

УДК 621.541.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА ДЛЯ ЭЛЕКТРОЛИЗА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Т.А.Имангалиев
ЮКГУ им.М.Ауезова, г.Шымкент

Бифлавоноид является биологически активным веществом (БАВ) и может применяться в фармацевтическом производстве. Процесс получения бифлавоноида из кверцетина путем электрохимической анодной димеризации проходит в две стадии:

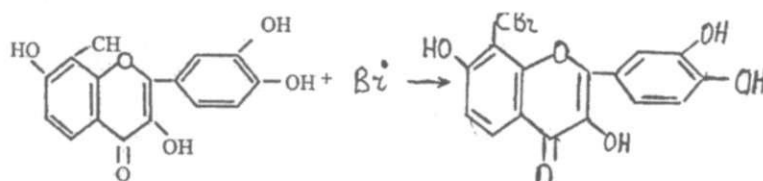
первая - образование радикала кверцетина;

вторая - химическое взаимодействие радикалов кверцетина.

Исходный электролит - спиртовой раствор кверцетина с электропроводящей добавкой NH_4Br . Обе стадии происходят в электролизере с мешалкой в постоянном объеме раствора. Поэтому электролизер служит не только собственно электрохимическим реактором, но и смесителем исходных реагентов.

Основным узлом технологического процесса является электролизер (рисунок 1). Электролизер представляет собой цилиндрическую емкость с внутренним диаметром 900 мм и высотой 1170 мм; рабочий объем электролизера составляет 435 литров. Подача реагентов осуществляется через патрубки, опущенные в электролизер на высоте 286 мм от дна электролизера симметрично оси на расстоянии 560 мм друг от друга. Вывод целевого продукта в боковой верхней части электролизера со стороны правого патрубка. Подача раствора кверцетина регулируется клапаном ПРК - 6, который через байпасную панель «Мембрана-Б» в рабочем положении всегда открыт. Контроль за ведением процесса осуществляется автоматическим регулированием pH раствора 6-7, путем изменения подачи спиртового раствора NH_4Br и регулированием показаний амперметра в пределах 10-11 А.

При нормальном протекании процесса маточный раствор должен содержать ионов Br^+ не выше 0,5 %. Наличие в маточном растворе избыточного количества ионов Br^+ способствует протеканию химической реакции бромпроизводных кверцетина по уравнению:



что снижает качество целевого продукта бифлавоноида и его выход по веществу (BB%).

Таким образом для правильного ведения технологического процесса, кроме регулирования pH раствора, анодной плотности, необходимо знать гидродинамическую обстановку в электролизере, что очень важно при расчете электролизеров большой производительности.

Анализ структуры потоков в электролизере

Пропеллерная мешалка устанавливается по оси электролизера. При смешении жидкостей с невысокой вязкостью мешалка создает осевые линии тока, которые первоначально параллельны стенкам электролизера (рисунок 1). Потoki жидкости циркулируют по двум контурам, симметричным оси аппарата. Основываясь на такой технологии, можно сформулировать циркуляционную модель структуры потоков в электролизере, состоящую из ячеек смешения (рисунок 2).

Насосная производительность пропеллерной мешалки определяется по формуле:

$$Q_H = \eta \pi d_m^2 S_m^2 n / 4, \quad (1)$$

где η - к.п.д. пропеллерной мешалки, примерно равный 0,61;

d_m и S_m - соответственно диаметр и шаг пропеллерной мешалки (дм);

n - скорость вращения об/мин.

Для пропеллеров с квадратным шагом $d_m = S_m$ насосная производительность определится как:

$$Q_H = \eta \pi d_m^3 n / 4. \quad (2)$$

Скорость вращения мешалки в реакторе производства бифлавоноида является постоянной, равной 270 об/мин, что дает при данных размерах мешалки насосную производительность

$$Q_H = 0,61 * 3,14 * 2^2 * 270 / 4 = 1031,4 \text{ л / мин.}$$

При расположении мешалки от дна аппарата на расстоянии 256 мм объем зоны над мешалкой в три раза больше объема под мешалкой.

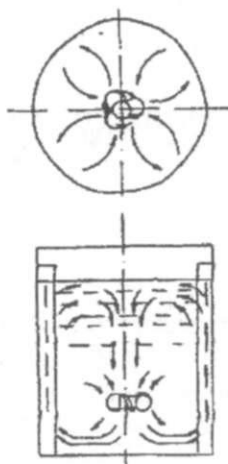


Рисунок 1- Линии тока при перемешивании пропеллерной мешалкой

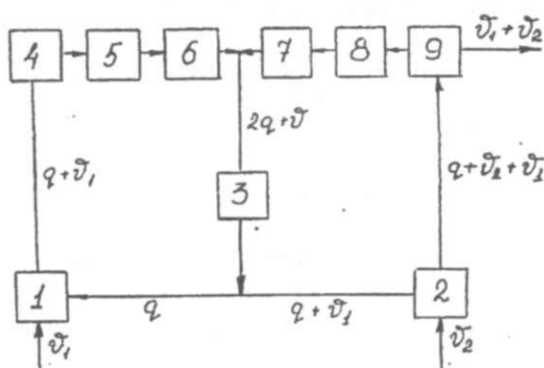


Рисунок 2 - Циркуляционная модель с переменной структурой для $h/H = 0,33$

Математическая модель циркуляционной модели с переменной структурой для данного случая будет:

