

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

«Повышение эффективности аппаратов воздушного охлаждения масла газотурбинных установок» Неволина Александра Михайловича, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям: 05.14.04 - Промышленная теплоэнергетика, 05.04.12 - Турбомашины и комбинированные турбоустановки

На рецензию представлена диссертационная работа, посвященная одному из способов повышения эффективности аппаратов воздушного охлаждения (АВО) масла газотурбинных установок газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций магистральных газопроводов (КС МГ) за счет совершенствования аэродинамики воздухозаборного тракта теплообменника в результате выравнивания потока воздуха на входе в теплообменник и рециркуляции атмосферного воздуха.

Актуальность темы

В результате рецензирования диссертационной работы Неволина Александра Михайловича выяснено, что целью работы является повышение эффективности работы аппаратов воздушного охлаждения (АВО) масла на примере маслоохладителя ГПА ГТН-16 типа 06-10 в условиях эксплуатации на КС МГ. Для достижения цели разработана конструкция направляющего аппарата, способствующая повышению эффективности работы АВО масла за счет выравнивания потока охлаждающего воздуха в плоскости перед входом в теплообменную секцию маслоохладителя. Эффективность направляющего аппарата подтверждена экспериментально в условиях эксплуатации: установлена возможность повышения тепловой мощности АВО масла за счет установки совершенного направляющего аппарата на величину до 11%. Кроме этого повышение эффективности теплообменного оборудования может быть использовано для снижения энергоемкости производства. Поэтому решение такой задачи всегда будет актуальным для энергетического производства.

Также в работе исследуется влияние на эффективность работы АВО масла рециркуляции атмосферного воздуха, и предлагаются решения, направленные на повышение эффективности работы маслоохладителей за счет снижения влияния рециркуляции.

Это дает основание утверждать, что научные задачи, сформулированные в диссертации - являются актуальными. Решение указанных задач позволит приблизить реальные условия работы АВО масла к условиям расчетных режимов, учитываемых при проектировании оборудования.

Научная новизна

В качестве новых научных результатов А.М. Неволиным выдвинуты следующие положения:

- впервые исследована аэродинамика входного воздушного тракта АВО масла вытяжного типа с боковым подводом воздуха (в основном на данный предмет исследуются аппараты нагнетательного типа). Установлено существенное неравномерное (до 4 раз) распределение скоростей охлаждающего воздуха на входе в теплообменную секцию АВО;

- выявлены условия возникновения рециркуляции отработавшего теплого воздуха, приводящей к снижению тепловой мощности АВО масла на величину до 5,5% в летний период эксплуатации;

- доказана возможность повышения тепловой мощности АВО масла на величину до 11% на основании данных промышленного эксперимента методом выравнивания профиля скорости подводимого потока охлаждающего воздуха, в результате установки специально разработанного направляющего аппарата во входной воздушный тракт;

- получены уточненные аналитические зависимости для расчета коэффициентов теплоотдачи, гидравлического и аэродинамического сопротивления масляного и воздушного трактов АВО типа 06-10.

В целом, результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями на стыке специальностей: 05.14.04 - Промышленная теплоэнергетика и 05.04.12 - Турбомашины и комбинированные турбоустановки.

Практическая значимость

Практическая значимость результатов представленной работы неоспорима и обеспечивается следующим:

- созданием запаса по охлаждению масла газотурбинной установки (ГТУ), необходимого при пиковых нагрузках в летний период эксплуатации;
- снижением затрат на собственные нужды за счет работы АВО масла на режиме естественной конвекции в более широком диапазоне температур атмосферного воздуха;
- снижением влияния рециркуляции атмосферного воздуха на работу воздушных маслоохладителей ГТУ, расположенных вблизи крупногабаритных зданий и сооружений промплощадки компрессорной станции;
- применением полученных аналитических зависимостей при проектировании компоновки оборудования новых компрессорных станций и проектных и поверочных расчетах теплообменных аппаратов, имеющих такие же или подобные развитые поверхности теплообмена.

