

Методика расчета расходных характеристик при слойно-секторной соэкструзии расплавов полимеров в формующих каналах. Наибольшее распространение в нашей стране и за рубежом получили комбинированные изделия, компонентами которых являются полиолефины. Так, комбинированные изделия на основе полиэтилена в сочетании с лавсаном и материалами типа целлофана широко используются промышленностью. Преимущество такого процесса соэкструзии нескольких компонентов с различными физико-механическими свойствами, поперечные сечения которых имеют форму соединенных секторов, состоит в том, что такая технология позволяет получать нити и волокна, свойства которых аналогичны свойствам натуральной шерсти. Рассмотрим слойно-секторную соэкструзию расплавов полимеров в канале круглого сечения (рис.1), в компонентах напряжении в цилиндрической системе координат, при этом считаем, что вторичные потоки невелики по сравнению с основным продольным сечением [1], продольные скорости всех компонентов на выходе канала одинаковы. Уравнение движения в этом случае имеет вид [1]: (1) где компоненты напряжений сдвига; Δp - перепад давления на единицу длины канала; цилиндрические координаты. Запишем соотношение для общего расхода жидкостей в цилиндрическом канале (2) где Q - объемный расход жидкостей.

Рис. 1 - Схема слойно-секторной соэкструзии расплавов полимеров в цилиндрическом канале. С учетом выражения (2) уравнение (1) можно представить в следующем виде (3) Интегрируя уравнение (3) по частям, получим (4) Учитывая, что и тогда уравнение(4) будет иметь вид (5) Принимая во внимание, что $\tau = \eta \dot{\gamma}$, (6) где ϕ - текучесть жидкости. С учетом соотношения (6) уравнение (5) будет иметь вид (7) где τ - полное напряжение сдвига. Если по каналу текут разные жидкости, каждая из которых занимает свой сектор, то формулу (7) можно представить в следующем виде (8): (8) Принимая во внимание, что на выходе из канала продольная скорость истечения V_z слабо зависит от угла θ [2] так, что выполняется неравенство (9) тогда из соотношений (6) следует (10) Из уравнения (1) в этом приближении получим или (11) Переходя в уравнении (8) от переменной r к переменной τ и учитывая в пределах каждого сектора слабую зависимость от угла Q , получим (12) Где Q_i - угловой размер сектора в радианах, в пределах которого течет одна из исследуемых жидкостей многокомпонентной системы. В частном случае для $n=3$ из формулы (12) следует (13): (13) При условии, когда текучести исследуемых жидкостей близки друг другу, то формула (12) переходит в ранее полученное соотношение (9). Полученная формула (12) позволяет определить расход anomalно-вязких жидкостей при напорном слойно-секторном течении в цилиндрическом канале в зависимости от реологических свойств и размеров канала. Для расчета пропускной способности призматического канала произвольной формы сечения при многослойном или слойно-секторном течении anomalно-вязких жидкостей для многокомпонентной системы можно

предложить следующую обобщенную зависимость (14) где S_i - площадь сектора, занимаемая i -тым компонентом; ; R_{ri} - гидравлический радиус i -го компонента; γ_i удельная масса i -го компонента; φ_i -текучесть i -го компонента; a и b - коэффициент формы i -го сектора (определялись по методу мембранной аналогии). Для случая, когда вязкости исследуемых жидкостей многокомпонентной системы близки друг другу, то формула (14) переходит в ранее полученную зависимость (9). Предложенная обобщенная зависимость (14) позволяет рассчитать расход аномально-вязких жидкостей принапорном пленочно-слоином или слоино-секторном течении в канале произвольного сечения в зависимости от реологических свойств и размеров канала.

