

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЯ ГАЗА ПО УЧАСТКУ ТРУБОПРОВОДА

На сегодняшний день уделяется большое внимание проблемам эффективности и качества функционирования трубопроводного транспорта. При этом для газотранспортных компаний Украины остается актуальной проблема доставки газа потребителю без потерь. Эту проблему можно решить при помощи оперативного управления транспортом газа, которое невозможно без полной автоматизации технологических процессов. А полная автоматизация невозможна без предварительного создания математических моделей, которые бы рассматривали все нюансы режимов транспорта газа. Актуальность данных исследований определяется необходимостью научной разработки и аргументирования новых численных методов, которые бы позволили проводить моделирование нестационарных процессов течения газа и на их основе управление в штатных и аварийных ситуациях в газотранспортной системе (ГТС). Стоит отметить, что необходимо разрабатывать такие методы, которые бы позволяли вести расчет параметров газового потока с необходимой точностью и требуемым быстродействием.

Целью работы является выбор математической модели нестационарных неизотермических режимов течения газа (ННРТГ) по участку трубопровода (УТ), исследование метода характеристик, а также применение метода Массо и его модификации для решения получающейся системы дифференциальных уравнений, анализ полученных результатов с применением информационных технологий для сравнения метода Массо и его модификации при моделировании режимов течения газа по УТ.

Математическая модель ННРТГ по УТ длиной L представляет собой квазилинейную систему дифференциальных уравнений в частных производных гиперболического типа, полученную из общих уравнений газовой динамики для одномерного случая [1]:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} + B(x, t, \Phi) \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \Phi(x, t, \Phi), \quad (1)$$

где B , Φ – матрицы, элементы которых заданные непрерывные и непрерывно дифференцируемые в некоторой области изменения своих аргументов функции переменных x , t , W , P , T ;

$\Phi = (W(x, t), P(x, t), T(x, t))$ – некоторое непрерывно дифференцируемое в области

$G = \{(x, t) : 0 \leq x \leq L, 0 \leq t \leq T_k\}$ решение уравнения

(1). При этом математическая модель дополняется заданными начальным распределением параметров

газового потока (удельным массовым расходом, давлением, температурой) и граничными условиями.

Для нахождения решения системы (1), дополненной начальными и граничными условиями, использовался метод характеристик, суть которого заключается в уменьшении числа независимых переменных путем введения характеристических поверхностей.

Из уравнений направлений характеристик $dt = \bar{\lambda}_i(x, t, \Phi) dx$, $i = 1, 2, 3$, получаем три семейства характеристик и на каждом из этих семейств имеем свое дифференциальное соотношение.

Для численного решения полученных дифференциальных уравнений характеристик применяется метод Массо и его модификация, после чего сравниваются полученные результаты и выбирается лучший метод для решения дифференциальных соотношений трех семейств характеристик.

Для расчета параметров газового потока нужно построить сетку, согласно направлениям характеристик: отрезок $[0, L]$ делится на N частей, получаем точки x_i , $i = 1, \dots, N+1$. Для каждой точки на k -ом временном слое известны следующие параметры $(x_i, t_i, W_i(x_i, t_i), P_i(x_i, t_i), T_i(x_i, t_i))$. Этот алгоритм позволяет найти значения параметров на $k+1$ -ом временном слое, зная параметры с предыдущего слоя.

Для решения поставленной задачи был создан программный продукт, в математическом пакете Mathematica 10.0., позволяющий рассчитывать параметры газового потока по УТ на каждом временном слое, которые зависят от начального распределения.

В результате исследований, можно сделать вывод, что для расчета ННРТГ по УТ при известном начальном распределении параметров газового потока лучше использовать модифицированный метод Массо, который дает более точный результат за меньшее расчетное время, чем метод Массо.

Список литературы

1. Гусарова И.Г., Боярская Ю.В. Классы задач моделирования и численного анализа нестационарных режимов работы газотранспортной системы // Восточно-Европейский журнал. - 3/6(45) 2010. - С.26-32.

Научный руководитель: к.т.н. И.Г. Гусарова