

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Налетова Владислава Алексеевича**

«Разработка мультифункциональных технологических систем переработки природных энергоносителей на основе их оптимальной организации», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям: 05.17.07 - Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ и 05.17.08 - Процессы и аппараты химических технологий.

Диссертационная работа посвящена решению актуальных задач: создание энергосберегающих технологий, ликвидация теплового загрязнения окружающей среды, улавливание и захоронение диоксида углерода (Carbon Capture and Storage, CCS), минимизация вредных выбросов и повышение термодинамического КПД процессов, которые автор предлагает решать одновременно в рамках мультифункциональных технологических систем, что определило цели и задачи исследования.

Кроме того, актуальность работы подтверждается участием автора в проведении проблемно ориентированных поисковых исследований в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России» на 2007-2020 годы по темам: создание нового энергосберегающего энергетического блока для утилизации теплоты дымовых газов с высоким термодинамическим КПД без выбросов диоксида углерода на основе совмещения цикла Ренкина и холодильного цикла; исследование возможности получения товарного диоксида углерода из дымовых газов в энергоблоке тригенерации нового поколения; исследование влияния газовых методов на повышение коэффициента извлечения нефти.

**Научная новизна** диссертационной работы Налетова В.А. заключается в разработке новой научной идеи в организации химико-технологических систем путем оптимального распределения функций этих систем между элементами, между потоками продуктов многоцелевых процессов, а также между потоками в процессах теплообмена, которые в целом характеризуют возможные варианты дифференциации функций ХТС в задачах поиска оптимальной топологии. Для реализации научной идеи автор развил и дополнил положения информационно-термодинамического подхода к анализу и синтезу технологических систем на основе энтропии информации Шеннона, являющейся характеристикой упорядоченности или организованности. В работе представлены различные стратегии и алгоритмы оптимальной организации для ХТС с заданным типом и множеством элементов и в условиях неопределенности элементной и топологической структур систем.

С использованием предлагаемого подхода обоснованы новые способы интенсификации и повышения эффективности отопительной системы печи коксования с нижним подводом теплоносителя на основе методов искусственной турбулизации и рециркуляции потоков в отопительных каналах печных камер совместно с когенерацией и минимизацией выбросов оксидов азота; энерготехнологического использования попутных нефтяных газов на месторождениях арктического шельфа, интегрированных решений для теплоэнергетических систем.

В работе представлена квазистационарная математическая модель процесса низкотемпературной десублимации диоксида углерода из очищенных дымовых газов, адекватно описывающая процесс образования твердого  $\text{CO}_2$  в аппаратах трубчатого типа.

Разработан новый способ получения электроэнергии, холода и диоксида углерода из дымовых газов объектов электроэнергетики, металлургии, химии, нефтехимии, коксохимии и других на основе совмещения цикла Ренкина и холодильного цикла, защищенный патентом РФ.

**Практическая значимость** полученных результатов заключается в:

– разработке рекомендаций по повышению энергосберегающих и экологических показателей отопительных печей коксового производства; процессов газификации в интеграции с конверсией синтез-газа в схеме получения метанола и высших спиртов; установок полигенерации для шельфовых месторождений, компрессорных станций с газоперекачивающими агрегатами, газотурбинными агрегатами и систем с нагревательными печами нефтеперерабатывающих производств;

– разработке методики технической реализации процесса получения товарного диоксида углерода из дымовых газов в энергоблоке тригенерации производительностью до 160 тыс. тонн продукта в год, обеспечивающего глубокое улавливание диоксида углерода из дымовых газов, выработку дополнительных количеств электроэнергии и холода при отсутствии теплового загрязнения окружающей среды, на основе совмещения цикла Ренкина на метане с холодильным циклом среднего давления с отдачей внешней работы.

Автором также разработаны и приняты государственным заказчиком программные комплексы по расчету цикла Ренкина и процесса низкотемпературной десублимации диоксида углерода, на которые получены свидетельства о государственной регистрации.

Практическая значимость подтверждена актами и заключениями о внедрении результатов исследования.

В работе представлено технико-экономическое обоснование инвестиционного проекта по получению товарного диоксида углерода из очищенных дымовых газов в мультифункциональном энергоблоке. Данный проект может быть реализован, в том числе, посредством проектов совместного осуществления (ПСО) или механизмов чистого развития (МЧР), предусмотренных Киотским и Парижским Протоколами.

**Достоверность результатов** диссертационной работы обоснована использованием законов эволюции Биосферы, объективных законов термодинамики, статистической физики, исследованиями на созданных экспериментальных стендах и установках, использованием параллельных расчетов по авторским программам и с применением коммерческого продукта ChemCad.

**Результаты диссертационной работы** В.А. Налегова представлены в 40 научных работах, в том числе, 20 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации, 2 патента РФ и 2 свидетельства на программы для ЭВМ, 1 монография и 3 учебных пособия. Результаты неоднократно докладывались на международных и российских конференциях и получили одобрение экспертного сообщества. Единично автором подготовлено 8 публикаций, включая монографию.



**При ознакомлении с текстом автореферата возникают ряд замечаний, вопросов и пожеланий:**

1. Из текста автореферата непонятно, какая конкретно модель  $k-\varepsilon$  турбулентности была применена для расчета динамики движения газа в отопительном канале (стр.19)?

2. Неясно также, с каким шагом следует расположить турбулизаторы на стенке канала для получения наибольшей теплоотдачи?

3. В печах отечественных конструкций обе стороны простенка являются рабочими. В этой связи хотелось бы уточнить, что будет происходить, если турбулизаторы будут расположены на обеих стенках отопительного канала? Проводились ли такие исследования?

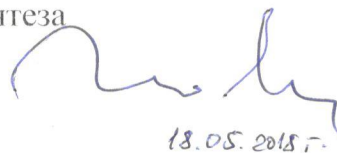
Указанные замечания и пожелания по работе не влияют на высокий научный уровень и практическую значимость диссертационной работы Налетова В.А..

Работа характеризуется актуальностью, научной новизной, заключающейся в решении научной проблемы создания multifunctionальных технологических систем путем оптимальной дифференциации их функций между элементами, позволяющей достичь минимальных удельных расходов сырья, топливно-энергетических ресурсов, минимального воздействия на окружающую среду и высоких значений термодинамического КПД.

Практическая значимость работы подтверждена актами и заключениями о внедрении полученных рекомендаций по оптимальной переработке природных энергоносителей.

Диссертационная работа Налетова В.А. «Разработка multifunctionальных технологических систем переработки природных энергоносителей на основе их оптимальной организации» является завершенной, логически выстроенной квалификационной работой, отвечающей требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, и заслуживает присуждения ему искомой степени доктора технических наук по специальностям: 05.17.07 – «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» и 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий».

Главный научный сотрудник  
лаборатории «Химии нефти и нефтехимического синтеза»  
ФГБУН Институт нефтехимического синтеза  
имени А.В. Топчиева РАН,  
доктор химических наук, профессор



А.М. Гюльмалиев

18.05.2018 г.

119991, Москва, Ленинский проспект, д.29  
Тел. (495) 985-42-64. Gulymaliev@ips.ac.ru

Подпись к.х.н. профессора Гюльмалиева А.М. удостоверяю  
Ученый секретарь ИХС РАН, к.х.н.



И.С. Калашникова