Экспериментальные данные слоино-секторного течения комбинированных расплавов полимеров в формующих каналах Экспериментальное исследование процесса слоино-секторного течения трех сочлененных расплавов полимеров в цилиндрических и призматических каналах проводилось на установке (см. рис.2). Установка состояла из формующей головки, конструкция которой показана на рис.3, трех цилиндров высокого давления, которые устанавливались в гнезде головки. Гнезда для присоединения цилиндров высокого давления были выполнены с резьбой и расположены на верхнем торце формующей головки через 120° по периметру окружности. Рис. 2 - Схема экспериментальной установки для изучения соэкструзии комбинированных расплавов полимеров: 1 - цилиндр высокого давления; 2 - соединительный блок; 3 - нагревательные элементы; 4 - термopара; 5,6 - блок питания; 7 - канал; 8 - прижимная гайка; 9 - поршень; 10 - патрубок; 11 - крышка цилиндра Исследуемый канал 5 с помощью прижимной гайки 7 закреплялся в формующей головке. Нагрев и регулирование температуры бомб высокого давления формующей головки осуществлялся с помощью нагревательных элементов 3. Рис. 3 - Конструкция формующей головки для изготовления слоино-секторных полимерных изделий: 1 - корпус формующей головки; 2 - соединительный канал; 3 - подводный канал; 4 - гнезда для подсоединения цилиндра высокого давления; 5 - уплотнительное кольцо; 6 - формующий канал; 7 - прижимная гайка При исследовании процесса слоино-секторного течения расплавов полимеров в цилиндрических каналах расход каждого секторарегулировался соответствующим давлением в каждый цилиндр и температурой. В призматических каналах дополнительно в соединительный канал 2 формующей головки устанавливалась распределительная втулка с продольными перегородками, заканчиваясь наконечником. Профили сечения наконечника и секторов соответствовали конкретному исследуемому каналу. Методика проведения опытов и обработки экспериментальных данных аналогична методике, описанной в работах [3÷7]. Объектами исследования служили расплавы полиэтилена высокого давления марок П2020Т, П2035Т и 15802-020 при температуре 423 и 443 К. На рис.4 приведены схемы различных сочетаний полимеров при слоино-секторной соэкструзии расплавов в различных

каналах. Опыты по слойно-секторному течению расплавов полимеров проводились на пяти длинах каналов 60, 90, 120, 150, 180 мм. Входные потери давления исключались по методу В.Е.Бэгли [2]. Опыты сводились к изменению давления в бомбе и расхода комбинированных сочлененных каркасированных экструдатов через каналы. На рис. 5 и рис. 6 представлены зависимости массового расхода от перепада давления на единицу длины исследуемых каналов: точками показаны экспериментальные величины расходов, а сплошными линиями – теоретическая зависимость. Рис. 4 - Схемы слойно-секторного течения расплавов полимеров при соэкструзии: А,В,С – условное обозначение различных полимеров при соэкструзии: 1-4- вид сечения канала и различные сочетания полимеров при соэкструзии. а Градиент давления, $\Delta P \cdot 10^{-7}$. Па/м б Градиент давления, $\Delta P \cdot 10^{-7}$. Па/м Рис. 5 - Зависимости расхода расплавов полиэтилена при слойно-секторной соэкструзии от перепада давления на единицу длины каналов при $T = 443\text{K}$ (1) и $T = 423\text{K}$ (2): а - соэкструзия в канале 1; б - соэкструзия в канале 2 Сравнение величин Q_t и Q_{Σ} , представленное на рисунке 5 и 6, указывает на хорошую корреляцию между величинами Q_t и Q_{Σ} ; расхождение расходных показателей в среднем составляет $\pm 10\%$ и не превышает $\pm 15\%$. Вычисление интеграла в уравнениях (12) и (14) производилось по методике, описанной в работе [4]. а Градиент давления, $\Delta P \cdot 10^{-7}$. Па/м б Градиент давления, $\Delta P \cdot 10^{-7}$. Па/м Рис. 6 - Зависимости расхода расплавов полиэтилена при слойно-секторной соэкструзии от перепада давления на единицу длины каналов при $T = 443\text{K}$ (1) и $T = 423\text{K}$ (2): а - соэкструзия в канале 3; б - соэкструзия в канале 4 б а Таким образом, разработанные нами зависимости (12) и (14) можно рекомендовать для определения пропускной способности комбинированных расплавов полимеров при многослойном и слойно-секторном течении в призматических каналах. Выводы 1. Разработана обобщенная математическая модель, которая позволяет рассчитывать расходные характеристики при слойно-секторной соэкструзии расплавов полимеров в профильных формующих каналах. 2. Проведена экспериментальная проверка предложенной математической зависимости по расчету гидродинамических характеристик комбинированных расплавов полимеров при слойно-секторном течении в цилиндрических и призматических каналах.