

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Рамазанова Эльдара Рамазановича

«Методика параметрической оптимизации бескомпрессорных парогазовых установок с полным улавливанием углекислого газа внутри цикла», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Создание новых эффективных энергетических установок, базирующихся на новых термодинамических циклах и схемах, использующих новые рабочие тела, соответственно, требует и новых методических подходов к проектированию и анализу таких установок. Поэтому, работа представленная в диссертации, безусловно **актуальна.**

Способ описания свойств рабочего тела, математическая модель новой схемы энергетической установки, концепция поиска оптимальных параметров и обоснование возможности получить привлекательный тепловой КПД при практически полном улавливании CO_2 в цикле несомненно представляют **научную новизну и практическую значимость исследования.**

Использованные методы исследования, полученные результаты и научная новизна подтверждают соответствие содержания диссертационной работы паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Результаты работы обсуждались на конференциях различного уровня и опубликованы в рейтинговых рецензируемых изданиях.

Текст автореферата изложен логично и последовательно.

Замечания к работе

Вместе с тем, в материалах автореферата можно отметить следующие недостатки:

1. Не достаточно обоснован выбор допущений, при моделировании термодинамических свойств и процессов рабочего тела, многокомпонентной смеси, когда входящие компоненты могут претерпевать фазовые переходы. Кажется неочевидной допустимость пренебрежения внешним теплообменом и отсутствие химического взаимодействия между компонентами смеси.

2. В зависимости (8) на стр. 10 в расшифровке величины « η_n – к.п.д. процесса (мера необратимости процесса)» имеется определенная некорректность. Мерой необратимости процесса является не КПД, а увеличение энтропии $dS = \frac{dQ}{T}$.

3.

Данные замечания не снижает общего положительного представления о диссертационной работе, и не изменяет ее общую положительную оценку. Судя по автореферату, диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, практической значимостью полученных результатов, отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, отвечает критериям пункта 2.2 Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН (протокол № 12 от 23.09.2019), а её автор, Рамазанов Эльдар Рамазанович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Заведующий кафедрой «Энергоустановки
для транспорта и малой энергетики»
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования «Московский политехнический
университет»

к.т.н. (05.04.02), доцент



Костюков Андрей Вениаминович

«19» декабря 2022 г.

Почтовый адрес: 107023, Москва,

ул. Большая Семёновская, 38

Телефон +7 (495) 223-05-23

Эл. почта: mospolytech@mospolytech.ru

Подпись Костюкова А.В. удостоверяю.

СПЕЦИАЛИСТ ПО
КАДРОВОМУ
ДЕЛОПРОИЗВОДСТВУ
БИРЮКОВА И.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рамазанова Эльдара Рамазановича
«Методика параметрической оптимизации бескомпрессорных парогазовых
установок с полным улавливанием углекислого газа внутри цикла»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации,
статистика

Диссертация Рамазанова Эльдара Рамазановича выполнена на актуальную тему, связанную с проблемой комплексного, системного подхода к поиску технических решений при создании энергетических установок принципиально нового типа – бескомпрессорных парогазовых установок (БКПГУ). Рассматривается одно из перспективных направлений генерации энергии на ископаемом топливе – технология кислородного сжигания, обеспечивающая полное улавливание продуктов сгорания. Но такие технологии имеют ряд особенностей, которые не позволяют использовать для исследований математический аппарат и вычислительные средства, применяющиеся для традиционных типов энергетических установок. Для решения проблемы автором сформулированы задачи, решение которых позволяет начать проектные работы, направленные на создание новых эффективных энергетических установок. Практическая значимость и научная новизна диссертационной работы не вызывает сомнения.

Исходя из цели диссертационных исследований, были определены задачи, решение которых привело к получению автором ряда научных результатов, имеющих несомненную научную новизну и практическую значимость. К наиболее важным новым научным результатам, на наш взгляд, можно отнести:

1. Математическую модель описания свойств рабочего тела.
2. Математическую модель новых энергетических комплексов, базирующихся на цикле БКПГУ.

