

ОТЗЫВ

Официального оппонента кандидата технических наук,
Никулина Николая Юрьевича на диссертацию
«Совершенствование систем вентиляции и охлаждения
электроподстанций метрополитена»

представленную Осиповым Евгением Николаевичем на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

Актуальность темы

Многократный рост пассажиропотока метрополитена обуславливает применение на тягово-понизительных подстанциях более мощного силового оборудования. Работа данного оборудования сопровождается значительным ростом тепловыделений, из-за чего существующие на подстанциях системы вентиляции и охлаждения зачастую не способны поддерживать требуемые показатели температуры. Поэтому повышенная температура воздуха в помещении подстанций приводит к негативным условиям работы и аварийному отключению трансформаторного оборудования. В этой связи работа Е.Н. Осипова, направленная на создание новых высокоэффективных агрегатов охлаждения воздуха и разработку конструктивно-технологических решений по их проектированию, является актуальной и имеет большое практическое значение.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, выносимых на защиту

В диссертационной работе Е.Н. Осипова обоснованы конструктивно-технологические решения по проектированию косвенно-рекуперативных агрегатов охлаждения воздуха, позволяющие совершенствовать системы охлаждения тягово-понизительных подстанций метрополитена. При этом в расчетах учитываются энергетические показатели и конфигурации рассматриваемого трансформаторного помещения. Следовательно, холодопроизводительность системы охлаждения будет нейтрализовать теплопритоки при различных, в т.ч. и пиковых, режимах работы трансформаторного оборудования.

Предлагаемые математические модели тепло-массопереноса и аэродинамических сопротивлений агрегатов охлаждения воздуха разработаны на основе известных законов и общепринятых методов теплопередачи и гидравлики.

Теоретические результаты расчета геометрических параметров и режимов работы предлагаемых агрегатов охлаждения подтверждены экспериментальными исследованиями. При этом расхождение между расчетно-теоретическими и экспериментальными значениями составило 4%. Поэтому справедливо считать, что совместная математическая модель теплофизических и аэродинамических

процессов дает адекватную оценку эффективности работы агрегатов охлаждения.

В конечном итоге, выводы о наиболее рациональных параметрах и режимах работы агрегатов достаточно обоснованы с использованием результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Научная новизна результатов исследования

Впервые предложен способ охлаждения помещений трансформаторных подстанций, предусматривающий включение в существующую систему вентиляции агрегатов косвенно-рекуперативного охлаждения.

Представляет интерес математическая модель теплового баланса воздушной среды подземных подстанций, оснащенных охладительными комплексами, которая учитывает наличие в помещении полубесконечной стенки.

Разработана оригинальная математическая модель теплофизических процессов в агрегатах косвенно-рекуперативного охлаждения, в которой учтена закономерность распределения температур в продольно-поперечном направлении пластин.

Обоснованы конструктивно-технологические решения по проектированию агрегатов косвенно-рекуперативного охлаждения, сформированные с учетом методики оптимизации их геометрических и режимных параметров. Эти параметры базируются на совместном применении двух математических моделей: теплофизических процессов в каналах охладителя и его аэродинамических сопротивлений.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность доказана результатами экспериментальных данных, комплексом наблюдений, определений, анализов и учетов, выполненных стандартными методами. База исследований включает обработанные данные, полученные в результате опытно-производственных испытаний при проведении которых диссертант применял современные методы анализа и обработки полученных данных.

Определенные автором диссертации способом математического моделирования поле и график температур воздуха в рекуперативном охладителе обладают существенной научной новизной и практической ценностью.

Также результаты научных положений подтверждены патентами РФ.

Теоретическая значимость

К теоретически значимым результатам работы следует отнести закономерность перераспределения «сухого» и «мокрого» расходов воздуха для эффективной работы рекуператора, а также зависимость температур на выходе из «сухого» и «мокрого» каналов. Эти зависимости получены способом совместного ре-

шения уравнений, описывающих процессы тепло-массопереноса. Немаловажную значимость составляет полученное аналитическим способом выражение температуры воздуха в помещении подстанции.

Практическая значимость

В диссертационной работе предложены технические решения совершенствования систем охлаждения воздуха тягово-понизительных подстанций, методики для расчета и проектирования агрегатов косвенно-рекуперативного охлаждения, получены результаты экспериментальных исследований, которые могут использоваться при проектировании новых и модернизации существующих систем вентиляции и охлаждения трансформаторных подстанций метрополитена.

Оценка содержания диссертации

Работа состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка литературы из 149 источников.

