

УТОЧНЕННАЯ МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ КОНСТАНТ НЕЛИНЕЙНОГО ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА В УСЛОВИЯХ ТЕЧЕНИЯ ТИПА КУЭТТА

Гавриленко С. Л.

Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАНБ,
Гомель, Беларусь, depa10@tut.by

В последнее время широкое распространение получили задачи идентификации определяющих соотношений. В классической теории течения аналогично сверхпластичности используется пропорциональность девиаторов напряжений и скоростей деформации. Помимо условия несжимаемости материала, используется зависимость:

$$\tau = \tau_0 + K \left(\frac{H}{E_0} \right)^m, \text{ где } \tau \text{ и } H - \text{ вторые инварианты девиаторов напряжений и скоростей}$$

деформации соответственно, τ_0 – предел текучести, K – пластическая вязкость, m – параметр скоростной чувствительности, E_0 – характерная скорость деформации.

В [1] описано решение задачи о течении нелинейного вязкопластического материала между коаксиальными цилиндрами. Задачи идентификации констант являются некорректными, и для них разработаны специальные методы регуляризации [2]; в частности, описан алгоритм идентификации для общего случая, когда расстояние между цилиндрами произвольно. Однако в ротационных вискозиметрах, реализующих течение типа Куэтта, величина зазора мала, что предлагается использовать для упрощения идентификации. Из выражения для разности угловых скоростей внешнего и внутреннего цилиндров путем разложения в ряд Тейлора с использованием двух первых членов было получено уравнение, содержащее 3 константы материала, значения момента и угловых скоростей. Из 3 экспериментов имеем систему уравнений, достаточную для идентификации. На вискозиметре были проведены 4 эксперимента с жидкокристаллической смазкой с выраженным пределом текучести при температуре 30 °С (3 для идентификации и 1 контрольный).

Полученная система уравнений была решена в Matcad 7.0. Затем решалась прямая задача нахождения момента вращения. Погрешность определения момента равна 4%, что говорит о высокой точности нахождения констант. Путем варьирования моментов в пределах 3% показано, что значения констант отличаются не более, чем на 10%, что свидетельствует об устойчивости процедуры. Данный алгоритм значительно уменьшает объем вычислений, необходимых для идентификации модели нелинейного вязкопластического материала и может быть применен для приближенной оценки констант, которые можно найти точно, построив сетку функций, содержащих неопределенные интегралы [1].

1. Гавриленко С.Л., Шилько С.В., Васин Р.А. Определение характеристик вязко-пластического материала в условиях течения Куэтта // Прикл. механика и техн. физика – 2002 – № 3 – С. 502–508.
2. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. – М.: Наука, 1979.