3. Концептуальный подход к поиску оптимальных термодинамических параметров новых энергетических комплексов, базирующихся на цикле БКПГУ.

Диссертационная работа Рамазанова Э. Р. показывает его глубокие знания в области системного подхода к решению сложных технических задач, в области управления и обработки информации.

Полученные автором диссертации основные методические и расчетные результаты прошли апробацию на отечественных и международных научно-

технических конференциях.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Результаты диссертационной работы изложены в 8 статьях рецензируемых научных изданий.

Текст автореферата изложен логично и последовательно.

В целом по представленной работе можно сделать следующие замечания и пожелания:

1. На стадии постановки задачи было бы логично учитывать то, что даже после улавливания CO_2 в жидкой фазе остается проблема – что делать с улавливаемым CO_2 . Дальнейшая переработка или захоронение могут существенно повлиять на принимаемые решения даже на самых ранних стадиях проектирования новых объектов.

2. Вызывает сомнение корректность формулировки отдельных научных результатов «способ представления», «способ описания». Наверно под термином способ подразумевается совокупность математических зависимостей, тогда корректнее было бы использовать термин «математическая модель».

3. Не для всех буквенных обозначений приведена расшифровка. Например, нет пояснения, что обозначается буквами A и Q в зависимости (8).

4. Имеются опечатки: на второй странице в названии института, на девятой странице в названии вектора Z.

Данные замечания не снижают общего положительного представления о диссертационной работе, и не изменяет ее общую положительную оценку.

Заключение

В целом, судя по автореферату, диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, практической значимостью полученных результатов, отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, отвечает критериям пункта 2.2 Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН (протокол № 12 от 23.09.2019), а её автор, Рамазанов Эльдар Рамазанович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Директор Института
нефтехимического синтеза
имени А. В. Топчиева РАН,
доктор химических наук,
член-корреспондент РАН

Максимов Антон Львович

«19» декабря 2022 г.

Почтовый адрес: 119991, ГСП-1, Москва, Ленинский проспект 29, ИНХС РАН
Тел. 89104581968
Эл. почта: max@ips.ac.ru

Подпись Максимова А.Л. заверяю
Ученый секретарь
ИНХС РАН, д.х.н.



Костина Юлия Вадимовна

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Рамазанова Эльдара Рамазановича** на тему: «Методика параметрической оптимизации бескомпрессорных парогазовых установок с полным улавливанием углекислого газа внутри цикла», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

Разработка новых термодинамических циклов производства электрической энергии и тепла, обладающих меньшей (по сравнению с существующими) степенью воздействия на окружающую среду, и установок, реализующих данные циклы, является актуальной задачей. Подобные технологии востребованы в энергетике, поскольку, несмотря на тенденцию перехода к возобновляемым источникам энергии, установки, генерирующие энергию при сжигании углеводородного топлива, еще долгое время не смогут быть полностью выведены из эксплуатации.

В работе Рамазанова Э.Р. автором разработана математическая модель новых энергетических комплексов, базирующихся на цикле бескомпрессорной парогазовой установки. Впервые произведена оценка влияния степени расширения в турбине и соотношения расходов H_2O к CO_2 , подаваемых в камеру сгорания, на эффективность БКПГУ. В результате были получены расчетные параметры электростанции с КИТТ 91,2%.

Стоит отметить, что автором лично разработаны концептуальные подходы к параметрической оптимизации энергетических комплексов, базирующихся на цикле БКПГУ, на основе системного анализа.

Особенно актуальна представленная работа ввиду ее практической значимости для проектирования «пилотной» установки, что подтверждается использованием результатов в работах по гранту РФФ.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. При описании систем уравнений частей моделируемых установок отсутствует расшифровка некоторых переменных и индексов.
2. Желательно дополнительно пояснить и обосновать выбор температуры на входе в турбину как «максимально возможной, которую можно технически реализовать без чрезмерных затрат».
3. Из автореферата непонятно, каким образом определялись границы оптимизации.

