

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Садкина Ивана Сергеевича «Комплексный анализ установок на основе CO_2 циклов с кислородным сжиганием метана», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы

Достижение целей международных соглашений по климату невозможно без использования технологий улавливания, использования и захоронения CO_2 . Одной из таких технологий является сжигание газообразного топлива в среде кислорода (кислородное сжигание) на основе циклов с использованием CO_2 при сверхкритическом давлении в качестве рабочего тела. Автор ставит целью повышение эффективности установок на основе таких циклов различных конфигураций. Разработка методов термодинамического, энергетического и технико-экономического анализа для установок подобного типа, позволяющих с единых позиций вести сравнение разных вариантов между собой и с другими известными техническими решениями, является актуальной.

Научная новизна работы заключается в комплексном рассмотрении принципиальных конфигураций кислородного сжигания с использованием сверхкритического диоксида углерода в качестве рабочего тела. На основе разработанных методик предложены новые технические решения по производству электроэнергии на основе таких циклов. Достоверность полученных результатов подтверждается применением фундаментальных методов термодинамического анализа. Математические модели базируются на апробированных и хорошо зарекомендовавших себя подходах для решения подобных задач. Научная новизна и практическая значимость диссертационной работы И. С. Садкина подтверждается публикациями в различных научных изданиях, в том числе рекомендованных ВАК РФ, а также выступлениями на конференциях различного уровня.

По работе имеется ряд вопросов и замечаний:

1. На рис. 1 (поз. 4) указан насос, тогда как в различных схемах это может быть и компрессор и насос. На стр. 9 указано, что КПД установок может быть выше 55 %, однако, из рис. 8 следует, что максимальное значение КПД около 51 %. Не следовало бы употреблять прямой перевод «oxy-fuel» как «кислородно-топливное», мы же не говорим «воздушно-топливное» сжигание.

2. В главе 4 следовало бы указать, для какой мощности ведутся расчеты? При использовании воздухоразделительной криогенной установки расход электроэнергии на выработку тонны кислорода может меняться от мощности (обычно 300- 250 кВт-ч/т). На рис. 9, по-видимому, приводятся данные по удельным расходам топлива при традиционном сжигании с улавливанием CO_2 . Значения представляются несколько заниженными, например, при сжигании угля на блоке ССКП без улавливания CO_2 удельный расход условного топлива около 280 г у.т., при очистке дымовых газов аминами 355 г у.т., а при кислородном сжигании – 344 г у.т.

3. Несколько странно представляются данные рис. 10а. Если схема 2 дает рост удельных капитальных затрат с увеличением температуры сжигания, то для других схем происходит снижение затрат. Это требует пояснения. Было бы полезно дать

пояснения сценарным условиям расчета себестоимости электроэнергии, является ли это расчетом удельной стоимости за жизненный цикл работы установки или относится к текущему моменту?

Возникшие вопросы и замечания не снижают высокого уровня диссертационной работы. Основываясь на автореферате, считаем, что диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, представляет актуальную тему, поставленные задачи решены в полной мере, результаты отличаются новизной и представляют ценность для науки и практики. Автореферат написан логично и доказательно.

Считаем, что работа соответствует паспорту специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» и требованиям п. 9.14 «Положения о присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции), а её автор, Садкин Иван Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы.

Мы, Рябов Г. А. и Тугов А. Н. даем согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Садкина Ивана Сергеевича и их дальнейшую обработку.

Заведующий лабораторией специальных котлов отделения парогенераторов и топочных устройств АО «ВТИ», д.т.н.

Рябов Георгий Александрович
«03» апреля 2026 г.

Заведующий отделением парогенераторов и топочных устройств АО «ВТИ», д.т.н.

Тугов Андрей Николаевич
«03» апреля 2026 г.

Контактная информация:

Акционерное Общество «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт» (АО «ВТИ»).

Юридический адрес: 115280, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ленинская Слобода, д. 23, стр. 4

тел.: +7 (495) 137-77-70, доб. 26-41.

Адреса электронной почты: GARyabov@vti.ru, ANTugov@vti.ru

«03» апреля 2026 г.

Подписи Рябова Георгия Александровича и Тугова Андрей Николаевича заверяю:

Директор по персоналу
и организационному развитию
АО «ВТИ»

Поступил в совет 15.04.2026г.
З.секретарь ЗС Ву/Боркина
2