В первой главе выявлены причины значительного превышения температуры внутреннего воздуха подстанции. На основе анализа современных технологий охлаждения воздуха обосновано применение водоиспарительных косвенно-рекуперативных агрегатов охлаждения. Автором определены направления исследований работы такого рекуператора в данных условиях.

Во второй главе рассмотрен тепловой баланс подстанции. Аналитически разработана формула для расчета температуры воздуха внутри подстанции с использованием рекуператора. Проведено моделирование теплофизических процессов воздуха подстанции. С помощь этого выявлены закономерности перераспределения «сухого» и «мокрого» расходов воздуха для эффективной работы рекуператора, а также зависимость температур на выходе из «сухого» и «мокрого» каналов. При проведении моделирования аэродинамических сопротивлений разработан способ расчета потерь давления охладителя.

В третьей главе проведены экспериментальные исследования с целью проверки адекватности математических моделей, разработанных в главе 2. Показано, что расхождение данных эксперимента и расчетов по полученным зависимостям математической модели составляет не более 4%, что допустимо. Доказано, что рациональное соотношение расходов воздуха в «сухом» и «мокром» каналах составляет 2,5 – 2,6, а рациональная длина канала рекуператора является 0,4 м.

В четвертой главе разработана методика расчета агрегатов охлаждения водоиспарительного принципа, установленных в подстанции, основу которой составляют расчетные зависимости, полученные в гл. 2. Отражены положительные результаты внедрения на реальных объектах московского метрополитена. Технико-экономическая оценка применения таких охладителей показала экономию порядка 1,6 млн руб/год.

Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности.

Тема и содержание диссертационной работы Осипова Евгения Николаевича «Совершенствование систем вентиляции и охлаждения электроподстанций метрополитена» соответствует п. 1, 3, 4 паспорта научной специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение, т.к. работа ориентирована на совершенствование, оптимизацию и повышение надежности систем вентиляции и кондиционирования, создание и развитие эффективных методов расчета и экспериментальных исследований систем вентиляции, кондиционирования воздуха.

Публикации и соответствие автореферата диссертационной работе.

Содержание диссертационной работы изложено в 26 печатных работах, в том числе 4 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 2 в изданиях Scopus и WoS, 2 монографии, 2 патента на изобретение, 1 свидетельство на программу для ЭВМ.

Автореферат отражает основное содержание и выводы диссертации.

Замечания по диссертационной работе и автореферату

1. Для данных таблицы 2.4 не указано: для какого значения давления воздуха определена теплоемкость сухого воздуха, пара и влажного воздуха на линии насыщения;
2. В материалах исследования приводится значение комплексного показателя, учитывающего энергию на испарение воды только для изучаемого материала (стр. 44), что ограничивает применение предложенной модели теплофизических процессов для расчета агрегатов охлаждения, пластины которых изготовлены из других материалов;
3. Следует пояснить характер распределения экспериментально полученных значений температуры на выходе из «сухих» каналов относительно теоретически полученной зависимости (рис. 3.4, 3.5);
4. Не совсем ясно, для чего по тексту фактически несколько раз повторяется формула (4.3) для нахождения потерь давления на местные сопротивления. Меняются лишь индексы. Достаточно было эту формулу указать один раз и, при необходимости, ссылаться на нее.
5. В тексте диссертационной работы присутствуют некоторые опечатки.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация выполнена и оформлена на высоком уровне. Стиль изложения работы соответствуют нормам написания современных научно-технических текстов. Содержание автореферата соответствует диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Е.Н. Осипова «Совершенствование систем вентиляции и охлаждения электроподстанций метрополитена» является законченной

научно-квалификационной работой, в которой представлены новые технические решения и предложения по проектированию агрегатов косвенно-рекуперативного охлаждения для модернизации существующих и оснащения новых трансформаторных подстанций метрополитена.

Диссертация содержит совокупность новых научных результатов и положений, предлагаемых соискателем для публичной защиты, имеет внутреннее единство и свидетельствует о его личном вкладе в науку. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключение обоснованы.

Диссертационная работа Е.Н. Осипова отвечает критериям, установленным п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к работам на соискание степени кандидата наук.

Автор работы – Осипов Евгений Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Официальный оппонент - доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,
кандидат технических наук

Никулин Николай Юрьевич

«10» мая 2023 г.

Подпись Никулина Н.Ю. з:



Е.И Евтушенко

«10» мая 2023 г.

Почтовый адрес:

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.

Телефон: (4722) 55-94-38

e-mail: Nick_973gt@mail.ru