Указанные замечания не снижают ценности актуального исследования. Представленная работа соответствует положению о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН (протокол № 12 от 23.09.2019), а её автор, Рамазанов Эльдар Рамазанович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

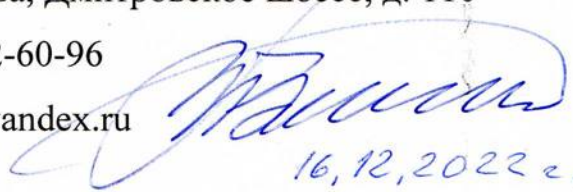
Кандидат технических наук

Заместитель директора НПЦ НТК ОКБ «ЛЭМЗ» ПАО «НПО «Алмаз»

125190, г. Москва, Дмитровское шоссе, д. 110

Тел.: +7(985)982-60-96

E-mail: vbes2@yandex.ru



16.12.2022 г.

В.Н. Бесчастных

Подпись Бесчастных В.Н. удостоверяю:

Начальник НТК ОКБ «ЛЭМЗ»

ПАО «НПО «Алмаз»



С.В. Монин

по доверенности № 561 от 03.07.2022

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Рамазанова Эльдара Рамазановича

«Методика параметрической оптимизации бескомпрессорных парогазовых установок с полным улавливанием углекислого газа внутри цикла», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность работы

Диссертационная работа Рамазанова Эльдара Рамазановича посвящена современной проблеме – получению электрической и тепловой энергии с минимальным воздействием на окружающую среду. Для установок, использующих ископаемые топлива, проблема включает в себя поиск технических решений генерации энергии без выброса в атмосферу парниковых газов, главным образом – двуокиси углерода. Автором разработана методика параметрической оптимизации новой схемы энергетических установок с улавливанием углекислого газа внутри термодинамического цикла. Предложенная методика оптимизации бескомпрессорной парогазовой установки (БКПГУ) даёт возможность реализовать проект экологичной установки в большой энергетике.

Научная новизна полученных результатов

Выполненная работа обладает научной новизной и может иметь практическое значение как в методическом направлении, так и при практической реализации заложенных идей в схеме БКПГУ.

Новизной обладают:

1. Описание термодинамических свойств рабочих тел, используемых в цикле, и концептуальные подходы к параметрической оптимизации элементов тепловой схемы опытной электростанции.
2. Разработанная математическая модель БКПГУ позволяет проводить расчетные исследования схем энергоустановок с изменяемым составом и характеристиками используемого оборудования.

Соответствие работы паспорту специальности

Соответствие содержания диссертационной работы специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика подтверждается апробацией работы в публикациях, ее научной новизной и очевидной полезностью.

Рекомендации по применению результатов диссертации

Разработанные математические модели и реализованный программно-вычислительный комплекс могут найти применение при проектировании

новых, экологически чистых, энергетических установок.

Замечания к работе:

1. В уравнении состояния (5) массовые доли чистых веществ в газообразной (D_{gj}) и жидкой (D_{lj}) фазах очевидно рассматриваются как независимые переменные, тогда как, в рамках принятых ранее допущений, должна иметь место очевидная связь $D_{gj} + D_{lg} = 1$. Это же касается и системы уравнений (6).
2. В автореферате не приведены значения параметров в элементах схемы БКПГУ по рис.1. Отсутствие таблицы температур и давлений рабочих сред хотя бы номинального режима затрудняет количественное восприятие главы 5 выполненной работы.

Заключение

В целом, судя по автореферату, диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, практической значимостью полученных результатов, отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, отвечает критериям пункта 2.2 Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН (протокол № 12 от 23.09.2019), а её автор, Рамазанов Эльдар Рамазанович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Акционерное общество «Объединенная двигателестроительная корпорация»

Начальник отдела стационарных ГТУ

ОКБ ПК «Салют»

Петельчиц Владимир Владимирович

«23» декабря 2022 г.