$$V_{я} \frac{dC_1(\tau)}{d\tau} = (q + v_1 + v_2)[C_2(\tau) - C_9(\tau)] \quad (3)$$

Решение данной модели численным методом позволило определить функции времени пребывания элементов каждого потока $F_1(\tau)$ и $F_2(\tau)$, а также функции плотности распределения $f_1(\tau)$ и $f_2(\tau)$, которые необходимы для дальнейшего расчета. Значения $V_{я}$ и V_m , т.е. объемы ячеек идеального смешения и объем ячейки зоны мешалки определялись по методике [1,2].

1. Для зоны мешалки.

Объем ячейки определяется через эффективный радиус перемешивания, который рассчитывается по уравнению Сернера:

$$R_n = \frac{1}{2} \sqrt{32,9 \frac{\rho}{\mu}}, \quad (4)$$

где R_n - мощность, потребляемая мешалкой при заданной скорости вращения; μ - вязкость перемешиваемой жидкости (н.с/м², для раствора кверцетина μ - 40 н. с/м²).

Радиус эллипсоида, определяющего зоны интенсивного смешения для пропеллерных мешалок, составляет: $R_r = 0,2 R_n$, $R_B = 0,6 R_n$.

Мощность, потребляемая мешалкой при скорости вращения мешалки $n = 270$ об/мин (4,5 1/сек) будет:

$$P = K_p / \rho n^3 d_m^5,$$

где K_p - критерий мощности; ρ - плотность раствора (кг/м³).

Для раствора кверцетина $\rho = 1,18$ г/см³ или же 1180 кг/м³.

Критерий мощности K_p находится по стандартной кривой мощности по рассчитанному значению критерия Рейнольдса:

$$R_c = \frac{\rho n d_m^2}{\mu} = \frac{1180 * 4,5 * 0,04}{1,050 * 10^{-3}}. \quad (5)$$

Значение K_p равно 6800.

Отсюда:

$$P = \frac{6800}{1180 * 4,5^3 * 0,2^5} = 2500 \text{ Вт} = 2,5 \text{ кВт}. \quad (6)$$

Эффективный радиус перемешивания равен:

$$R_n = \frac{1}{2} \sqrt{32,9 \frac{2,5}{40}} = \frac{1,4}{2} = 0,72 \text{ м}. \quad (7)$$

Отсюда: $R_r = 0,144$ м; $R_B = 0,432$ м.

Объем интенсивного смешения пропеллерной мешалки равен:

$$V_m = \frac{4}{3} \pi R_r R_B^2 = 0,113 \text{ м}^3 = 113 \text{ л}. \quad (8)$$

Объем ячеек смешения определится как:

$$V_y = \frac{V_p - V_m}{N - 1}, \quad (9)$$

где V_p - объем реактора (л); N - число ячеек в циркуляционной модели.

Отсюда:

$$V_y = \frac{435 - 113}{8} = 40,25 \text{ л}. \quad (10)$$

Значение величины циркуляционного потока q равно половине величины насосной производительности мешалки, т.е.

$$q = \frac{Q}{2} = \frac{1031,4}{2} = 515,7 \text{ л/мин} \quad (11)$$

Литература

- 1 Ескендеров Ш.З. Исследование гомогенных реакторов смешения с отдельным вводом реагентов: дисс. канд. техн. наук. - М., 1975. - 350 с.
- 2 Кафаров В.В., Гордеев Л.С., Ескендеров Ш.З. Экспериментальное исследование структуры потоков в гомогенном реакторе с отдельным вводом реагентов // Труды МХТИ им. Д.И. Менделеева. - 1975, вып. 85. - С. 83-88.

Қорытынды

Мақалада электролизердің моделдеуі келтірілген. Органикалық заттарды алғанда электролизерде гидродинамикалық ағынды білу қажет, өйткені ол ток шығымына әсері зор. Сондықтан қандай ағыстар болатыны анықталған. Оларға теңдеулер келтірілген. Рейнольдстың критерий анықталған. Араласқанда циркуляциялық ағынның мөлшері табылған.

Summary

The modeling of electrolyser is given. In the organics sintes in electrolyze gidrodinamices flows take into consideration. Establish facts equalizations entering the flows. The facts circulation function criterions Reynolds are established.