ОТЗЫВ

официального оппонента Кудряшова Александра Николаевича на диссертацию **Карабарина Дениса Игоревича** на тему "Повышение эффективности утилизации низкопотенциальной энергии теплотехнологических установок"

по специальности 05.14.04 - промышленная теплоэнергетика на соискание учёной степени кандидата технических наук

Актуальность темы диссертации определяется необходимостью повышения энергоэффективности и ресурсосбережения путем внедрения рациональной утилизации низкопотенциальной энергии на установках органического цикла Ренкина, сниженния потерь при производстве и потреблении энергии, а также вредных выбросов в окружающую среду на примере действующих объектов энергетики и промышленности Красноярского края. Правильность поставленной цели и выбранных задач исследования подтверждают актуальность представленной работы.

Основная идея диссертации заключается в повышении энергетической эффективности теплотехнологических установок путем использования (преобразования) низкопотенциальной теплоты за счет совершенствования технологии на основе органического цикла Ренкина (ОЦР).

При решении поставленной задачи разработана численная модель оценки энергетической эффективности утилизации теплоты с учетом особенностей технологии ОЦР с моделированием термодинамических процессов утилизации теплоты уходящих газов на теплотехнологических объектах, проведены экспериментальные исследования термодинамических процессов на опытно-промышленной установке ОЦР мощностью 4 кВт. С целью обеспечения надежности и промышленной безопасности протекающих термодинамических процессов даны рекомендации по совершенствованию конструкции установок.

Наиболее значимыми результатами диссертации следует признать:

- предложенные модель термодинамических процессов в установках ОЦР, система уравнений и краевые условия позволяют учитывать конфигурацию ОЦР, выбор типа утилизации теплоты, влияние температуры испарения и типа расширителя на эффективность и полноту утилизации. Показано, что модель адекватно отражает результаты экспериментальных исследований;
- предложенная методика определения рабочего тела для технологии ОЦР позволяет определить минимальную температуру насыщения рабочего тела, необходимую для полной утилизации теплоты;
- полученные зависимости эффективности ОЦР от температуры греющей среды, холодного источника, испарения и конденсации и оптимальной температуры испарения с учетом полноты утилизации и эффективности ОЦР позволяют установить количественные зависимости влияния термодинамических параметров на эффективность работы системы ОЦР с рабочим телом R142b.

Новыми научными результатами, полученными автором, являются:

- разработанная математическая модель термодинамических процессов в установках ОЦР, система уравнений и краевые условия, позволяющая определить конфигурацию ОЦР, выбор типа утилизации теплоты, оценка влияния температуры испарения и типа расширителя на эффективность и полноту;
- усовершенствованная методика, позволяющая определять минимальную температуру насыщения рабочего тела, необходимую для полной утилизации теплоты;
- установленные количественные зависимости влияния термодинамических параметров на эффективность работы системы ОЦР с рабочим телом R142b.

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточно подробным литературным анализом методов и способов, направленных на повышение эффективности производства энергии за счет утилизации низкопотенциальной теплоты с использованием органического цикла Ренкина на теплотехнологических объектах энергетики, тяжелой и легкой промышленности. Показана их теоретическая недостаточность в вопросах выбора технологической схемы ОЦР, температуры испарения и рабочего тела для внедрения на Проанализированы теплотехнологических объектах. основные низкопотенциальной энергии на объектах промышленности и энергетики Красноярского края, определены варианты осуществления утилизации. Сравнение экспериментальных данных с результатами математического моделирования на базе лицензионного программного продукта SmoWeb показало хорошую сходимость. Разработаны и предложены режимы работы и рациональная конструкция установки ОЦР, работающей на рабочем теле R142b, с включением в ее состав ресивера и сепаратора, позволяющих дополнительную энергетическую мошность при **УТИЛИЗАЦИИ** теплотехнологических объектах, увеличить надежность работы установки и запас рабочего тела на период пуска и останова, рекомендована методика оценки техникоэкономического эффекта от внедрения установок ОЦР различной конфигурации на предприятиях цветной металлургии и энергетики. Проведен технико-экономический анализ с определением экономического эффекта и срока окупаемости на примере действующих объектов энергетики и промышленности Красноярского края, таких как КрАЗ, СЦТ-3, СЦТ-22, Красноярская ТЭЦ-2. Автором выполнена в полной мере оценка повышения эффективности предложенных результатов исследований, что подтверждено актами внедрений.

Диссертация содержит 154 с, из них 135 с. основного текста диссертации, приложения на 19 с, список литературы из 132 наименований.

По теме диссертации автором опубликовано 12 работ, из них 3 статьи в рецензируемых изданиях по списку ВАК и 3 статьи в изданиях, входящих в международные базы данных Scopus и Web of Science, в которых материалы диссертации отражены достаточно полно.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Замечания: в основном вопросы возникают по утилизации теплоты уходящих газов.

В работе рассмотрена утилизация теплоты, которая соответствует теплоте, утилизируемой в воздухоподогревателе, т.е. после экономайзера.

Вопрос 1: Почему в схему не включен экономайзер?

Вопрос 2: Не проведено сравнение по экономии топлива с обычной системой с воздухоподогревателем?

Вопрос 3: Отсутствует оценка влияния температуры точки росы на экономию топлива? Очевидно, что температура точки росы обычно значительно выше вследствие содержания серы в угле. Для сернистых углей температура точки росы может достигать 150°С.

Вопрос 4: Отсутствует обоснование выбора интервала температур 145-120°С?

По-видимому, аналогичные вопросы можно поставить и по другим примерам, т.е. не проведено общее исследование о влиянии качества углей на данный тип утилизации теплоты.

Общее заключение по диссертации:

Диссертация Карабарина Дениса Игоревича соответствует специальности 05.14.04-промышленная теплоэнергетика, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены научно-обоснованные технические, технологические или иные разработки по повышению энергетической эффективности теплотехнологических установок путем использования низкопотенциальной теплоты за счет совершенствования технологии на основе органического цикла Ренкина, имеющие существенное значение для разработки новых энергоэффективных методов в промышленном теплоэнергетическом оборудовании страны.

Диссертация соответствует требованиям п.9 "Положения о порядке присуждения учёных степеней" постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Карабарин Денис Игоревич достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Доцент кафедры теплоэнергетики ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», канд. техн. наук, доцент

21.01.2021

Кудряшов А.Н.

Почтовый адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

телефон: раб. 8(3932)405913, моб. 89086639363

эл. адрес: kan@istu.irk.ru

Подпись Издримент высщего об высщего об выструктов высщего об выструктов выст