

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента

на диссертацию Ткаченко Анны Евгеньевны

на тему: «Повышение энергоэкономической эффективности котлоагрегатов с низкотемпературным кипящим слоем систем теплоснабжения шахт»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.23.03 - теплоснабжение, вентиляция,  
кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

### **Актуальность избранной темы**

Существует ряд причин, по которым фактический КПД работающих котельных ниже регламентного, а именно: низкое качество теплоносителя; нарушение качества топлива; устаревшее оборудование и нарушение дисциплины его ремонтов (или недостаточные ремонты); применение устаревшей автоматики. Следует отметить значительные возможности повышения КПД отдельных котельных как за счет модернизации оборудования, так и за счет повышения эффективности эксплуатации имеющегося оборудования. Важнейшей задачей реконструкции и развития систем теплоснабжения является тиражирование накопленного опыта и более широкое использование новейших технологий, позволяющих повысить надежность и эффективность производства тепловой энергии на котельных, в том числе и используя котлы с топками низкотемпературного кипящего слоя, позволяющими эксплуатировать низкосортный уголь. Поэтому актуальность представленной работы не вызывает сомнения.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность полученных результатов подтверждается системным подходом, методологией математического и логического моделирования тепловых процессов, протекающих в котлоагрегатах с топками низкотемпературного кипящего слоя (НТКС), анализом тепловых потоков, а также экономическим обоснованием.

Следовательно, научные положения, выводы и рекомендации, полученные соискателем в работе, являются в достаточной мере обоснованными.

### **Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций основана на использовании поверенных контрольно-измерительных приборов и оборудования, верифицированных и сертифицированных компьютерных программ, а также на сопоставлении и анализе полученных результатов с экспериментом.

Научная новизна полученных результатов заключается в усовершенствовании математической модели производства и распределения материальных и энергетических потоков в котлоагрегате с топкой НТКС, при этом впервые учтено



наличие погружных поверхностей нагрева и их параметры; впервые научно обоснован критерий с наложенными ограничениями рациональной работы группы котельных агрегатов с топками НТКС по максимальному средневзвешенному КПД группы котлов с учетом текущего состояния каждого котлоагрегата, что позволяет комплексно учесть экономические показатели их работы, а также теплотехнические характеристики каждого котла; впервые разработан метод поиска рационального состава группы работающих котельных агрегатов с топками НТКС и рациональной производительности каждого котла в зависимости от прогнозируемого теплового спроса, который позволяет в динамическом режиме рассчитывать требуемые значения технологических параметров котлоагрегатов в соответствии с критерием максимального средневзвешенного КПД котельной.

Диссертация имеет практическое значение и выполнена в соответствии с проблематикой научно-исследовательских работ, которые выполнялись в Донецком национальном техническом университете.

Ткаченко Анна Евгеньевна принимала непосредственное участие и была ответственным исполнителем трех госбюджетных НИР: Н-21-2000 «Исследование шахтных теплоэнергетических процессов и создание систем управления», Н-20-05 «Разработка системы автоматического управления комплексом теплоснабжения с котлоагрегатами низкотемпературного кипящего слоя в условиях переменного расхода теплоносителя» и Н-12-17 «Исследование особенностей комплекса теплоснабжения шахты с топками низкотемпературного кипящего слоя и синтез системы автоматического управления производством и распределением тепла».

Задачи, поставленные автором в работе, с точки зрения научной и практической ценности соответствуют уровню кандидатской диссертации.

### **Основное содержание работы**

Представленная диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, приложений и списка использованных литературных источников (138 наименований), является завершенным научным трудом.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее основные положения.

Основные научные и прикладные результаты, полученные автором, опубликованы в 21-м научном периодическом издании, и были представлены на различных международных и региональных научных конференциях и в полной мере обеспечивают возможность ознакомления научной общественности с результатами диссертационной работы.

Во введении к диссертационной работе обоснована актуальность темы, сформулированы цель, основные задачи и методы исследований, раскрыты новизна, теоретическая и практическая ценность полученных результатов, приведены данные о внедрении результатов работы, их апробации и публикации.

В первой главе анализируется современное состояние вопроса по технологии топок с низкотемпературным кипящим слоем, типам схем теплоснабжения шахт,



управлению производством и распределением теплоты в системе теплоснабжения шахты с топками НТКС. Проанализированы технологические особенности шахтной котельной установки с котлоагрегатами с НТКС. Сформулированы задачи исследования.

Во второй главе разработана математическая модель производства и распределения теплоты в котлоагрегате с НТКС, которая позволяет при компьютерном моделировании прогнозировать поведение слоя при различных комбинациях управляющих воздействий при переходе с одного режима работы котлоагрегата с НТКС на другой, что является основой для синтеза системы автоматического управления. На основании данной математической модели также стало возможным рассчитывать значения технологических параметров котлов с НТКС, исходя из их тепловой производительности, и определять аналитический вид рекомендуемой для промышленного использования зависимости КПД котлоагрегата от его производительности для каждого агрегата.

В третьей главе изложены результаты проведенного натурного эксперимента по исследованию динамических свойств топки НТКС при различных видах управления ее производительностью в условиях котельной установки шахты 4-21 ГП «Шахтоуправление «Южнодонбасское» №1» (г. Донецк). Была оценена адекватность разработанной математической модели.

