

ОТЗЫВ

официального оппонента Кудинова Анатолия Александровича на диссертацию Мирсалихова Кирилла Маратовича на тему «Влияние аэродинамических факторов и условий формирования дымового факела на основные параметры дымовых труб ТЭС», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Одной из проблем при строительстве и реконструкции ТЭС является высокая стоимость дымовых труб, что требует особого внимания к вопросу разработки и проектирования данных сооружений. В настоящее время достигнуты большие достижения в области материаловедения, что приводит к применению новых конструктивных решений с целью снижения затрат на строительство оборудования ТЭС и повышения его надежности. Важной задачей является разработка эффективных методик расчета основных параметров дымовых труб с учетом технико-экономических показателей и требований по энергоэффективности. Учитывая изложенное, тема диссертационной работы К.М. Мирсалихова, посвященная определению оптимальных геометрических параметров и исследованию аэродинамических факторов дымовых труб, является **актуальной**.

2. Оценка содержания диссертации и степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и четырех Приложений. Общий объем работы составляет 188 страниц машинописного текста, содержит 27 таблиц и 55 рисунков. Список использованных источников включает 109 наименований.

Цель диссертационной работы соискателя заключается в определении оптимальных геометрических параметров системы дымовых труб с несущей железобетонной оболочкой на основании расчетов экономических и аэродинамических показателей и условий формирования дымового факела.

Во введении приведены основные сведения о работе, обоснована актуальность проводимых исследований, сформулированы цель и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В первой главе представлен анализ существующих методик, направленных на определение оптимальных параметров дымовых труб и моделей рассеивания вредных веществ. Оцениваются различные подходы к моделированию рассеивания в зависимости от масштаба, сложности среды и концентрации выбросов. Рассмотрены основные коммерческие и некоммерческие пакеты для моделирования. Проведенный анализ показал, что существенных различий между российскими и зарубежными конструктивными решениями дымовых труб нет, однако было выявлено преимущество многоствольных конструкций, отмечена сложность их проектирования и зависимость их параметров от множества факторов. В результате проведенного анализа сформулированы и обоснованы задачи исследования.

Во второй главе диссертации представлена методика расчета оптимальных параметров дымовых труб, основанная на технико-экономическом анализе. Основная цель методики – минимизация суммарных дисконтированных затрат на строительство и эксплуатацию одноствольных и многоствольных дымовых труб при обеспечении необходимых экологических требований. В расчетах учитываются инвестиционные

затраты, эксплуатационные расходы, уровень инфляции и проценты по кредитам с учетом геометрических параметров труб и статических давлений по высоте трубы, что позволяет учесть влияние различных факторов, включая ветровую нагрузку и конструкционные особенности труб.

В третьей главе представлена методика расчета основных параметров дымовых труб, применимая для любой модели развития экономики, в том числе независимо от тренда цен и затрат на производство товаров и услуг. При выборе лучшего варианта инвестиционного проекта используется критерий наименьших суммарных дисконтированных затрат. Особое внимание уделяется расчету геометрических параметров труб. Выявлено, что использование трехствольных дымовых труб может дать экономическое преимущество по сравнению с конструкциями, имеющими большее количество стволов, благодаря меньшим затратам на материалы и более простой проектировке. С целью снижения приведенных затрат предложены рекомендации по оптимизации конструкций многоствольных дымовых труб.

В четвертой главе представлены результаты исследований аэродинамических характеристики и моделирования дымового факела многоствольной дымовой трубы. Разработана CFD-модель, верифицированная с использованием натуральных экспериментов, проводимых с аэрологическим шаропилотным теодолитом, а также методом фотосъемки для определения траектории дымового факела. Модель позволяет учитывать изменения параметров течения во времени, что является важным для более точного анализа. Установлено, что при равном суммарном объемном расходе отводимых в атмосферу газов количество стволов дымовой трубы, а также использование диффузоров оказывают незначительное влияние на форму и траекторию дымового факела. При работе на переменных режимах для обеспечения оптимальных экологических характеристик дымового факела следует учитывать конструктивные решения дымовых труб.

В заключении сформулированы основные результаты работы в соответствии с целью исследования и поставленными задачами, приведены рекомендации по дальнейшему научному и практическому использованию полученных автором результатов.

