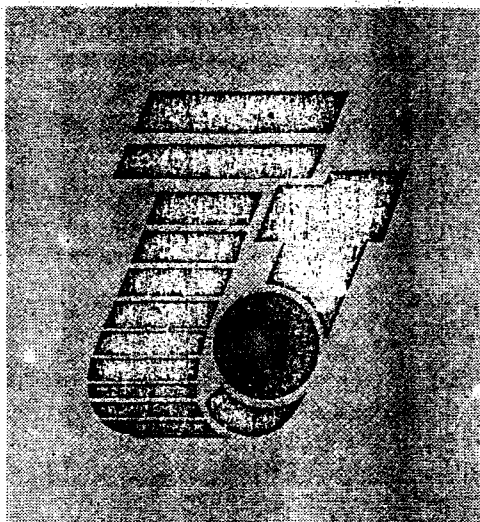


38 50

Российская академия наук
Государственный Комитет РФ по высшему образованию
Тверской государственной технической университет
Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева
Московская государственная академия химического машиностроения
НИФХИ им. Л. Я. Карпова
Тулский государственный технический университет



МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
"МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ХИМИИ
И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ"

ММХ-9

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

ЧАСТЬ 4

(Секция 4, Секция 5)

ТВЕРЬ - 1995

ИНТЕГРОИНТЕРПОЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ
ВЫСОКОВЯЗКИХ БИНГАМОВСКИХ ЖИДКОСТЕЙ В КРУГЛЫХ КАНАЛАХ.

Л. М. Ульев

Расплавы некоторых термопластичных полимеров при переработке ведут себя, как высоковязкие вязкопластичные жидкости (например, расплавы жестких марок ТПУ [1]) с аррениусовской зависимостью реологических свойств от температуры.

Особенности течения и теплообмена такой жидкости очень важно учитывать в технологических процессах. Например, в процессе гранулирования ТПУ перепадом давления определяется как технологический режим, так и энергозатраты и металлоемкость оборудования, а качество получаемого продукта в значительной мере определяется распределением температуры и скорости расплава в канале фильеры.

Для практически интересных расходов расплавов $Re \leq 10^{-2}$, а число Прандтля у таких жидкостей $Pr \approx 10^7$. Это говорит о том, что длина, на которой происходят механические релаксации в потоке, на много порядков меньше интервала температурных релаксаций, что позволяет предположить существование квазитвердого ядра при неизотермическом течении расплавов жестких ТПУ и исследовать уравнения Генки-Ильшина, описывающие течение вязкопластичной жидкости, в приближении одномерного сдвига

$$\frac{\partial P}{\partial z} = -\frac{\tau_0}{r} + \frac{\partial}{\partial r} \left[\mu_p \frac{\partial v_z}{\partial r} \right] + \mu_p \frac{\partial v_z}{\partial r}$$

$$\text{ср} \left[v_r \frac{\partial T}{\partial r} + v_z \frac{\partial T}{\partial z} \right] = \lambda \frac{1}{T} \frac{\partial}{\partial r} \left[r \frac{\partial T}{\partial z} \right] + \mu_p \left[\frac{\partial v_z}{\partial r} \right]^2 - \tau_0 \frac{\partial v_z}{\partial r}, \quad r_c < r < r_0,$$

с условиями однозначности

$$\frac{\partial v_z}{\partial r} = 0, \quad 0 < r < r_c = -2\tau_0 / \left[\frac{\partial P}{\partial z} \right],$$

$$v_z = v_r = 0, \quad -\lambda \frac{\partial T}{\partial r} = K \cdot [T - T_n], \quad r = r_0,$$

$$\frac{\partial T}{\partial r} = 0, \quad r = 0,$$

$$T(r) = T_0, \quad P = P_0, \quad 0 < r < r_c, \quad z = 0; \quad Q = 2\pi \int_0^{r_0} v_z r dr,$$

где c - удельная теплоемкость жидкости, K - коэффициент теплопередачи, P , P_0 - давление текущее и на входе, Q - расход жидкости, r , r_0 , r_c - радиус текущий, канала и квазитвердого ядра, T , T_0 , T_a - температура текущая, на входе, и окружающей среды, V_r , V_z - радиальная и аксиальная составляющие скорости, z - аксиальная координата, λ - коэффициент теплопроводности, μ_p - пластическая вязкость, ρ - плотность, τ_0 - предельное напряжение сдвига.

Для решения этой сопряженной задачи область вязкого течения разбивается на N концентрических цилиндрических слоев, в каждом из которых вязкость и предельное напряжение сдвига считаются постоянными и равными соответствующим величинам, взятым при средней температуре слоя. Такое представление позволило получить аналитические выражения для составляющих скорости жидкости в канале, градиента давления и коэффициентов теплообмена между слоями, которые затем использовались для дискретизации уравнения теплопереноса, после чего мы получили систему $N+2$ обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих изменение средних по сечению вязких слоев температур, средней температуры ядра и изменение давления.

Затем эта система интегрировалась методом Гира, в результате чего получены распределения скорости, давления и температуры в канале при различной интенсивности теплообмена с окружающей средой. Для участка канала получены зависимости перепада давления от числа Нема-Гриффита при различных числах Пекле и Ильюшина. Обнаружена немонотонность неизотермического аналога кривой консистентности при течении данных расплавов ТПУ, что позволило разработать фильерное устройство с устойчивым режимом работы.

Сравнение результатов, полученных нами, с ранее опубликованными показывает хорошее согласие.

Данная модель позволяет определить параметры, при которых не будет происходить искажение экструдата, а также, используя полученное распределение температуры в стренге полимера на выходе из фильеры, можно определить оптимальные параметры кристаллизации гранул при подводном способе гранулирования жестких ТПУ.

Литература.

1. Пономаренко В.Г., Потебня Г.Ф., Ульянов Л.М., Яитинкин А.А., Ольховиков О.А. Определение реологических свойств высоковязких жидкостей с помощью автоматического капиллярного вискозиметра // ИФЖ. 1990. Т. 59, №1. С. 158-159.