О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА КОНТРОЛЬНОГО ОБЪЕМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ.

Н.В.Черненко

Методы классической математики не дают практических путей решения сложных инженерных задач. Но уровень развития численных методов и наличие современных ЭВМ позволяют полагать, что почти для любой практической задачи можно составить математическую модель и провести ее численное исследование. Математическая модель теплопроводности достаточно обоснована. Большинство задач исследования процессов теплопроводности сводится к решению дифференциальных уравнений в частных производных, которые, как правило, весьма сложны, и получить их решение в виде конечной формулы удается только в самых простых случаях. В связи с этим особое значение приобретают методы приближенного решения. Все интересующие нас дифференциальные уравнения, описывающие процессы, связанные с тепломассообменом и турбулентностью, можно рассматривать как частные случаи дифференциального уравнения стандартной формы, в котором интересующие нас зависимые переменные подчиняются закону сохранения. Если обозначить зависимую переменную Ф , то дифференциальное уравнение примет вид

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\Phi)+div(\rho\bar{u}\Phi)=div(\Gamma grad\Phi)+S, \qquad (1)$$

где Г - коэффициент диффузии ; S - источниковый член . Конкретный вид Г и S зависит от смысла переменной Ф. Зависимая переменная Ф может обозначать различные величины, такие как температура или энтальпия, массовая концентрация химической компоненты, составляющая скорости, кинетическая энергия турбулентности или масштаб турбулентности. В программе для решения двумерной задачи теплопроводности зависимой переменной является температура. Идентификатору Ф соответствует трехмерный массив F(I,J,NF). В обобщенное дифференциальное уравнение входят четыре члена : нестационарный, конвективный, диффузионный и источниковый. Уравнение (1) записано в векторном виде. Его можно представить в тензорной форме в декартовой системе координат:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\Phi)+\frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_j\Phi)=\frac{\partial}{\partial x_j}(\Gamma\frac{\partial\Phi}{\partial x_j})+S, \qquad (2)$$

где нижний индекс j в соответствии с тремя пространственными координатами принимает значения 1, 2, 3. Дифференциальное уравнение состоит из членов, каждый из которых выражает воздействие на единицу объема, а сумма - баланс этих воздействий. В каждом уравнении в качестве зависимой переменной используется некоторая физическая величина и отражен баланс между различными факторами, влияющими на эту переменную. Члены дифференциального уравнения такого типа выражают воздействие на единицу объема. Построение численного метода выполняется на основе принципа баланса для контрольного объема. При выполнении данной научной работы проведен инженерно-технический расчет с помощью универсальной программы ELLIPS. В отличие от эксперимента для расчета доступна практически вся исследуемая область и отсутствуют возмущения процесса, вносимые датчиками при экспериментальном исследовании. Возможна модификация машинной программы и использование ее для решения целого ряда практических задач.

О ПОВЫШЕНИИ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ МЕТОДАМИ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЗАДАЧ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ.

Н.В.Черпенко

Современная техника работает в условиях, когда рабочий диапазон температур, перепады температур в пространстве и времени велики. Повышенные требования к точности определения температурных полей вызваны неуклонной тенденцией современной техники к уменьшению запасов прочности конструкции. Снижение запасов прочности - это уменьшение веса, габаритов, материалоемкости и стоимости конструкций. Без достаточно точного знания температурных полей нельзя повысить надежность, обоснованно выбрать оптимальную технологию изготовления конструкции (изделия) и оптимальный режим эксплуатации. От точного знания температурного поля зависит не только величина рабочего напряжения, но и величина допускаемого напряжения. Поэтому ошибка в запасе прочности может быть больше, чем ошибка в температуре. Можно считать допустимой максимальную ошибку 1% от максимальной температуры. Ошибка в пределах 3-5 % терпима в некоторых ориентировочных расчетах. Но погрешность, равную 10% оправдать нельзя. При максимальной рабочей температуре 1000°С ошибка будет равна 100°. Если обратиться к справочникам по свойствам материалов при высоких