

Аэродинамика и теплообмен при течении теплоносителя в круглой трубе с продольным внутренним оребрением

Жукова Ю.В.¹, Киреенко А.В.²

Белорусский национальный технический университет¹

Белорусский государственный университет²

Газовые котлы предназначены для нагрева воды в системах отопления и горячего водоснабжения. Тепловая энергия для подогрева воды производится за счет сжигания природного газа или пропана с воздухом, а сжигание происходит в закрытой камере сгорания, интегрированной в теплообменник, при этом в теплообменнике осуществляется нагрев воды и охлаждение продуктов сгорания.

Технико-экономический анализ показал, что сокращение осевой длины теплообменника и перепада давления на газовом тракте являются перспективными задачами с точки зрения повышения коммерческой эффективности котлов. В связи с этим, было проведено исследование по оптимизации оребрения. Задача оптимизации профиля оребренной поверхности осуществлялась за счет нахождения оптимальной высоты ребер и удовлетворительного межреберного расстояния. Оценка эффективности предложенных мероприятий по интенсификации теплообмена проводилась по степени охлаждения газа и по подогреву воды.

Участок теплообменника, выбранный для исследования, расположен ниже камеры сгорания и соответствует участку минимальных температур продуктов сгорания. Основным элементом теплообменника является оребренная труба.

Ребра трубы являются продольными, направленными радиально внутрь. Оребренная поверхность трубы совместно с вытеснителем формируют проточный тракт продуктов сгорания в виде равномерно расположенных по окружности межреберных каналов и кольцевой щели между ребрами и вытеснителем.

Выбранный метод исследования – численное моделирование – дает возможность исследовать поставленную задачу в более широком диапазоне граничных условий с меньшими экономическими затратами. Для этого решались 3D уравнения Навье–Стокса, осредненные по Рейнольдсу, уравнение неразрывности и уравнение энергии.

Для замыкания была использована $k-\omega$ модель сдвиговых напряжений Ментера, адаптированная для случая переходного режима в канале. Задавались массовый расход и температура дымовых газов и охлаждающей воды на входе, на выходе – мягкие граничные условия.