

компонентов шага λ получают с помощью генератора случайных чисел с независимым и нормальным распределением $N(0,1)$.

Как показали предварительные результаты вычислительных экспериментов по решению поставленной задачи оптимизация, возможно улучшение стадии перэтерификации и сокращение ее длительности за счет оптимального подбора температурного графика.

Разрабатываемые алгоритмы оптимального управления могут быть рекомендованы для внедрения в систему автоматизации процесса получения полиэтилентерефталата периодическим способом.

УДК 681.5

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

Л.Г.Черная, Н.Н.Дорогов, С.В.Луцькиен
Могилевский технологический институт

Белорусский государственный институт информатики и радиозлектроники
Второй стадией производства полиэтилентерефталата является реакция поликонденсации (ПК), протекающая в высоковязкой среде расплава при температуре 280 °С с непрерывным удалением выделяющегося этиленгликоля (ЭГ). Достижение и поддержание в поликонденсаторе температуры и вакуума на заданном уровне обеспечивается автоматической системой программного управления. Для облегчения процесса удаления паров ЭГ реакцию ПК ведут при интенсивном перемешивании и глубоком вакууме (1,0...0,5 мм рт.ст.). Для создания стабильного устойчивого формирования необходимо оптимальное значение молекулярной массы 25000...30000. Процесс ПК продолжается 4 – 5 часов и заканчивается при повышении вязкости расплава до определенной величины 700...800 Па·с, являющейся индикатором достижения полимером нужной длины цепи молекулы и степени полимеризации близкой к 110. Достижение требуемой величины вязкости определяется по конечной величине числа оборотов мешалки при постоянстве силы тока, потребляемого электродвигателем.

Реакция в ПК протекает в очень тонкой пленке расплава во время контакта с вакуумом. В результате происходит соединение молекул и выделяется этиленгликоль, который сразу начинает диффундировать к границе пленки и быстро удаляется благодаря вакууму. При этом повышается степень полимеризации, которую можно рассчитать по выражению, полученному из математической модели процесса поликонденсации. Упрощенное математическое описание стадии ПК представляет собой уравнение диффузии второго порядка в частных производных относительно концентрации ЭГ по времени и толщине пленки, решение которого было получено составлением явных разностных схем. Степень полимеризации определяется:

$$P_n = a t \cdot \sqrt{P \cdot k \cdot K} \cdot t + P_{n0}$$

где P_{n0} — начальные степени полимеризации;
 $a t$ — единица поверхности на единицу объема, см²/см³;
 k — коэффициент, зависящий от константы скорости реакции ПК.

K — константа равновесия;
 t — время длительности процесса.

Полученные с помощью модели процесса ПК выражения для расчета степени полимеризации позволили прогнозировать поведение автоматической системы управления скоростью привода мешалки и, таким образом, регулировать вязкость полимера в оптимальном диапазоне.

УДК 681.51.018

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО РЕАКТОРА ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ

И.И. Дорогов, С.В. Лукьянец, Л.Г. Черная

Могилевский технологический институт,

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Технологические процессы производства полиэтилентерефталата (ПЭТФ) существуют около четырех десятилетий, но не получено достаточно надежного математического описания этих процессов, пригодного для построения современных управляющих систем. Связано это со сложными химическими процессами, наличием летучих компонентов реакции и большим числом побочных продуктов.

К 80-м годам в зарубежной литературе были сформулированы обобщенные подходы к разработке математического описания на основе стадий производства ПЭТФ, но они базировались на упрощенных методах.

Это даст основание для выполнения поставленной задачи — разработать математическое описание стадий ПЭ общего технологического процесса производства ПЭТФ, пригодного для целей прогнозирования и оптимизации.

В странах СНГ комплексные исследования подобного характера не ведутся. Однако, некоторые зарубежные фирмы, например, швейцарская фирма «ЭМС-Инвента АГ» используют компьютерную модель процесса для оптимизации качества полимера и оптимального проектирования линии непрерывного производства ПЭТФ.

При разработке математического описания периодического реактора ПЭ трудность заключалась в выборе констант скоростей реакций, зависящих от катализатора и учета паровой фазы. При этом использовалась гипотеза о мгновенном разделении реагирующей смеси в конце каждого шага интегрирования системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

Был проведен ряд экспериментов на опытной установке научно-технического центра Могилевского ПО «Химволокно» по уточнению скорости протекания реакции переэтерификации с катализатором ацетата магганца и проверке адекватности модели по количеству выделившегося метанола путем сравнения временных зависимостей при известном температурном профиле. Среднеквадратичное отклонение к теоретически полученному количеству отгниваемого метанола составило 2,78%, что является для химических процессов вполне приемлемым.

Наличие достаточно точной модели является необходимым условием, позволяющим разработать и реализовать алгоритмы оптимального управления