

Нелинейные свойства линейных полимеров в вязко-текущем состоянии при их одноосном растяжении¹

Афонин Г.Л., Рыбаков А.А., Пышиноград Г.В.

АлтГТУ, г. Барнаул

Одноосное растяжение является одним из основных технологических процессов при формировании синтетических и химических волокон. При этом реологические свойства полимерного расплава существенно зависят от режима деформирования и не могут быть описаны в рамках модели нелинейной среды. Это связано с наличием релаксационного механизма взаимодействия макромолекул со своим окружением и проявляется, например, в том, что сдвиговая вязкость полимерного расплава является убывающей функцией скорости сдвига, а элонгационная вязкость - возрастающей функцией скорости растяжения.

В работе для моделирования установления напряжений при одноосном растяжении использованы модифицированные уравнения В.Н. Покровского, входными параметрами, которых являются: коэффициент начальной сдвиговой вязкости, начальное время релаксации и два коэффициента наведенной анизотропии. При этом получено качественное соответствие расчетных зависимостей и имеющихся экспериментальных данных. Для их количественного соответствия необходимо принять во внимание тот факт, что реальные полимерные жидкости обладают существенной полидисперсностью. Учет этого обстоятельства был выполнен путем усреднения выражений для напряжений по молекулярно-массовому распределению, что позволило существенно улучшить прогностические свойства рассматриваемой модели.

Также в работе рассмотрена задача об охлаждении и растяжении пленки после выхода из экструдера. Для этого необходимо к уравнениям динамики сплошной среды добавить уравнение сохранения энергии и учесть температурную зависимость коэффициента начальной вязкости и начального времени релаксации. При этом удалось рассчитать распределение температуры, профиля скорости и составляющих тензора напряжений в зависимости от коэффициентов теплообмена и температуропроводности для различных типов граничных условий. Полученные результаты не противоречат наблюдаемым на практике.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 09-01-00293).