3. Научная новизна диссертационной работы состоит в том, что получено аналитическое решение задачи определения минимального внутреннего диаметра наружной железобетонной оболочки для трехствольной и четырехствольной дымовых труб и разработана методика определения скорости газов в газоотводящих стволах дымовых труб ТЭС, отличающаяся от известных учетом конструкционных и гидродинамических особенностей; разработаны методика определения траектории дымового факела с использованием фотоснимка для оценки параметров дымового факела в статичном состоянии и методика исследования гидродинамических характеристик дымового факела с помощью верифицированной CFD модели для исследования его начального участка.

4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Достоверность и обоснованность результатов диссертационного исследования обеспечивается использованием современных научных методов и инструментов анализа, а также проверенными практическими подходами к исследованию; согласованием в пределах погрешности расчетных и экспери-

ментальных данных; согласованностью для предельных случаев результатов работы с опубликованными в литературных источниках данными других авторов.

5. Значимость результатов для науки и практики

Научная значимость результатов работы состоит в разработке аналитического решения научной задачи определения оптимального внутреннего диаметра наружной железобетонной оболочки и методики определения оптимальных скоростей выхода газов из газоотводящих стволов одно- и многоствольных дымовых труб ТЭС.

Результаты исследований рекомендуется использовать при проектировании и эксплуатации дымовых труб тепловых электростанций и крупных котельных установок с целью снижения приведенных затрат (эффективности капитальных вложений), выбросов вредных веществ в окружающую среду и оптимизации режимов работы.

6. Замечания и вопросы по диссертационной работе

1. На стр. 52 диссертации указывается: «Дымовые трубы относятся к шестой группе общероссийского классификатора основных фондов [68] со сроком полезного использования до 15 лет включительно. Поэтому расчетный срок работы дымовой трубы принимаем $t=15$ ». Считаю, что срок работы дымовой трубы 15 лет значительно занижен.

По данным Рыжкина В.Я. Тепловые электрические станции. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328 с. $t=50$ лет, а других ученых (Волкова Э.П., Бутова В.Д., Елизарова Д.П., Лавыгина В.М. и др.) он составляет не менее 30–50 лет. В фундаментальной работе профессора Рогалева Н.Д. и др. Тепловые электрические станции. – М.: Издательство МЭИ, 2022. – 768 с. указывается, что «Основным требованием к дымовым трубам является высокая надежность их работы в течение всего периода эксплуатации ТЭС».

2. В формулах (2.2.16) и (2.4.5) плотность дымовых газов при температуре $t_r=0$ °С $\rho_{r0}=1,29$ кг/м³ и $\rho_{r0}=1,293$ кг/м³. В действительности ρ_{r0} зависит от состава дымовых газов и, например, для продуктов сгорания природного газа $\rho_{r0}=1,24–1,26$ кг/м³. Кроме того, в формулах (2.4.5) и (2.4.6) принято $\rho_{r0}=\rho_{в0}=1,293$ кг/м³. В действительности $\rho_{r0}\neq\rho_{в0}$.

3. На рис. 2.2.1 приведены графики зависимости оптимальной скорости выхода газов из одноствольных железобетонных дымовых труб разных высот от объемного расхода дымовых газов (в ценах 1975 года) [39], а на рис. 2.2.2 – в ценах на 2018 г. при постоянной цене денег. Однако отсутствуют данные по температурам дымовых газов, отводимых посредством дымовых труб в окружающую среду.

4. Следует отметить, что в книге Волкова Э.П. и др. (Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1987. – 280 с.) приведены методика расчета оптимальных скоростей газов в стволе трубы w^{opt} , м/с, и построены номограммы для определения w^{opt} для различных конструктивных схем и высот дымовых труб в зависимости от расчетных затрат на дымовую трубу, расхода газов V_r , м³/с, затрат на тягу и дутье, ветрового района и температуры газов t_r °С. В списке литературы диссертации данный источник и анализ приведенного в нем материала отсутствуют.

5. Раздел 2.4 работы посвящен расчету статических давлений по высоте дымовой трубы. На стр. 72 указывается: «Температура дымовых газов по высоте дымовой трубы принимается постоянной». В действительности при движении газов в дымовой трубе их температура снижается при этом изменяются теплофизические параметры

(ρ_r , μ_r , λ_r) и скорости газов, что влияет на результаты расчетов. В работе этот фактор не учитывается.

