

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Садкина Ивана Сергеевича на тему  
«Комплексный анализ установок на основе CO<sub>2</sub> циклов с кислородным сжиганием метана»,  
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по  
специальности

### 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы (технические науки)

Диссертационная работа Садкина Ивана Сергеевича посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме создания высокоэффективных и экологически безопасных установок по производству электроэнергии. В условиях ужесточения требований к выбросам парниковых газов и введения трансграничных углеродных сборов, развитие технологий с нулевой эмиссией CO<sub>2</sub> приобретает стратегическое значение. В связи с этим автором предложено использовать для выработки электроэнергии установки на основе CO<sub>2</sub> циклов с кислородным сжиганием метана. Такое техническое решение позволяет не только достичь высокой эффективности, но и почти полностью исключить выбросы диоксида углерода в атмосферу. В связи с этим тема диссертации является актуальной.

Целью работы является определение комплекса показателей эффективности установок на основе кислородно-топливных CO<sub>2</sub> циклов различных конфигураций с использованием в качестве рабочего тела сверхкритического диоксида углерода.

Исходя из поставленных задач, автором разработаны методы термодинамического, энергетического и технико-экономического анализа установок на основе CO<sub>2</sub> циклов разных конфигураций, проведен анализ влияния параметров рабочего тела в ключевых точках циклов на их термодинамическую эффективность, в том числе с учетом доли обновления рабочего тела и интеграции низкопотенциальных потоков вспомогательных систем, проведен анализ КПД выработки и отпуска электроэнергии, удельных расходов топлива установками, структуры собственных нужд с установлением поагрегатных зависимостей энергопотребления от термодинамических параметров циклов, а также анализ удельных капиталовложений в установки, стоимости производимой электроэнергии и анализ влияния термодинамических параметров на стоимость агрегатов установок. Также автором проведено сравнение рассматриваемых установок с традиционными и перспективными технологиями генерации электроэнергии на органическом топливе.

В целом, результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в области разработки высокоэффективных и экологически безопасных установок для выработки электроэнергии.

Полученные автором результаты достоверны и практически значимы, выводы и заключения обоснованы. Достоверность результатов и выводов диссертационной работы обеспечивается использованием фундаментальных методов термодинамического анализа энергетических установок, методов анализа на основе законов сохранения энергии и массы, методов технико-экономического анализа и сопоставлением с результатами других исследователей. Математические модели базируются на апробированных и хорошо себя зарекомендовавших подходах для решения задач подобного класса. Основные положения диссертации прошли всестороннюю апробацию и нашли отражение в публикациях автора.

Автореферат содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, формулы, графики. Написан квалифицированно и аккуратно оформлен.

К работе имеются следующие замечания:

1. Из текста автореферата не ясно, учитывались ли в технико-экономическом анализе затраты на систему транспортировки и захоронения выведенного из цикла диоксида углерода.
2. Не указаны сроки окупаемости внедрения рассматриваемых вариантов установок на основе CO<sub>2</sub> циклов для производства электроэнергии.

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Работа является законченной и выполнена автором самостоятельно на достаточном научном уровне. Автореферат хорошо отражает суть исследования.

Исходя из представленных в автореферате сведений, диссертация написана на высоком научном уровне, является оригинальной, обладает внутренним единством, по критериям актуальности, степени обоснованности научных положений, сформулированных выводов, их достоверности и новизны в полной мере соответствует требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Садкин Иван Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы (технические науки).

Заведующий кафедрой «Атомные и тепловые электрические станции»  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,  
д.х.н. по специальности 02.00.04 – Физическая химия, профессор

Чичирова Наталия Дмитриевна  
« 11 » 03 20 26 г.

Я, Чичирова Наталия Дмитриевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные защитой диссертации Садкина Ивана Сергеевича, и их дальнейшую обработку: [ ] / Н.Д. Чичирова /

Доцент кафедры «Атомные и тепловые электрические станции»  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,  
к.т.н. по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты [ ]

Евгеньев Игорь Владимирович  
« 11 » 03 20 26 г.

Я, Евгеньев Игорь Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные защитой диссертации Садкина Ивана Сергеевича, и их дальнейшую обработку: [ ] / И.В. Евгеньев /

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»  
420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, тел.: +7(843) 519-42-51,  
+79033052268, e-mail: ndchichirova@mail.ru – Чичирова Наталия Дмитриевна; +7(843)519-42-52,  
+79276764376, e-mail: evgenev\_i@mail.ru – Евгеньев Игорь Владимирович.

Принят в совет 27.03.2026 г.  
Уч. секретарь ДС [ ]