую значимость диссертационной работы.

Научная новизна исследований и полученных результатов.

Автором определен состав типового вакуумного химико-технологического процесса и проведена декомпозиция системы на основные элементы. При использовании инструментария системного анализа выявлены связи, возникающие между элементами, а введенное автором понятие «точка сопряжения» расширяет возможности программных средств заранее определить, какое влияние на химико-технологическую систему окажут характеристики ее элементов и установить основные закономерности изменения величины остаточного давления в технологическом оборудовании. Введение критериев оценки эффективности функционирования, основанных на фундаментальных величинах и не учитывающих механизмы ценообразования на конкретных предприятиях, позволяют сравнивать между собой различные типы вакуумсоздающих систем, а также определять оптимальные решения с точки зрения энергозатрат.

Основные научные результаты заключаются в следующем:

- предложена методология сопряженного расчета вакуумной системы, позволяющая отказаться от использования эмпирических коэффициентов при выборе вакуумных насосов;
- разработана процедура сопряженного компьютерного моделирования сложных вакуумных химико-технологических систем с одновременным расчётом составных элементов;

- введены критерии эффективности вакуумсоздающих систем различного типа, основанные на затратах условного топлива;
- предложены математические модели основных элементов сложных химико-технологических систем, работающих под вакуумом, с учетом возникающих между ними связей.

Применение моделей типовых аппаратов вакуумной системы позволяет получить численные результаты и выявить основные закономерности, влияющие на давление процесса.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность результатов исследований, основных положений и выводов подтверждается тем, что работа базируется на фундаментальных представлениях о физико-химической сущности изучаемых процессов, а результаты получены с использованием современного программного обеспечения и методов исследования.

Полученные автором результаты воспроизводимы и хорошо согласуются с данными других исследователей. Основные положения диссертации подтверждаются с результатами промышленного обследования действующих установок и экспериментальных исследований.

Оценка содержания диссертации, автореферата и степень завершенности

Объём диссертации составляет 344 страницы машинописного текста, включая 157 рисунков, 66 таблиц и список использованной литературы из 294 наименований. Диссертация состоит из четырёх глав, списка литературы и приложений.

Во введении сформулированы актуальность, цель и задачи диссертационной работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методы и достоверность исследований, а также личное участие автора и апробация работы.

В первой главе представлено современное аппаратное оформление вакуумных блоков действующих химико-технологических производств. Приведены основные принципы выбора типа вакуумсоздающей системы (ВСС) для технологического объекта.

В второй главе проведен системный анализ типового вакуумного блока, выделены основные элементы и предложена декомпозиция. Предлагается рассматривать вакуумную сложную химико-технологическую систему как совокупность трех основных блоков – вакуумируемого объекта, вакуумного конденсатора и ВСС, а согласовывать их характеристики по равенству расходов входных и выходных потоков. Для этого вводится понятие «точки сопряжения», в которой объемный расход выходного потока предыдущего элемента равен объёмному расходу входного потока последующего при одинаковых параметрах состояния. Разработана специальная процедура моделирования системы, при этом давление по ступеням не закрепляется, а подбирается исходя из условия сопряжения характеристик. Также во второй главе предложены критерии сравнения эффективности функционирования ВСС различного типа по затратам энергии и условного топлива.

В третьей главе представлены математические модели основных элементов вакуумного блока, при чем для их составления использованы возможности современных универсальных моделирующих программ (Unisim R451 и Aspen HYSYS). Возможности указанных программ дополнены собственными модулями и программами внешнего управления. Для проверки адекватности модели жидкостно-кольцевого вакуумного насоса (ЖКВН) проведены лабораторные исследования на специальной установке.

В четвертой главе приведены примеры использования методологии сопряженного моделирования и разработанных математических моделей. Для группы колонн блока ректификации смеси аминов определены давления по ступеням ВСС, по которым подобраны насосы типа Рутс и форвакуумная ступень на базе ЖКВН. В задаче замены существующей ВСС вакуумной колонны мини-НПЗ подобран ЖКВН и обоснована замена существующего

конденсатора. Для блока ректификации отходов производства фенола и ацетона кумольным методом по результатам сопряженного моделирования выбран типоразмер ЖКВН и уточнены режимные параметры установки. Для блоков вакуумной ректификации мазута и колонны осушки установки гидрокрекинга рассчитаны пароежекторные вакуумные насосы.

В заключении представлены основные выводы по работе, на основании которых можно оценить теоретическую и практическую значимость работы.

В приложении представлены справки о результатах внедрений работы в промышленность и код разработанных программ.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов исследований

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы заключаются в следующем:

- в среде универсальной моделирующей программы Unisim Design R451 (Aspen HYSYS V12) синтезированы расчетные модели основных элементов технологических объектов и вакуумсоздающих систем, составляющих вакуумную сложную химико-технологическую систему;
- разработаны рекомендации по проектированию вакуумсоздающих систем для технологических установок промышленных предприятий химического, нефтехимического и нефтеперерабатывающего профилей;
- предложенная методика сопряженного моделирования и синтезированные расчетные модули применялись при проектировании вакуумсоздающих систем на промышленных объектах.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждена использованием специализированного программного обеспечения и проведением промышленного обследования действующих вакуумных установок. Адекватность полученных расчетных значений проверялась путем сравнения результатов расчета с данными промышленного обследования

действующих установок, а также с результатами экспериментальных исследований.

Вопросы и замечания по работе

1. В первой главе рассматриваются множество процессов, проводимых под вакуумом: выпаривание, ректификация, десорбция и т.д. Однако в главе 4 изучались только процессы вакуумной ректификации.

2. Для одних и тех же технологических параметров используются разные единицы измерения.

3. Почему при обработке результатов экспериментального исследования автором был выбран критерий Романовского?

4. В литературе описаны уравнения, по которым рассчитываются паровые эжектора (например, книга Г.Н. Абрамовича «Прикладная газовая динамика»). Однако автор использует для описания уравнения из статьи иностранных учёных.

5. В подразделе 4.3. нет достаточного обоснования использования модели Wilson. К примеру, почему не использовались модели NRTL или UNIQUAC?

Общее заключение о работе

Указанные вопросы и замечания по работе не снижают научный потенциал диссертационной работы. Диссертационная работа Э.В. Осипова является самостоятельной, завершённой научно-квалификационной работой, которая вносит значительный вклад в решении актуальной проблемы проектирования промышленных химико-технологических процессов, проводимых под вакуумом. Решение данной проблемы имеет важное значение для ряда современных областей химической промышленности.

Диссертация Осипова Эдуарда Владиславовича «Сопряжённое 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.

Официальный оппонент

Главный инженер проекта ООО «Инженерно-внедренческий центр «Инжехим», доктор технических наук по специальности 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий



/ Фарх / Фарахов Тимур Мансурович

Общество с Ограниченной Ответственностью «Инженерно-внедренческий центр «Инжехим», 420049, Российская федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Шаяпина, дом 14/83

Тел: +7 (843) 570-23-18 E-mail: info@ingehim.ru

Подпись Фарахова Тимура Мансуровича заверяю.

Гл. Бухг. ООО ИИЗ, Инжехим

Новополева В.А. ВМ



23.05.2024г.