microCAD '97

International Meeting on Information Technology

KHARKOV 12-14 May 1997

MISKOLCI EGYETEM 1735

OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG

PRINTED MATTERS
OF CONFERENCE

Министерство образования Украины
Харьковский государственный политехнический университет

Мишкольцкий университет (Венгрия)

Магдебургский университет (Германия)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: НАУКА, ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ, ОБРАЗОВАНИЕ, ЗДОРОВЬЕ

Труды
международной научно-технической конференции
12-14 мая 1997 г.

В пяти частях

Часть
четвертая

Харьков 1997

УДК 54+66

Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье: Тр. междунар. науч.-техн. конф., Харьков, 12-14 мая 1997г. В пяти частях. Ч.4. - Харьков, Мишкольц, Магдебург: Харьк. гос. политехн. ун-т, Мишкольц. ун-т, Магдебург. ун-т, 1997. - 448 с.

В четвертой части представлены работы, отражающие актуальные вопросы использования ЭВМ для решения задач разработки и совершенствования химических технологий.

Для научных работников, специалистов, преподавателей, аспирантов, студентов высших учебных заведений соответствующих специальностей.

Организаторы: Харьковский государственный политехнический университет, Мишкольцкий университет (Венгрия), Магдебургский университет (Германия), Академия наук высшей школы Украины

Харьковский государственный политехнический университет,
310002, Харьков-2, Фрунзе, 21

Труды воспроизведены непосредственно с авторских оригиналов

ISBN 966-593-000-1

МЕДЛЕННЫЕ ТЕЧЕНИЯ МЕЖДУ СООСНЫМИ КОНИЧЕСКИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ. II. КОНУСЫ НЕ ИМЕЮЩИЕ ОБЩЕЙ ВЕРШИНЫ

Л.М. Ульев, Харьков, Украина

Problem of high-viscosity polymer melt flow is investigated for the channels formed with conical surfaces without common vertex. The performed estimates have shown that we can consider the flow as laminar isothermal flow. The problem is studied in biconical coordinates. The distributions of velocity and pressure were obtained for opening angles of cone ≤60°. The solution was used for definition optimal constructive and technological parameters of forming process.

В работе [1] исследовано изотермическое течение высоковязких расплавов полимеров в каналах формующего оборудования, образованных соосными коническими поверхностями с общей вершиной. Но для выбора оптимальных конструктивных и технологических параметров необходимо исследовать течение между соосными конусами, не имеющими общей вершины.

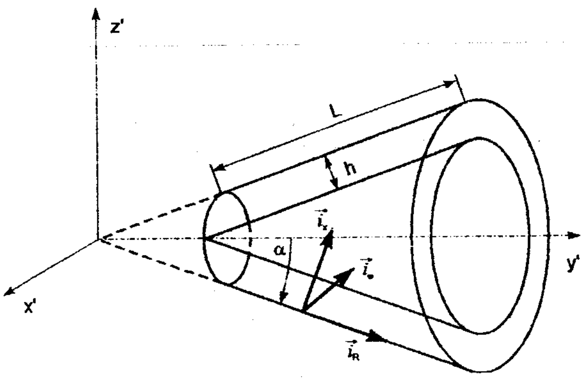

Рис.1. Геометрия конического зазора. L- длина конической части канала, h- ширина зазора. i_R, i_X, i_φ- орты в биконической системе координат.

Рассмотрим сначала течение в конусном зазоре, образованном параллельными поверхностями (Рис. 1). Параметры жидкости и основные геометрические размеры устройств формования аналогичны приведенным в [1]. Поэтому течение жидкости можно рассматривать как изотермическое, а в уравнениях движения пренебрегать инерционными членами. При L/h<1 течение удобно исследовать в биконических координатах [2], вершина которых совпадает с вершиной внешней конической поверхности (Рис. 1), и определяемых преобразованиями

$$z' = R\cos\alpha + X\sin\alpha, \tag{1}$$

$$y' = (R\sin\alpha - X\cos\alpha)\sin\varphi = \Omega\times\sin\varphi, \tag{2}$$

$$x' = (R\sin\alpha - X\cos\alpha)\cos\varphi = \Omega\times\cos\varphi. \tag{3}$$

Вычисляя коэффициенты Ламэ $H_X=1$, $H_R=1$, $H_\varphi=\Omega$ и следуя [3], запишем уравнения неразрывности и движения в выбранных координатах.