Почтовый адрес: 105118, г. Москва, проспект Буденного д. 16

Тел. +79197700238

Эл. почта: vol-petlja@yandex.ru

Подпись Петельчица В.В. удостоверяю:

Начальник отдела управления персоналом



Б.А.Саватулин



Публичное акционерное общество энергетики
и электрификации «Мосэнерго»
(ПАО «Мосэнерго»)

В ПДС 2022.010 РУДН

Проспект Вернадского, д. 101, корп. 3, г. Москва,
Российская Федерация, 119526
тел.: (495) 957-19-57, факс (495) 957-32-00
e-mail: mosenergo@mosenergo.ru, www.mosenergo.ru
ОКПО 00102798, ОГРН 1027700302420, ИНН 7705035012, КПП 99765001

№ _____
на № _____ от _____

Отзыв на автореферат

диссертации Рамазанова Эльдара Рамазановича

«Методика параметрической оптимизации бескомпрессорных парогазовых установок с полным улавливанием углекислого газа внутри цикла», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Диссертация Э.Р. Рамазанова направлена на решение актуальной задачи - совершенствование технологий генерации энергии. Наряду с высокой тепловой экономичностью, в настоящее время требуется минимизация воздействия на окружающую среду. Реализация любых доступных технологий предотвращения выбросов CO₂ от современных энергетических установок неизбежно сопровождается удорожанием производимой энергии. Поэтому ведется поиск технологий, заключающихся не в надстройке действующих энергетических установок оборудованием для улавливания CO₂, а в разработке принципиально новых термодинамических циклов и создании нового оборудования, реализующего эти циклы.

Диссертация имеет **научную новизну**, в том числе:

1. Установлено, что предложенные уравнения замены переменных обеспечивают требуемую точность при умеренной густоте интерполяционной сетки и обеспечивают высокую скорость вычислительного процесса.
2. Обоснована целесообразность прямого численного интегрирования уравнения состояния при описании термодинамических процессов рабочего тела, состоящего из изменяющейся смеси чистых веществ.
3. Построены математические модели, описывающие термодинамические параметры принципиально новых энергетических комплексов на базе инновационного термодинамического цикла, как отдельных компонент, так и БКПУ в целом.

Работа имеет **значимость для решения практических задач**. В частности, рассмотренный пример оптимизации параметров опытной пилотной электростанции, позволил выбрать оптимальные параметры термодинамического цикла и сформулировать основные требования к составным частям проектируемой установки в рамках работ по гранту РНФ «Новая концептуальная схема бескомпрессорной парогазовой установки, обеспечивающая высокую топливную эффективность и практически полное улавливание диоксида углерода из продуктов сгорания: разработка фундаментальных научных основ в обоснование практической реализации».

Достоверность результатов, полученных в диссертации, обеспечивается тем, что методы исследований базируются на фундаментальных законах исследуемых физических явлений, а для описания термодинамических свойств использованы общепринятые, сертифицированные базы данных.

Представленное в автореферате описание диссертационной работы отражает характер, объем и высокое качество выполненных соискателем научных исследований. Вместе с тем, по **автореферату имеются следующие замечания**, так как из автореферата не ясно:

1. Из текста автореферата нельзя понять, какие величины отложены по оси «x», а какие по оси «y» (рис. 2). Или в уравнениях не расписано, какие величины обозначены буквами Q и A . Имеются опечатки. Очевидно, что вектор Z – термодинамические, а не динамические параметры.

2. Основные показатели тепловой эффективности энергетической установки приведены к высшей теплотворной способности топлива, тогда как обычно эти показатели относят к низшей теплотворной способности. Это несколько усложняет сравнение с альтернативными установками.