6. Стр. 77, отмечается: «На базе математической модели, разработанной профессором Рихтером Л.А., ... разработана новая математическая модель, позволяющая учесть более широкий спектр исходной информации и с учетом последних достижений экономической науки». «Разработанная математическая модель и созданный на ее основе пакет программ верифицированы по условиям планово-распределительной модели экономического развития страны». Однако пакет программ не зарегистрирован в официальном издании Роспатента РФ. Как им пользоваться в инженерных приложениях?

7. Имеются замечания по оформлению рукописи диссертации:

а) в диссертации приведена формула (2.2.4) $H = \sqrt{m} \cdot H_0$, по которой рассчитывается высота дымовой трубы с учетом параметров выбросов. Однако отсутствует расшифровка параметра H_0 . H_0 присутствует и в формуле (2.2.5);

б) стр. 54, написано: ΔT – разность температур дымовых газов и окружающего воздуха, °К. Нужно написать – К.

в) в пояснениях к формуле (2.2.6) указано: D_0 – диаметр устья одноствольной трубы, м; w – скорость выхода дымовых газов из трубы, м/с, а в формуле (2.2.6) эти параметры отсутствуют, имеются параметры D и w_0 ;

г) в пояснениях к формуле (2.2.7) указывается: где Црд – принимается равной 2000 руб./день. Нужно указать – 2000 руб./(день·чел.);

д) в описаниях характеристик районной котельной «Азино» (см. стр. 120) отсутствуют данные по параметрам наружных газоходов и движущихся в них уходящих продуктов сгорания водогрейных котлов ПТВМ-180 и КВГМ-100, что не позволяет рассчитать температуру и объемный расход газов на входе в дымовую трубу, функцией которых является скорость w_0 выхода газов из дымовой трубы;

е) на стр. 97 диссертации отмечается: «Профессор Рихтер Л.А. привел формулы для расчета диаметра железобетонной оболочки для стволов одинакового диаметра». Соискатель делает вывод: «Попытка найти решение для стволов различного диаметра ему не удалась», что является неверным заключением соискателя, так как уважаемый профессор Л.А. Рихтер сделал обобщение: «При разных диаметрах стволов аналитическое решение для нахождения минимального диаметра наружной оболочки значительно усложняется и может быть найдено из геометрического построения» [75, с. 264];

ж) на стр. 99, 100 представлены формулы (3.5.2)–(3.5.4), (3.5.7), в которых имеется специальный знак, расшифровка которого не приведена;

з) на рисунке 1 автореферата отсутствуют обозначение и единица измерения параметра по оси ординат.

Отмеченные выше замечания и недостатки имеют частный характер, не снижают научной и практической значимости диссертации и целостности ее содержания.

7. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати. По теме диссертации соискателем опубликовано 10 печатных работ, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ, 2 публикации в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus.

Автореферат диссертации выдержан по форме и объему и отражает основные положения диссертационной работы.

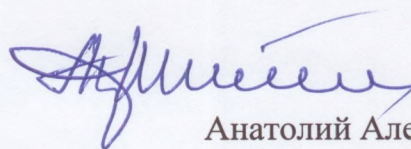
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Мирсалихова Кирилла Маратовича на тему «Влияние аэродинамических факторов и условий формирования дымового факела на основные параметры дымовых труб ТЭС», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы, является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой разработан комплекс новых научно обоснованных технических и технологических решений, направленных на снижение капитальных и эксплуатационных затрат, а также на повышение надежности работы дымовых труб. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы.

Диссертационная работа «Влияние аэродинамических факторов и условий формирования дымового факела на основные параметры дымовых труб ТЭС» по актуальности, новизне, объему и уровню выполненных исследований и полноте публикаций соответствует требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ, установленным в п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в актуальной редакции), а ее автор Мирсалихов Кирилл Маратович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент:

профессор кафедры «Тепловые электрические станции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», доктор технических наук (специальность 01.04.14 – Теплофизика и молекулярная физика), профессор



Кудинов
Анатолий Александрович
06.11.2024 г.

Почтовый адрес: РФ 443100, г. Самара,
ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус
Тел. (846) 332-42-31, (846) 333-65-77
e-mail: tes@samgtu.ru

Подпись доктора технических наук, профессора Кудинова А.А. заверяю:

Ученый секретарь
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
технический университет»,
доктор технических наук, доцент



Малиновская
Юлия Александровна