Уравнение неразрывности для аксиально-симметричного течения запишется:

$$\frac{\partial}{\partial R}(\Omega V_R)+\frac{\partial}{\partial X}(\Omega V_X)=0 \qquad (4)$$

Отсюда получим оценку соотношения между величинами V_x и V_R, $V_x \approx 2V_R h/L$, т.е. $V_x=o(V_R)$. Для интересных практически углов раскрытия конусов $2\alpha<60°$ следует, что $\Omega=(R\sin\alpha-X\cos\alpha)\approx R\sin\alpha$, и тогда в безразмерных переменных $\xi=R/r_0$, $\chi=x/r_0$, $V_0=Q/(\pi r_0^2)$, $v=V_R/V_0$, $\Pi=(P-P_0)/\mu V_0$ уравнения движения и неразрывности запишутся:

$$\frac{\partial\Pi}{\partial\xi}=\frac{\partial^2 v}{\partial\chi^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial\xi^2}+\frac{\partial}{\partial\xi}\left(\frac{v}{\xi}\right), \qquad (5)$$

$$\frac{\partial}{\partial\xi}(\xi v)=0 \qquad (6)$$

Из (6) следует, что $v=u(\chi)/\xi$, и тогда (5) примет вид:

$$\xi\frac{\partial\Pi}{\partial\xi}=\frac{\partial^2 u}{\partial\chi^2} \qquad (7)$$

Граничными условиями являются условие прилипания и заданное давление на входе в канал:

$$u=0, \qquad \chi=0, \qquad (8)$$

$$u=0, \qquad \chi=\chi_0,\ (\chi_0=h/r_0), \qquad (9)$$

$$\Pi=0, \qquad \xi=\xi_0, \qquad (10)$$

и условия постоянства расхода

$$\int_0^{\chi_0}(\xi\sin\alpha-\chi\cos\alpha)v\,d\chi=0.5 \qquad (11)$$

Решением системы (7-11) являются выражения:

$$v=\frac{1}{2}\frac{\partial\Pi}{\partial\xi}(\chi^2-\chi_0\chi), \qquad (12)$$

$$\Pi=-\frac{6}{\chi_0^3\sin\alpha}\ln\frac{\chi_0-2\xi\,\mathrm{tg}\alpha}{\chi_0-2\xi_0\mathrm{tg}\alpha} \qquad (13)$$

Интересно отметить два предельных случая полученного решения:

1. при $\alpha \to 90°$ получаем выражение для определения перепада давления при радиальном течении между параллельными плоскостями

$$\Pi = -\frac{6}{\chi_0^3} \ln \frac{\xi}{\xi_0}, \tag{14}$$

2. при $\chi_0/\xi_0 << 1$ получаем выражение для перепада давления в узких конических щелях [4]

$$\Pi = -\frac{6}{\chi_0^3 \sin\alpha} \ln \frac{\xi}{\xi_0}, \tag{15}$$

которое при малых углах раскрытия может привести к значительным погрешностям, т.к. величина χ_0 может стать сравнимой с радиусом кривизны канала.

В тех случаях, когда ширина зазора не постоянна вдоль течения, например, образующая внутренней поверхности определяется, как $\chi_0 = f(\xi)$, мы можем применить ступенчатую аппроксимацию для расчёта перепада давления:

$$\Pi = -\frac{6}{\sin\alpha} \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{\chi_{0i}^3} \ln \frac{\chi_{0i} - 2\xi_{i+1} \mathrm{tg}\alpha}{\chi_{0i} - 2\xi_i \mathrm{tg}\alpha}, \tag{16}$$

где $\xi_{i+1} = \xi_0 + \frac{\xi_N}{N}(i-1)$, $\chi_{0i} = f(\xi_i)$, N- число ступеней, ξ_0 - координата входа, ξ_N - координата выхода. Если функция $f(\xi)$ не известна, мы можем использовать её аппроксимационное представление.

Сравнение результатов расчёта перепада давления для течения между конусами с общей вершиной по (16) с результатами, полученными с помощью соотношений работы [1], показали хорошее согласие при разности углов раскрытия конусов $\leq 20°$.

Обозначения: P, P_0- давление текущее и на входе, Па; Q- объёмный расход, м^3/с; R- радиальная координата, м; r_0- параметр масштабирования, как правило, радиус фильерного канала, м; X- поперечная биконическая координата, м; x', y', z'- Декартовы координаты, м; μ- вязкость, Па·с; α- половина угла раскрытия конуса, рад.

Список литературы: **1.** Ульев Л.М. Медленные течения между соосными коническими поверхностями. I. Конусы с общей вершиной// См. данный сборник. **2.** Гольдин А.М., Карамзин В.А. Гидродинамические основы процессов тонкослойного сепарирования. М.: Агропромиздат. 1985. С. 264. **3.** Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидродинамика. Ч. 2. М.-Л.: Гостехиздат. 1948. С. 612. **4.** Новиков П.А., Люблин Л.Я., Новикова В.И. Течения и тепло- массообмен в щелевых системах. Минск.: Навука і Тэхніка. 1991. С. 357.