

Библиографический список

1. Бэр Я., Заславски Д., Ирмей С. Физико-математические основы фильтрации воды. – М., 1971.
2. Connolly J.A.D., Podladchikov Y.Y. Compaction-driven fluid flow in viscoelastic rock // *Geodin. Acta.* – 1998.
3. Папин А.А., Токарева М.А. Модельная задача о движении сжимаемой жидкости в вязкоупругой горной породе // *Известия АлтГУ.* – Барнаул, 2010. – №1.
4. Папин А.А., Токарева М.А. Задача о движении сжимаемой жидкости в деформируемой пористой среде // *Известия АлтГУ.* – Барнаул, 2011. – №1.

УДК 535.529:541.64

Зависимость характеристик процесса формования полимерных пленок от параметров тепло- и массопереноса

*Ю.Б. Трезубова, И.В. Третьяков, Г.В. Пышнограй
АлтГТУ, г. Барнаул*

В работе рассмотрено течение полимерной жидкости в одномерном приближении, соответствующее процессу формования полимерной пленки.

При описании процесса формования полимерной пленки учтено, что получаемая пленка охлаждается и, одновременно, подвергается растяжению.

Для нахождения установившихся напряжений при растяжении была использована обобщенная реологическая модель Виноградова-Покровского [1], параметры которой являются известными функциями температуры.

$$\sigma_{ik} = -p\delta_{ik} + 3\frac{\eta_0}{\tau_0}a_{ik};$$

$$\frac{d}{dt}a_{ik} - v_{ij}a_{jk} - v_{kj}a_{ji} + \frac{1+(\kappa-\beta)I}{\tau_0}a_{ik} = \frac{2}{3}\gamma_{ik} - 3\frac{\beta}{\tau_0}a_{ij}a_{jk},$$

где σ_{ik} – тензор напряжений; p – гидростатическое давление; η_0 и τ_0 – начальные значения сдвиговой вязкости и времени релаксации; v_{ik} – тензор градиентов скорости; a_{ik} – симметричный тензор анизотропии второго ранга; $I=a_{jj}$ – первый инвариант тензора анизотропии;

$\gamma_{ik} = \frac{1}{2}(v_{ik} + v_{ki})$ – симметризованный тензор градиентов скорости; κ, β – феноменологические параметры модели, учитывающие в уравнениях динамики макромолекулы размеры и форму молекулярного клубка.

Была показана возможность использования модифицированной реологической модели Виноградова-Покровского для описания течений расплавов линейных полимеров в различных режимах деформирования [2].

Система уравнений динамики записана в одномерном приближении, с учетом теплопереноса, когда продольная скорость, температура, скорость удлинения, ненулевые компоненты тензора напряжений являются функциями только продольной координаты, а параметры реологической модели являются известными функциями температуры.

Получена система обыкновенных дифференциальных уравнений для зависимости полуширины и толщины пленки от ее продольной скорости в случае двусосного растяжения. Было осуществлено так называемое обезразмеривание задачи, т.е. приведение всех уравнений системы, граничных условий и т.д. к безразмерному виду. Что позволило возможность ввести в рассмотрение безразмерные числа: Прандтля, Нуссельта, Рейнольдса и Вайсенберга – параметры модели.

При больших значениях Re образец не успевает остыть до температуры охлаждающего барабана. С уменьшением числа Re остывание образца происходит более интенсивно. При $Re = 5 \cdot 10^{-6}$ образец практически полностью остывает, проходя только 30% расстояния между головкой экструдера и охлаждающим барабаном. С ростом числа Re

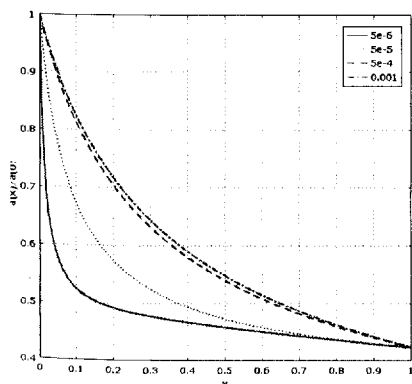


Рис. 1. Влияние числа Re на полуширину

проявляется неравномерность в растяжении, и можно выделить 2 участка. На первом участке скорость меняется быстро, когда вязкость не велика. При установившейся температуре скорость изменяется незначительно. Это и приводит к проявлению шейки. На рисунке 1 изображена зависимость полуширины пленки при различных значениях параметра Re. Аналогичная картина наблюдается и для растягивающего напряжения – с ростом числа Рейнольдса напряжения уменьшаются.

