

Неустойчивость течений жидкости в гидросистеме привода вентилятора с учетом конвективного теплообмена

Ступень Д.Д. Веренич И.А.

Белорусский национальный технический университет

Работа вентилятора является периодической, а течение жидкости в системе его гидропривода склонно к неустойчивости и описывается нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных. Уносящие тепло конвективные потоки имеют вынужденный характер и создаются вентилятором. Кроме вынужденной конвекции в системе охлаждения присутствует и естественная конвекция в баках с рабочей жидкостью. Когда перепад температур в системе охлаждения мал и конвективные течения слабы в первом приближении их влиянием на распределение температур в среде можно пренебречь. С увеличением перепада температур конвективные течения становятся сильнее, распределение температур меняется и при высоких перепадах наступает режим турбулентного пограничного слоя. Точное математическое описание и аналитическое решение таких течений наталкивается на трудности, и очень важным является выбор приближений, на которых строится расчет. Описания обобщаются в виде трех так называемых уравнений Буссинеска, как вариант уравнений Навье-Стокса. Первое уравнение Буссинеска предполагает, что конвективное течение является стационарным и для него локальная составляющая ускорения равна нулю. Второе уравнение Буссинеска есть не что иное как уравнение неразрывности для среды с постоянной плотностью и носит приближенный характер, хотя температура жидкости, а следовательно, и плотность не постоянны. Третье уравнение Буссинеска учитывает удельную теплоемкость при постоянном давлении, и с использованием коэффициента диффузии тепла. Это уравнение также носит приближенный характер, так как в нем не заложена возможность генерации тепла внутри элементарного объема жидкости за счет вязкой диссипации и поскольку давление в среде с конвекцией не является постоянным. В докладе рассматриваются упрощенные уравнения Буссинеска. Их решение остается достаточно сложным и при исследовании неустойчивых течений с учетом тепловой конвекции желательным является уменьшить число неизвестных. Уменьшить число неизвестных можно методом анализа размерностей. Используя критерия подобия Нуссельта, Рейля и Прандтля в докладе приведены уравнения Буссинеска в безразмерном виде и граничные условия для их решения.