

Рис. 8. Хронограммы цикла «маятникового» хода на подъемах разной крутизны у мужчин класса МС:
а – подъем крутизной 5°; б – подъем крутизной 12°

УДК: 519.872:66.081.6

В.А. Павский, С.А. Иванова

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В МЕМБРАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности

Современные мембранные технологии позволяют осуществлять процессы разделения, концентрирования и очистки жидких и газообразных смесей на молекулярном и надмолекулярном уровне. Достоинства мембранных методов заключаются в низких энергозатратах, высокой экономической эффективности, сохранении биологической ценности продуктов.

Главным элементом при мембранном концентрировании является мембрана. Внутри нее, в процессе концентрирования, происходят сложные физико-химические процессы. На поверхности мембраны накапливается вещество за счет того, что его количество, переносимое конвективным потоком к мембране, больше, чем суммарный поток задерживаемого компонента, отводимого от мембраны за счет обратной диффузии и переносимого через нее.

Все это создает определенные трудности в создании математических моделей процесса функционирования мембранного концентрирования.

В настоящее время существует несколько моделей процесса, однако каждая из них обладает определенными недостатками: первая – не учитывает образование и влияние гелевого слоя на поверхности мембраны на процесс концентрирования; вторая – является более фундаментальной и основывается на явлении концентрационной поляризации. Третья модель использует термодинамику необратимых процессов.

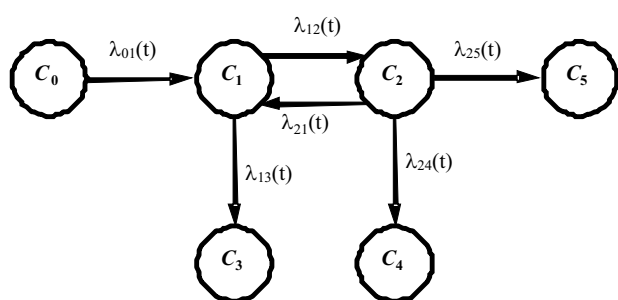
Однако эти модели не описывают процесс концентрирования в целом.

Цель работы состоит в том, чтобы создать такую математическую модель процесса мембранного концентрирования, которая бы описывала весь процесс в комплексе.

Для ее построения выделяем наиболее существенные во времени моменты концентрирования, называемые состояниями системы.

Итак, пусть имеется система S , в которой исходный раствор (состояние C_0) поступает в мембранный аппарат (состояние C_1); часть раствора проходит через мембрану, образуя фильтрат (состояние C_3); часть оседает на поверхности мембраны, образуя слой геля (состояние C_4); часть образует поляризационный слой (состояние C_2), который отводится для использования в качестве готового продукта или в качестве исходного раствора на последующих стадиях концентрирования (состояние C_5). По выделенным состояниям C_i составляется размеченный граф.

Переход из состояния C_i в состояние C_j осуществляется скачком, с заданной интенсивностью перехода $\lambda_{ij}(\tau)$, $i, j = 0, 1, 2, 3, 4, 5$, $\tau \in [0, \infty)$. Для анализа эффективности работы системы введем базовую характеристику: $p_i(\tau)$ – вероятность того, что в системе в состоянии C_i содержится единичная доля вещества в



момент времени $\tau \in [0, \infty)$, с начальными условиями $P_0(0) = 1, P_i(0) = 0, i = 1, 2, 3, 4, 5$.

В соответствии с размеченным графом составляется система дифференциальных уравнений (сложность которой зависит от количества состояний системы и вида функций распределения времени пребывания системы в заданном состоянии) на вероятности $P_i(\tau)$.

Для заданного графа система уравнений имеет вид

$$\begin{cases} P_0'(\tau) = -\lambda_{01}(\tau)P_0(\tau), \\ P_1'(\tau) = \lambda_{01}(\tau)P_0(\tau) - (\lambda_{12}(\tau) + \lambda_{13}(\tau))P_1(\tau) + \lambda_{21}(\tau)P_2(\tau), \\ P_2'(\tau) = \lambda_{12}(\tau)P_1(\tau) - (\lambda_{21}(\tau) + \lambda_{24}(\tau) + \lambda_{25}(\tau))P_2(\tau), \\ P_3'(\tau) = \lambda_{13}(\tau)P_1(\tau), \\ P_4'(\tau) = \lambda_{24}(\tau)P_2(\tau), \\ P_5'(\tau) = \lambda_{25}(\tau)P_2(\tau), \end{cases}$$

с начальными условиями $P_0(0) = 1, P_i(0) = 0, i = 1, 2, 3, 4, 5$ и условием нормировки:

$$\forall \tau, \sum_{i=0}^5 P_i(\tau) = 1,$$

где $\lambda_{ij}(\tau)$ – параметры процесса, описываемого размеченным графом состояний, которые являются интенсивностями перехода вещества из состояния в состояние и заключают в себе все наиболее существенные физико-химические особенности вещества и процесса в целом. Функциональный вид параметров (в частности числовые значения интенсивностей перехода) определяют из статистических данных традиционными методами. Сложность возникает в связи с тем, что не для каждого состояния системы сбор статистических данных доступен. Для получения заданных интенсивностей по каждому из состояний системы используется принцип «черного» ящика: по каждому из состояний, находящихся внутри «черного» ящика, для соответствующих интенсивностей находится допустимый интервал значений по известной концентрации на входе и выходе из него.

Если считать $\lambda_{ij}(\tau) \equiv \lambda \left[\frac{1}{\epsilon p} \right]$, то решение системы дифференциальных уравнений находится в аналитическом виде [1] стандартными методами.

По найденным вероятностям легко определить среднее число частиц растворенного вещества в каждом из состояний системы, концентрацию и другие показатели эффективности функционирования системы.

Следует заметить, что математическая модель не только основывается на методах теории массового обслуживания, но и использует теорию случайных процессов.

Литература

1. Павский В.А. и др. Применение методов теории массового обслуживания для описания процессов мембранного концентрирования (обзор) // Хранение и переработка сельхозсырья. 2001. № 12.

УДК 004.652

А.Л. Царегородцев, Н.В. Горлов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛУСТРУКТУРИРОВАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий, г. Ханты-Мансийск

Проблема повышения качества медицинской помощи является приоритетной задачей Российского государства. Высокий уровень здравоохранения служит залогом высокого качества жизни населения, что, в свою очередь, является основой безопасности нации. При этом особое значение имеет интеграция информационных систем и систем телекоммуникаций как средство повышения эффективности медицины,

обеспечивающее медицинскому работнику удаленный доступ к современным медицинским ресурсам, в том числе, международным. Одним из главных достоинств телемедицины является возможность приблизить высококвалифицированную и специализированную помощь работников ведущих медицинских центров к отдаленным районам и тем самым существенно сэкономить расходы на лечение. Все вышесказан-