

ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ПОЛИКОНДЕНСАТОРОВ

Акулич А.А., Исаков А.С., Церковский А.А.
 Научный руководитель — Дорогов Н.Н., д.т.н., профессор
 Могилевский государственный университет продовольствия
 г. Могилев, Республика Беларусь

Технологические линии производства полимера полиэтилентерефталата (ТЛ) состоят из каскада реакторов перэтерификации и реакторной группы поликонденсаторов. Задача оптимизации ТЛ может быть поставлена отдельно для каскада и отдельно для цепочки аппаратов начальной, предварительной и основной поликонденсации (ПК). Это делается по причине того, что задачи двух групп аппаратов различны: если для каскада играет основную роль получение мономера и улучшение энергетических показателей в реакции перэтерификации при интенсивном испарении метанола, то задачей остальных аппаратов является получение заданного качества полимера при интенсивном удалении избыточного этиленгликоля. Для построения алгоритма оптимизации аппаратов ПК сформулируем цель оптимизации. По результатам исследований зарубежных ученых основной целью на этом этапе должно служить получение минимально возможных концентраций карбоксильных E_c и винильных концевых групп E_t с возможным улучшением энергетических показателей. При этом должно строго выдерживаться заданное значение степени полимеризации СП и диапазона концентраций диэтиленгликоля E_{deg} .

В качестве основных режимных параметров очевидно необходимо назначить температуры расплава в аппаратах T_i , давления паровой фазы P_i , уровни расплава в аппаратах U_i , где $i=1,2,3,4$. Множество допустимых решений задачи определяется совокупностью математических моделей **M1**, **M2**, **M3**, **M4** и ограничениями параметров на выходе из последнего реактора: $СП_{min} \leq СП \leq СП_{max}$, $E_{c\ min} \leq E_c \leq E_{c\ max}$, $E_{t\ min} \leq E_t \leq E_{t\ max}$, $E_{deg\ min} \leq E_{deg} \leq E_{deg\ max}$. При этом режимные параметры должны находиться в диапазонах, определяемых глобальными ограничениями вида $X_{i\ min} \leq X_i \leq X_{i\ max}$, $i=1,2,3$, где X_1 – температура, X_2 – давление, X_3 – уровень. Для решения поставленной задачи предлагается применить методику сведения к многокритериальной задаче с целевой функцией $f_0 = (1 - E_c)^{-1} + (1 - E_t)^{-1} + (1 - Z_c)^{-1} \rightarrow \min$ и ограничениями, приведенными выше. При исследовании статических характеристик аппаратов было установлено, что функциональные зависимости от управляющих параметров имеют слабо нелинейный характер. Используем для решения метод проектирования градиента. При этом на каждом шаге будем решать вспомогательную линейризованную задачу симплекс-методом. Таким образом, алгоритм проектирования градиента применительно к линейризованной задаче выглядит следующим образом:

- 1) задаемся начальным вектором температур T^0 , давлений P^0 , уровней U^0 и вычисляем значение целевой функции ФЦ по моделям **M1**, **M2**, **M3**, **M4**;
- 2) в области локальных ограничений определяем значение градиента целевой функции;
- 3) решаем линейризованную задачу;
- 4) находим новую точку $T^1 = T^0 + \Delta T$, $P^1 = P^0 + \Delta P$, $U^1 = U^0 + \Delta U$;
- 5) вновь вычисляем значение целевой функции ФЦ;
- 6) если новое значение ФЦ меньше предыдущего, переходим к п.2, если – нет, то отступаем в предыдущую точку, уменьшаем шаг и переходим к п.2.

Останов алгоритма производится, если значение шага становится меньше допустимого. В процессе поиска оптимального решения производится непрерывный контроль выполнения глобальных ограничений.

Приведенный алгоритм был применен для решения задачи оптимизации режимов каскада реакторов перэтерификации, а также отдельного газофазного реактора вытеснения, в котором протекает химическая реакция $A + B \rightarrow C$.