

Отзыв

официального оппонента Прохорова Вадима Борисовича 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»

Актуальность темы диссертации

К дымовым трубам ТЭС предъявляются высокие требования к надежности их работы, так как выход дымовой трубы из строя приведет к отключению на длительное время большой мощности. Дымовые трубы должны обеспечивать надежную работу в течение всего срока эксплуатации подключенного оборудования без проведения ремонта. Высокие скорости газов в конической дымовой трубе могут привести к возникновению избыточного статического давления внутри трубы, что будет приводить к фильтрации газов к железобетонной оболочке и преждевременному ее разрушению. Кроме того, высокие скорости газов в дымовой трубе приводят к увеличению затрат на привод дымососов, а в некоторых случаях, к невозможности оборудования нести номинальную нагрузку. Низкие скорости газов на выходе из дымовой трубы могут приводить к самоокутыванию оголовка дымовой трубы агрессивными газами и его преждевременному разрушению. Таким образом, выбор параметров дымовых труб, их числа и типа конструкции влияет на капитальные и эксплуатационные затраты, на надежность их работы, поэтому тема диссертационной работы «Влияние аэродинамических факторов и условий формирования дымового факела на основные параметры дымовых труб ТЭС» является актуальной.

Структура, объем и основное содержание работы

Диссертация изложена на 188 страницах и включает в себя введение, четыре главы, заключение, список литературы и четыре приложения. Работа содержит

55 рисунков и 27 таблиц, список использованных источников включает 109 наименований. В приложениях приведены блок-схема для определения основных параметров дымовых труб, основные программные решения для поиска минимальных диаметров оболочки дымовых труб с тремя и четырьмя стволами разного диаметра, акт об использовании результатов диссертационной работы на Казанской ТЭЦ-1.

Во введении показана актуальность темы диссертации, определены цели и задачи исследований, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, выносимые на защиту научные положения. Рассмотрены методы исследований, применяемые в диссертационной работе, показана достоверность и обоснованность результатов, приведены данные по апробации работы.

В первой главе рассмотрены методики по выбору параметров дымовых труб и методики рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере в России и за рубежом. Показано, что в нормативных документах отсутствуют рекомендации по выбору скорости газов в дымовых трубах. Проанализированы типы конструкций дымовых труб, которые применяются на ТЭС. Показано, что выбор числа дымовых труб, их конструкций и параметров, выбор числа газоотводящих стволов в многоствольных трубах является довольно сложной задачей, так как зависит от большого числа факторов.

Во второй главе для определения оптимальной скорости газов в дымовых трубах предложено использовать суммарные дисконтированные затраты. С помощью предложенной методики выполнены расчеты по определению оптимальной скорости дымовых газов для одноствольных и многоствольных дымовых труб в зависимости от их высоты. Расчеты выполнены при разном уровне инфляции, при разном проценте заемных средств и разной стоимости рабочего дня. Получено, что при прочих равных условиях с увеличением высоты дымовых труб и при увеличении стоимости рабочего дня оптимальная скорость газов в дымовых трубах возрастает. Выполнен расчет статических давлений в конической дымовой трубе для двух значений шероховатости поверхности футеровки. Показано, что увеличение уклона дымовой трубы и абсолютной шероховатости поверхности

может привести к возникновению избыточных статических давлений внутри трубы.

В третьей главе выполнены технико-экономические расчеты различных вариантов выполнения многоствольных дымовых труб. Получены формулы для определения диаметра оболочки дымовой трубы при двух одинаковых и третьем, отличающемся по размеру газоотводящему стволу, разработана методика по определению диаметра железобетонной оболочки для трех и четырехствольной дымовой трубы со стволами разного диаметра. Показано технико-экономическое преимущество трехствольных дымовых труб по сравнению с четырехствольными и разработан пакет программ, позволяющий найти оптимальное распределение скоростей газов по стволам многоствольной дымовой трубы. Показано, что расчет диаметра железобетонной оболочки по разработанной в диссертации методике с оптимизацией скоростей газов по каждому стволу позволяет снизить капитальные затраты и эксплуатационные издержки на 2,4 – 9 %.

В четвертой главе проведены натурные исследования по определению начальной траектории дымового факела при выходе из многоствольной дымовой трубы котельной Азино с использованием теодолитного визирования и фотоснимка, что позволило верифицировать методику численного моделирования с использованием пакета программ Ansys Fluent для исследования траектории дымового факела в сносящем потоке воздуха. Исследования показали, что при одинаковом суммарном объемном расходе газов из дымовой трубы - ствольность и установка диффузоров оказывает незначительное влияние на траекторию факела.

