

УДК 621.18.004.5

А.Н.Цивилев, Ф.Л.Чижов (6 курс, каф. РиПГС), К.А.Григорьев, к.т.н., доц.

РАЗРАБОТКА ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА МОЩНОСТЬЮ 80 кВт НА ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

Разработка высокоэффективного теплогенерирующего оборудования для индивидуального потребителя является одним из направлений в комплексе НИОКР кафедры РиПГС.

Цель данной работы заключалась в разработке опытного образца отопительного котла номинальной мощностью 80 кВт для работы на дизельном топливе.

Согласно технического задания на проектирование при разработке технических решений по конструкции котла и рабочем проектировании необходимо было учитывать следующие основные требования:

- 1) Конструкция котла разрабатывается в соответствии с технологическими возможностями Заказчика – изготовителя;
- 2) В конструкции котла использовать наиболее распространенный сортамент металла.

Проведенный обзор по котлам малой мощности [1] позволил выявить тенденции в развитии указанного оборудования и определить основные концептуальные решения по схеме и конструкции разрабатываемого изделия. Особое внимание при выборе технических решений уделялось разработке надежной, конкурентоспособной, отвечающей современным требованиям конструкции котла.

За основу принята конструктивная схема горизонтального цилиндрического котла с камерой сгорания, выполненной в виде жаровой трубы, и дымогарными трубами. Такая конструкция обеспечивает высокую надежность водогрейного котла, компактность и приемлемую металлоемкость изделия. Она хорошо приспособлена к технологическим возможностям Заказчика и может быть изготовлена из труб обычного сортамента и стального листа. Основой технологии изготовления является *сварка* подготовленных трубных элементов: корпуса; жаровой трубы; дымогарных труб, а также торцевых плоских стенок, выполненных из листовой стали. Цилиндрические элементы корпуса, жаровой трубы и дымогарных труб наилучшим образом приспособлены для работы под давлением, вследствие чего обеспечиваются меньшие затраты металла. Дополнительного усиления требуют только торцевые стенки водяного объема.

Съемные торцевые крышки котла обеспечивают хороший доступ ко всем трубным элементам для осмотра их состояния и чистки.

Главная проблема оптимизация конструкции котла связана с обеспечением наименьшей величины теплообменных поверхностей при минимальном аэродинамическом сопротивлении газового тракта. Однако, если теплообменная поверхность конвективной части котла уменьшается с ростом скорости газов, то аэродинамическое сопротивление тракта возрастает по квадратичному закону.

Поскольку Заказчиком были определены основные типоразмеры горелок котла и фирмы – изготовители, то характеристики горелок следовало учитывать при выборе допускаемого сопротивления газового тракта.

При тепловых и аэродинамических расчетах котла рассмотрены две конструктивные схемы котла — обе трехходовые по газам: одна схема — с организацией двух ходов по дымогарным трубам; другая — с организацией возврата факела в жаровой трубе (используется камера сгорания тупикового типа) и одним ходом газов по дымогарным

трубам. В ходе предварительного конструирования было решено остановиться на второй конструктивной схеме.

При проектировании котла были выполнены балансовые тепловые расчеты, варианты расчеты теплообмена в камере сгорания и конвективном пучке на двух нагрузках: номинальной (80 кВт) и пониженной (50 кВт), а также при различной геометрии камеры сгорания. В качестве проектного горелочного устройства была принята автоматизированная горелка типа Lamborghini ECO 7(R), предназначенная для работы на легком дизельном топливе с максимальной вязкостью 6 сСт (при 20 °С) и диапазоном тепловой мощности 52,18...86,6 кВт.

Расчет теплообмена в камере сгорания выполнен по нормативной методике [2]. С учетом того, что камера сгорания проектируемого котла отличается аэродинамикой факела с повышенной интенсивностью омыwania стенок продуктами сгорания, и вследствие этого конвективная составляющая в суммарном теплообмене должна играть заметную роль, коэффициент тепловой эффективности топки ψ принимался выше значений, рекомендуемых нормами [2]. При конструировании камеры сгорания были выполнены варианты расчеты, отличающиеся геометрическими характеристиками жаровой трубы: диаметром (0,315 и 0,416 м), длиной (0,5; 0,75 и 1,0 м), а также коэффициентом тепловой эффективности ($\psi=0,6; 0,75; 0,9$).