Из результатов эксперимента следует, что разработанная модель топки НТКС при уровне доверительной вероятности 0,95 адекватна реальным процессам в котлоагрегате.

Также результаты эксперимента позволили идентифицировать вид передаточных функций топки НТКС при различных управляющих воздействиях, что было использовано в дальнейшем при построении компьютерной модели котлоагрегата.

В четвертой главе разработан метод поиска рационального состава группы котельных агрегатов с НТКС, а также их производительности в зависимости от теплового спроса; обоснован критерий эффективной работы группы котлоагрегатов с НТКС.

В результате были получены рекомендации по составу группы котлов, находящихся в работе, и их текущих производительностей. Применение данного метода позволяет повысить средневзвешенный КПД группы котлоагрегатов на 2 - 4%.

В пятой главе разработаны алгоритм работы и структурная схема системы автоматического управления системой теплоснабжения горного предприятия. Определены типы датчиков технологических параметров, вид промышленного компьютера для реализации системы автоматического управления (САУ) высшего уровня, разработаны схемотехнические решения локальных регуляторов производительности котлоагрегатов с НТКС на современной элементной базе. Разработана принципиальная электрическая схема блока согласования выходных сигналов датчиков со входами регулятора технологических параметров топки НТКС типа ТРМ148.



На основании выполненного технико-экономического обоснования эффективности внедрения разработанной системы автоматического управления на примере группы котлоагрегатов типа КВКС-3,489 с топкой НТКС рассчитана годовая экономия в размере более 140 тыс. руб. в год.

### Общие замечания

1. В разделе «Задачи исследования» указано «Разработать математическую модель производства и распределения материальных и энергетических потоков в котлоагрегате с топкой НТКС...», однако в разделе «Научная новизна полученных результатов» отмечается, что «усовершенствована математическая модель производства и распределения материальных и энергетических потоков в котлоагрегате с топкой НТКС...» (стр. 6-7).

2. Недостаточно широкий обзор зарубежных публикаций по анализу актуальности исследуемой темы – всего 14% от общего списка источников.

3. На стр. 44 требуется разъяснение, коэффициент какого вида теплообмена подразумевается под термином «коэффициент теплообмена материала теплообменника». Это коэффициент теплоотдачи « $\alpha$ » или теплопередачи « $k$ ». Почему указанный коэффициент имеет единицу измерения « $[Дж/(К \cdot м^2)]$ », а не общепринятую « $[Вт/(м^2 \cdot К)]$ »? Также в формулах (2.5), (2.6), (2.12) коэффициент конвективного теплообмена обозначен символом « $k$ », что есть отклонением от общепринятого обозначения и может способствовать неправильной трактовке формул (стр. 45).

4. Считаю, что текст перегружен обозначениями параметров и различными индексами, что усложняет общее восприятие материала. Также в тексте имеются опечатки – в формуле (2.12) пропущена 4-я степень при описании лучевого теплообмена уходящих газов (стр. 52).

5. По тексту диссертации следовало бы уточнить, что подразумевается под терминами «постоянная времени» и «время» и в чем разница между ними.

6. В главе 4 при разработке алгоритма расчета рационального состава и производительностей группы работающих котлов с топками НТКС автор не учитывает возможность одновременного использования с ними на шахте котлов с топками других типов, что на данный момент имеет место на предприятиях горной промышленности, и следовало бы учесть в разрабатываемой методике.

7. При проведении технико-экономического обоснования некорректно обозначен тип котлоагрегата с топкой НТКС «КВКС-3,489», используемого для примера в расчетах. Корректно обозначать его тип как «КВКС-3,5».

8. В главе 5 при расчете экономического эффекта от внедрения системы автоматического управления теплоснабжением шахты было бы целесообразно также учесть стоимость программного обеспечения, используемого САУ.

### Заключение

Высказанные замечания и пожелания не меняют общую положительную оценку диссертации. Диссертационная работа Ткаченко Анны Евгеньевны является завершенной научной работой и выполнена на актуальную тему. Работа



обеспечивает научно-технические основы совершенствования системы теплоснабжения шахты с котлоагрегатами с топками НТКС.

Практическая ценность работы бесспорна и подтверждена данными моделирования и натурными испытаниями. Основные положения диссертации достаточно полно отражены в 21-й научной работе в ведущих научных изданиях ближнего и дальнего зарубежья.

Выполненная диссертационная работа обладает внутренним единством, свидетельствует о личном вкладе автора в науку и соответствует современному мировому научному уровню в данной области исследований.

Считаю, что диссертация «Повышение энергоэкономической эффективности котлоагрегатов с низкотемпературным кипящим слоем систем теплоснабжения шахт», отвечает требованиям Положения о присуждении учёных степеней, а ее автор Ткаченко Анны Евгеньевны заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 - теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

канд. техн. наук., доцент, доцент кафедры  
холодильной и торговой техники  
ГО ВПО «Донецкий национальный  
Университет экономики и торговли  
имени Михаила Туган-Барановского»

В.В. Карнаух

г. Донецк, ул. Щорса, 31,

тел. +3 (8071) 337-47-27

+3 (8062) 304-77-82

[htt@kaf.donnuet.edu](mailto:htt@kaf.donnuet.edu)

<http://donnuet.edu>



Согласна на автоматизированную обработку  
персональных данных

В.В. Карнаух