Заключение.

Несмотря на представленные замечания, диссертация Рамазанова Эльдара Рамазановича «Методика параметрической оптимизации бескомпрессорных парогазовых установок с полным улавливанием углекислого газа внутри цикла» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение актуальной научной задачи, имеющей важное научное и практическое значение. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, отвечает критериям пункта 2.2 Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН (протокол № 12 от 23.09.2019), а её автор, Рамазанов Эльдар Рамазанович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 23.04. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Заместитель главного инженера,
начальник управления по работе
с оборудованием

21.12.2022

Подпись К.В. Москвина удостоверяю:
Начальник службы экспертизы и
технического развития инженерного
управления



К.В. Москвин

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized, flowing line.

А.В. Охлопков

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Рамазанова Эльдара Рамазановича** «Методика параметрической оптимизации бескомпрессорных парогазовых установок с полным улавливанием углекислого газа внутри цикла», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Судя по автореферату, диссертационная работа Рамазанова Эльдара Рамазановича выполнена на актуальную тему – разработку средств расчетного исследования принципиально нового типа энергетических установок, обеспечивающих практически полное улавливанием углекислого газа внутри цикла.

Исходя из цели диссертационных исследований, были определены задачи, решение которых привело к получению автором ряда научных результатов, имеющих несомненную научную новизну и практическую значимость. В связи с этим наиболее важными новыми научными результатами, на наш взгляд, являются:

1. Методика представления термодинамических свойств рабочего тела и моделирования термодинамических процессов.
2. Математическая модель нового типа энергетических установок.
3. Расчетное обоснование возможности генерировать энергию из органического топлива без выбросов углекислого газа в атмосферу с показателями тепловой эффективности близкими к показателям наилучших традиционных ПГУ.

Судя по материалам автореферата, диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Результаты диссертационной работы обсуждались и получили одобрение на научно-технических конференциях различного уровня. Основные результаты представлены в 8 статьях серьезных рецензируемых научных изданий, в том числе, индексируемых в международных реферативных базах данных и системах цитирования.

Оформление автореферата хорошее. Материал изложен логично и последовательно.

Вместе с тем, по материалам автореферата имеются следующие замечания:

1. Одной из причин начала исследования является невозможность или трудоемкость получения характеристик из таблиц по причине сложности аппроксимации параметров из них. Однако в исследовании автор вводит еще более сложную систему уравнений и утверждает, что решение ее крайне трудоемко, необходимо применять численные методы. В данном случае имеется некоторое противоречие.

2. В модели камеры сгорания затрагивается процесс горения, однако в предыдущих описываемых допущениях на стр.9 написано, что химических реакций между компонентами смеси не происходит. Это является противоречивым. Обоснованность допущений не раскрыта.

3. Имеются опечатки, например, стр. 8 " 0°К ", или стр. 10 " рассматриваются четыре возможных областей ", а стр. 9 в предложении "В тех областях, где возможно появление твердой фазы, рассчитываются так..." пропущено подлежащее.

Данные замечания не снижают общего положительного представления о диссертационной работе, и не изменяет ее общую положительную оценку.

Диссертационная работа Рамазанова Эльдара Рамазановича «Методика параметрической оптимизации бескомпрессорных парогазовых установок с полным улавливанием углекислого газа внутри цикла» является законченным научным исследованием и отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, отвечает критериям пункта 2.2 Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН (протокол № 12 от 23.09.2019), а её автор, Рамазанов Эльдар Рамазанович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Акционерное общество «Турбокомплект»
Технический директор, к.т.н.

Каминский Роман Валерьевич

«15» декабря 2022 г.

АО «Турбокомплект»

Адрес организации: 142281, г. Протвино, Заводской проезд, 4
тел: +7-916-647-65-44, e-mail: krv@kamturbo.ru

Подпись Каминского Р.В. заверяю:

Начальник
Кадровой службы

О.И. Гурина