Научная новизна и практическая значимость исследований

Разработана методика по определению оптимальных технико-экономических скоростей газов в дымовых трубах ТЭС из условия обеспечения минимальных дисконтированных затрат, учитывающая существующие технико-экономические условия: инфляцию; стоимость заемных средств, материалов, энергоресурсов и услуг. Найдено аналитическое решение для определения минимально возможного внутреннего диаметра железобетонной оболочки для трехствольных и четырех-

ствольных дымовых труб со стволами произвольного диаметра. На основании численного моделирования начального участка траектории дымового факела многоствольной дымовой трубы показано, что ствольность и диффузоры оказывают незначительное влияние на начальную траекторию дымового факела.

Дымовые трубы должны обладать высокой надежностью и обеспечивать непрерывную работу подключенного оборудования, которая может быть обеспечена только при правильном выборе их параметров. Правильный выбор параметров дымовых труб позволяет снизить капитальные затраты на их сооружение, а также сократить затраты электроэнергии на привод дымососов. В некоторых случаях неверный выбор параметров дымовых труб приводит к невозможности обеспечения работы оборудования с номинальной нагрузкой.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций и заключений

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректным использованием общепринятых методов исследований, применением современных прикладных программных продуктов и их верификацией. Сопоставлением и анализом полученных результатов с исследованиями других авторов. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на нескольких научных конференциях и семинарах.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты работы могут быть использованы специализированными проектными организациями при выборе параметров новых дымовых труб и схем подключения оборудования к газоотводящим стволам многоствольных дымовых труб ТЭС и котельных.

Замечания по диссертационной работе

1. Ряд величин при проведении технико-экономических расчетов дымовых труб приняты без всякого обоснования: степень армирования железобетонной оболочки труб; стоимость железобетона для оболочки и фундамента трубы; марка

и стоимость металла газоотводящих стволов, и ряд других. Отклонение значений указанных величин может существенно повлиять на результаты технико-экономических расчетов.

2. В конических трубах с кирпичной футеровкой скорость газов на выходе из трубы должна быть меньше 22 — 25 м/с, чтобы избежать избыточных статических давлений и преждевременного разрушения железобетонной оболочки. Об этом в диссертации ничего не говорится.

3. Не рассмотрены вопросы работы дымовых труб при частичных нагрузках оборудования. При объединении в одной трубе дымовых газов от нескольких котлов в летнее время скорость может быть очень низкой, что может приводить к самокутыванию и разрушению оголовка трубы, а также к выпадению золы в нижней части трубы. На стр.72 диссертации написано, что для невысоких дымовых труб оптимальная скорость дымовых газов может составлять 10 м/с. При частичных нагрузках это будет приводить самокутыванию оголовка дымовой трубы и снижению надежности её работы.

4. Из диссертации не ясно, какой величины принимался коэффициент сопротивления трения в конических трубах с кирпичной футеровкой со слезниковыми кирпичами (у Рихтера Л.А. коэффициент трения рекомендуется принимать равным 0,05, что методически не совсем верно, так относительная шероховатость с увеличением диаметра трубы снижается, поэтому коэффициент сопротивления трения тоже должен снижаться).

5. Для надежной работы дымовых труб и внешних газоходов необходимо обеспечить разрежение, как внутри дымовой трубы, так и во внешних газоходах. Это обстоятельство надо учитывать при выборе параметров дымовых труб и внешних газоходов.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение по диссертационной работе

В целом представленная диссертационная работа выполнена на высоком

научном уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, связанную с выбором оптимальных параметров дымовых труб ТЭС, что сильно влияет на капитальные и эксплуатационные затраты, а также и на надежность работы дымовых труб. Диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне с применением современных методов научных исследований.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли достаточную апробацию на научно-технических конференциях и опубликованы в научных трудах соискателя. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Представленная диссертационная работа Мирсалихова Кирилла Маратовича на тему «Влияние аэродинамических факторов и условий формирования дымового факела на основные параметры дымовых труб ТЭС» соответствует требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ, установленным в пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства № 842 от 24.09.2013 г. в редакции от 18.02.2023 г.), и ее автор Мирсалихов К.М. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент
профессор кафедры ТЭС
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
к.т.н., доцент

Прохоров Вадим Борисович

Подпись Прохорова В.Б. удостоверяю
Ученый секретарь, ученый секретарь
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
к.т.н., доцент

28.10.2024 г.



Кузовлев Игорь Валентинович

Почтовый адрес: ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», 111250, Москва, Красноказарменная ул., д.14.
e-mail: ProkhorovVB@mpei.ru, телефон: +7(916) 553 63 13