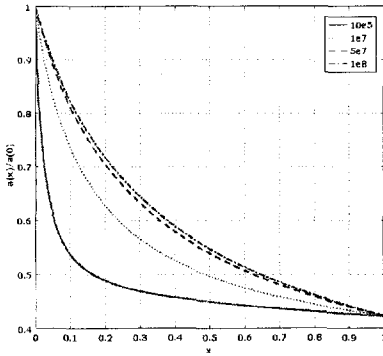


Рис. 2. Влияние числа Pr на полуширину

затруднена (например, при $Pr = 10^6$), то появляется участок с интенсивным остыванием. Соответственно на этом участке происходит растяжение образца. На втором участке образец движется как единое целое и растяжения не происходит.

На рисунке 3 видно, что увеличение числа Nu приводит к более крутому уменьшению полуширины пленки, что объясняется ее более быстрым остыванием за счет отдачи тепла в окружающий воздух. В

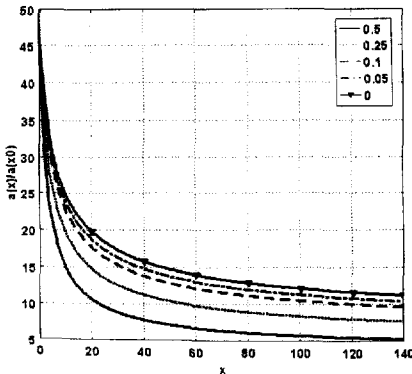


Рис. 4. Полуширина пленки при различных α

На рисунке 2 можно заметить, что в случае увеличения Pr теплообмен с окружением уменьшается, влияние охлаждающего барабана сказывается меньше, что приводит к меньшему остыванию пленки. При больших значениях числа Pr теплообмен с окружением затруднен и температура образца при выходе из экструдера практически не изменяется за время движения пленки от головки экструдера до охлаждающего барабана. Если теплопередача не

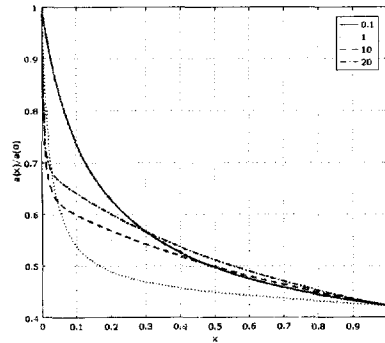


Рис. 3. Влияние числа Nu на полуширину пленки

случае уменьшения параметра Nu наблюдается уменьшение времени остывания пленки. С ростом числа Nu происходит более быстрый выход температуры на стационарное значение. Это влияет на вязкость образца в конечных точках и, как результат, сказывается на скорости пленки и её полуширине.

Также в модели присутствует параметр We, однако, при

его варьировании в интервале 0.001 – 0.1, его влияние незначительно.

Изменение параметра анизотропии растяжения потока производит наибольшее воздействие на полуширину пленки (рис. 4). При этом меньшие значения этого параметра соответствуют большей ширине пленки.

Библиографический список

1. Пышнограй Г.В., Покровский В.Н., Яновский Ю.Г. и др. Определяющее уравнение нелинейных вязкоупругих (полимерных) сред в нулевом приближении по параметрам молекулярной теории и следствия для сдвига и растяжения // Доклады АН. – 1994. – Т. 339, №5. – С. 612–615.

2. Pyshnograï G.V., Gusev A.S., Pokrovskii V.N. Constitutive equations for weakly entangled linear polymers // Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics. – 2009. – V. 163, №1-3. – P. 17–28.

УДК 51-74

Дискретная математическая модель здания для моделирования ударных нагрузок

С.Н. Шергин, В.В. Славский
ЮГУ, г. Ханты-Мансийск

В данной работе предложена дискретная математическая модель многоэтажного здания, в которой этажи рассматриваются в виде отдельных блоков взаимодействующих между собой вертикально и горизонтально по законам упругой механики с учетом возникновения сил трения. Для моделирования был использован математический пакет Mathematica.

Для наглядности рассмотрим 4-х этажное здание, на рисунке 1, показано возможное поведение блоков, $m_i(x_i, y_i)$ – координаты центров тяжести блоков.