

Обработка и анализ результатов исследования аэродинамики и теплообмена в непроходных каналах теплотрасс

Бубырь Т. В.

Белорусский национальный технический университет

Представлены результаты обработки и анализа данных по исследованию аэродинамики и теплоотдачи от стенок канала, а также поверхности трубопроводов сетевой воды к продуваемому потоку воздуха на стандартных профилях теплотрасс, полученных с помощью программного комплекса ANSYS Workbench, пакета ANSYS Fluent – полноценного CFD – пакета, в состав которого входят пре- и постпроцессоры, решатель и отдельный сеточный генератор ANSYS Meshing.

На базе указанного программного комплекса разработана 3D-модель установки, рабочая область которой дискретизирована с размером конечных элементов сетки, достаточным для учета влияния пограничного слоя.

Установка разработана для проведения исследований в соответствии с методикой планирования эксперимента на основе шестифакторного центрального композиционного ротatableльного плана второго порядка. В качестве факторов приняты: x_1 – длина продуваемого (20–100 м) и поперечное сечение канала (эквивалентный диаметр 94–430 мм), скорость потока воздуха (5–20 м/с), температуры сетевой воды (65–115 °С), грунта (-5–13 °С) и наружного воздуха.

В качестве откликов приняты интегральный поток теплоты к воздуху, а также от сетевой воды и от грунта, потери напора воздуха. Использовалась методика регрессионного анализа для обработки результатов вычислительного эксперимента. Проведены все этапы регрессионного анализа: статистический анализ, получение коэффициентов регрессии, оценка адекватности и работоспособности полученной математической модели. Для расчета суммарного потока теплоты к воздуху (кВт/(м²·°С) уравнение регрессии для безразмерных факторов:

$$y_1 = 22,1 + 6,0x_1 + 4,86x_2 + 0,52x_3 - 0,156x_3^2 + 0,66x_4 + 0,69x_5 - 0,316x_6 + 1,32x_1x_2 + 1,87x_1x_5 + 0,204x_2x_4 + 1,30x_2x_5.$$

По критерию Фишера проверяется адекватность регрессионной модели. Расчетное значение критерия $F_p = 367,45$ больше $F_t = 1,66$, что означает адекватность уравнения регрессии. Коэффициент детерминации для данной модели равен $R^2 = 0,99794$, что означает работоспособность модели.