Необходимо отметить, что отдельные результаты диссертационного исследования А.М. Неволлина приняты ООО «Газпром трансгаз Югорск» к рассмотрению на предмет возможности реализации на производстве, о чем имеется справка в приложении к работе.

Степень обоснованности и достоверности результатов исследований

Основные результаты исследований диссертационной работы А. М. Неволлина базируются на теоретических и экспериментальных исследованиях в области промышленной теплоэнергетики и проектировании, эксплуатации турбомашин и комбинированных турбоустановок, достоверность которых обеспечена:

- высокой точностью применяемых современных измерительных схем, состоящих из средств измерений прошедших метрологическую аттестацию, а также хорошей воспроизводимостью экспериментальных данных;

- использованием в работе современных и научно-обоснованных программ и методик численного трехмерного анализа течений в каналах с теплообменом и без него; хорошей сходимостью результатов численных исследований с данными экспериментов;

- достаточно хорошим согласованием полученных в ходе теоретических и экспериментальных исследований зависимостей с результатами исследований известных авторов, а также соответствием полученных результатов с существующими представлениями о поведении потоков и методах интенсификации теплообмена в каналах.

Основное содержания диссертации

Рецензируемая работа общим объемом 138 страниц состоит из введения, четырех глав, заключения, списка условных обозначений, списка используемой литературы, состоящего из 146 наименований и приложения. Текст работы содержит 57 рисунков и 2 таблицы в основной части и 10 рисунков и 4 таблицы в приложении.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, показана степень разработанности темы исследования, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, указан личный вклад автора, представлены положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ научно-технической информации, доступной в открытой литературе, по исследуемой теме и на основании сделанных выводов определены задачи исследования.

Вторая глава посвящена исследованию аэродинамики воздухозаборного тракта маслоохладителя, проведенному с целью подтверждения гипотез автора о неравномерном распределении потока охлаждающего воздуха по поверхности трубного пучка, приводящему к снижению тепловой мощности АВО. Автор обосновывает выбор объекта исследования - АВО масла ГТУ

ГТН-16, приводит его подробное описание. Исследование проведено двумя методами: экспериментально в условиях эксплуатации и при помощи численного моделирования. Представлена методика проведения натурного эксперимента и описана постановка задачи моделирования. Разработанная численная модель верифицирована сопоставлением с результатами эксперимента: полученные результаты удовлетворительно коррелируются между собой и позволили выявить зоны пониженных скоростей потока воздуха на периферии трубного пучка. По результатам исследования автор делает вывод о необходимости конструктивного усовершенствования входного воздушного тракта рассматриваемого АВО.

В третьей главе представлены результаты исследования характеристик трубного пучка АВО масла с типа 06-10: коэффициентов теплоотдачи и гидравлического сопротивления, отсутствующих, по утверждению автора, в литературе открытого доступа. Течение масла внутри труб исследовано экспериментально в лабораторных условиях, течение воздуха в межтрубном пространстве исследовано при помощи численного моделирования. Полученные результаты представлены в сопоставлении с данными, полученными другими известными авторами. Определенный, на основании полученных результатов, коэффициент теплопередачи теплообменника хорошо совпадает с паспортными данными и значением, рассчитанным на основании данных эксперимента, что свидетельствует о достоверности полученных данных при исследовании трубного пучка АВО.

Четвертая глава работы состоит из двух частей. Первая часть посвящена разработке формы направляющего аппарата, выравнивающего поток охлаждающего воздуха перед трубным пучком АВО масла. Форма направляющего аппарата получена на основании данных вариантных расчетов, проведенных методом численного моделирования на верифицированной модели секции маслоохладителя. Представлены результаты натурных испытаний направляющего аппарата, подтверждающие эффективность разработанной конструкции. Результаты проведенной оценки экономической эффективности

направляющего аппарата АВО масла, связанной с экономией электроэнергии на собственные нужды позволяют рассматривать установку направляющего аппарата как экономически целесообразный проект.

