

Отзыв

на автореферат диссертации **Вдовичева Антона Андреевича** на тему: **«Повышение эффективности пластинчатых рекуператоров систем вентиляции и кондиционирования воздуха»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **2.1.3. «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение»**

В современных системах вентиляции и кондиционирования воздуха с целью снижения затрат теплоты и холода на обработку наружного воздуха используют теплообменники регенерации теплоты удаляемого воздуха. Это мероприятие рассматривают как одно из наиболее весомых для реализации энергосбережения в зданиях разного типа, в том числе при массовом строительстве жилых зданий, оборудованных системами механической приточно-вытяжной вентиляции. Наиболее часто используют пластинчатый воздухо-воздушный теплообменник, однако при его эксплуатации возникает опасность обмерзания поверхности из-за образования конденсата в потоке удаляемого воздуха. Описание процессов тепло- и массообмена связано с большими трудностями, во многом обусловленными особенностями конструкции пластинчатых теплообменников, реализующих разные схемы движения теплообменивающихся сред. Существуют инженерные методы расчета таких теплообменников: конструкторский и поверочный расчет, в которых достаточно много упрощений и допущений, методы термодинамического и физико-математического описания процессов с разной степенью точности. Использование современных численных методов позволяет получить численное решение системы уравнений описания процессов тепло-массообмена, состоящей из уравнения движения Навье-Стокса, уравнения неразрывности, уравнений сохранения теплоты и массы с учетом влияния многочисленных физических факторов на процессы теплообмена: турбулентного трения и турбулентного переноса, а также конструктивных особенностей теплообменника, определяющих задание граничных условий.

Таким образом, исследование, направленное на повышение эффективности работы пластинчатого воздухо-воздушного теплообменника на основе применения CFD-моделирования для описания процессов тепломассопереноса и га-

зодинамики в пластинчатых перекрестно-точных теплообменниках является актуальным.

Следует отметить самые важные результаты исследований:

- по результатам численного эксперимента были получены зависимости коэффициента температурной эффективности теплообменника от числа Рейнольдса для трех моделей турбулентности: ламинарной, модели SST k- ω и модели Realizable k- ε , что позволило сделать вывод о том, что применение модели SST k- ω , в которой поток среды разделяется на зону развитого турбулентного движения и пограничный слой, а также используются периодические поверхности, позволяет добиться наилучшей согласованности между кривыми $\theta t = f(Re)$, полученными в ходе математического моделирования и на основе эксперимента;
- разработана математическая модель перекрестно-точного пластинчатого теплообменника, обеспечивающая наилучшую сходимость результатов теплового расчёта, характеристик производителя и данных, полученных при выполнении стендового эксперимента при различных начальных условиях;
- на основе обработки экспериментальных данных и данных численного эксперимента получены критериальные зависимости $Nu=f(Re, Pr)$ для инженерного расчета перекрестно-точного пластинчатого теплообменника, реализованного в программе расчета на ЭВМ;
- предложены конструктивные усовершенствования пластинчатого теплообменника с целью повышения коэффициента эффективности на основе численного моделирования.

Данные результаты и разработанная компьютерная программа могут быть использованы для расчета подобных аппаратов в процессе проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Практическая значимость подтверждена актом внедрения компьютерной программы в проектную деятельность.

Результаты проведенных научных исследований представлены в 6 статьях, опубликованных в различных научных изданиях и Свидетельстве о государственной регистрации программы для ЭВМ 2023611622 Российская Федерация,

в том числе 4 статьи в журналах, включенных в перечень ВАК РФ, одна статья в журнале, входящем в Scopus.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

- автор использует термин «модифицированный критерий Фурье», предложенный Богословским В.Н., тогда как в международной практике этот безразмерный комплекс принято называть The number of transfer units (NTU), что в переводе означает «число единиц переноса теплоты»;
- не указано, какой критерий Re : по наружному или удаляемому воздуху рассматривается в качестве абсциссы в графических зависимостях на рис.11 и рис.12;
- полученные в ходе исследования интересные результаты, а именно графики зависимости температурной эффективности θt и потерь давления в канале $\Delta P_{\text{кан}}$, а также коэффициента использования энергии η , от объемного расхода воздуха для модифицируемых моделей и базовой геометрии кассеты теплоутилизатора, представленные на рис.16, не нашли отражения в выводах автореферата.

Однако, перечисленные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительное впечатление от диссертационной работы.

В целом, диссертационная работа Вдовичева А.А. «Повышение эффективности пластинчатых рекуператоров систем вентиляции и кондиционирования воздуха» является завершенной научно-исследовательской работой, выполненной самостоятельно, обладает научной и практической значимостью, что соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней. Вдовичев А.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»
ФГБОУ ВО НИУ МГСУ,
к.т.н., доцент

г. Москва 9.11.2023

Елена Михайловна Белова

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет» кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»
тел. +7 (499)183-26-92; +7 (499)188-36-07, Факс: +7 (499) 183-26-92
E-mail: ttgs@mgsu.ru, belovaem@mgsu.ru

Подпись Е.М. Беловой заверяю:

Врио Начальник ^Управления по работе с персоналом

НИУ МГСУ



[Handwritten signature] *А.В. Пилипенко*