В расчетах теплообмена в топке было принято (условно) подовое расположение горелки, т. е. относительная высота горелки равна $x_r=0$, поэтому параметр максимума температур M составил 0,54. При расчете степени черноты факела коэффициент усреднения m , зависящий от теплового напряжения топочного объема q_v , определялся линейной интерполяцией в диапазоне значений от 0,55 до 1,0.

Расчеты показали, что изменение коэффициента тепловой эффективности в диапазоне от 0,6 до 0,9 приводит к разнице расчетных значений температуры на выходе из камеры сгорания ϑ_r только на 28...32 °С. Таким образом, погрешность расчетов теплообмена в камере сгорания оценивалась нами в указанном диапазоне значений.

В результате анализа расчетных зависимостей температуры на выходе из топки (жаровой трубы) от диаметра, длины и коэффициента ψ камеры сгорания было решено принять следующие габариты топки: диаметр 416 мм (используется труба 426×5 мм); длина 925 мм.

Оценочные тепловые расчеты конвективного пучка показали, что для охлаждения дымовых газов до приемлемого уровня температур (по условиям экономичности котла и предотвращения низкотемпературной коррозии), примерно до 150...160 °С, — необходимо использование интенсификаторов теплообмена. Оценка аэродинамического сопротивления газового тракта котла дала при гладких (без учета интенсификаторов) дымогарных трубах величины, не превышающие 100 Па, что находится в пределах погрешности расчета.

Для проведения испытаний опытного образца котла на кафедре РиПГС был разработан и с помощью Киришского монтажного управления треста “Севзапэнерго-монтаж” смонтирован специализированный стенд. Следует отметить, что на созданном стенде можно выполнять: балансовые, тестовые, приемочные и сертификационные испытания водогрейных котлов и теплообменников; тестовые испытания горелок; специальные исследования теплообмена и гидродинамики в элементах газового тракта водогрейных котлов и т. д.

Результаты испытаний опытного образца, проведенные при работе котла на различных горелках фирмы “Oilon”: Unior Pro LJ45 (с предварительным подогревом топлива до 70°С) и КР-6 (без предварительного подогрева топлива), с различными типоразмерами топливных сопел, а также без и с наличием интенсификаторов теплообмена в дымогарных трубах, показали, что разработанный котел по экономическим показателям не уступает лучшим зарубежным аналогам.

Однако, результаты измерений температуры по газовому тракту котла показали, что опытные значения температуры на выходе из камеры сгорания существенно отличаются (в пределах 100 °С) от расчетных. Таким образом, нормативная методика расчета теплообмена в камерах сгорания применительно к топкам котлов малой мощности дает неприемлемую погрешность и нуждается в уточнении. Поэтому было принято решение о проведении исследований по уточнению методики расчета теплообмена в камерах сгорания котлов малой мощности [3].

Выводы. Разработана схема и конструкция водогрейного котла мощностью 80 кВт для работы на жидком топливе. Установлено, что нормативная методика расчета теплообмена в камерах сгорания применительно к котлам малой мощности дает существенную погрешность и нуждается в уточнении.

Данная работа выполнена в рамках хозяйственного договора № 140303807.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Цивилев А.Н., Григорьев К.А., Рундыгин Ю.А. Анализ тенденций развития котлов малой мощности для индивидуальных систем теплоснабжения // XXVII Неделя науки СПбГТУ. Ч.1: Материалы межвуз. науч. конф.- СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. С. 88-89.
2. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / Под ред. Н.В.Кузнецова и др.- М.: Энергия, 1973. 296 с.
3. Цивилев А.Н., Григорьев К.А. Уточнение методики расчета теплообмена в камере сгорания отопительного котла малой мощности на жидком и газообразном топливе. Постановка задачи (наст. сборник)