Во второй части главы автор при помощи численного моделирования исследует влияние рециркуляции атмосферного воздуха на работу АВО масла ГТУ. В качестве объекта исследования выбран АВО масла эксплуатируемой компрессорной станции, на которой проводились натурные эксперименты. В результате исследования выявлены условия возникновения рециркулирующих течений вокруг маслоохладителя, оценен эффект от влияния рециркуляции на работу АВО в наиболее жаркое время летнего периода эксплуатации, разработаны рекомендации, направленные на снижение влияния рециркуляции на работу АВО масла ГТУ.

Публикации

Основные результаты диссертации опубликованы в 11 печатных работ, в том числе 3 работы опубликованы в научных журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, определенный ВАК. Основные положения диссертации докладывались на 8 международных и всероссийских конференциях в период с 2010 по 2015 гг. Работы обсуждались на конференциях и симпозиумах и получили одобрение ведущих специалистов.

Общие замечания:

1. Во второй главе автор, рассматривая скоростную неравномерность потока охлаждающего воздуха на входе в трубный пучок теплообменника, разделяет полученное поле скоростей на зоны ядра потока, средних и низких скоростей. Далее в четвертой главе соотношение площадей этих зон использовалось в качестве критерия оптимизации геометрии разработанного направляющего аппарата. Автору следует объяснить, каким образом поле скоростей воздуха было разделено на эти зоны: ядро потока, зону средних и низких скоростей.

2. В третьей главе работы (стр. 58), полученная при исследовании теплоотдачи масла зависимость для числа Нуссельта от числа Рейнольдса, насколько отличается от зависимости, приведенной в публикациях по теме диссертации. Чем это обусловлено?

3. Измерение поля скоростей воздуха в условиях эксплуатации проводилось в ручном режиме. Сколько времени длилось одно измерение (имеется ввиду измерение всего поля скоростей)? Как учитывалась нестационарность поля скоростей? Контролировались ли скорость и направление ветра во время проведения измерения?

4. Аппараты воздушного охлаждения во избежание снижения коэффициента теплопередачи за счет загрязнения теплообменной поверхности должны регулярно проходить очистку оребрения. Не затруднит ли процесс очистки оребрения рассматриваемого маслоохладителя разработанный автором направляющий аппарат?

5. Кроме того, необходимо отметить путаницу в использовании некоторых терминов и обозначений:

- «теплообменная секция АВО» и «секция АВО»,
- при рассмотрении воздушного тракта в некоторых местах употребляются термины гидравлическое сопротивление, теплогидравлические характеристики,
- коэффициент Дарси (коэффициент потерь на трение по длине), который общепринято обозначать буквой λ , обозначен в работе как ζ (стр. 59), а также мелкий масштаб рисунков 4.4 и 5.11, иллюстрирующих распределения скоростей.

Замечания не снижают научной и практической ценности работы и можно их рассматривать, как пожелания.

7. Заключение

Диссертация выполнена диссертантом самостоятельно на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа написана грамотным техническим языком, хо-

тя по тексту встречаются опечатки. По каждой главе сделаны выводы. Научное направление всех основных разработок и исследований соответствует технической отрасли науки, паспортам научных специальностей 05.14.04 - Промышленная теплоэнергетика и 05.04.12 - Турбомашины и комбинированные турбоустановки.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Представленные в отзыве замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы.

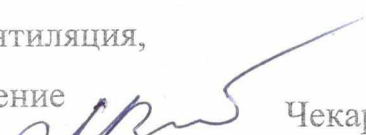
Диссертационная работа Неволлина Александра Михайловича является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Неволлин Александр Михайлович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальностям: 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика, 05.04.12 – Турбомашины и комбинированные турбоустановки.

Официальный оппонент, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции строительного института «Тюменского индустриального университета», доктор технических наук, доцент (05.23.03 - Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение)

625001, г. Тюмень, ул. Луначарского-2 05.05.2016 г.

E-mail: ktgv@tgasu.ru

тел.: +7(3452) 43-42-27.


Чекардовский Михаил
Николаевич



Подпись Чекардовского М. Н.
ЗАВЕРЯЮ
Документовед УИИОД
Селикова Н. В.