

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ БЕЛКОВ КРОВИ

Тавдишвили Д.Р., канд. техн. наук, ассоц. проф.,
Рухадзе Ш.Ш., канд. техн. наук, проф.
Государственный университет Акакия Церетели (Грузия)

Перспективным методом концентрирования биологических растворов является процесс разделения под давлением через полупроницаемую перегородку (мембрану), в основном пропускающую растворитель и низкомолекулярные вещества и задерживающую высокомолекулярные соединения. Преимуществом метода является осуществление процесса без фазовых превращений при температуре окружающей среды, что имеет исключительно важное значение для термолабильных растворов.

Потребность в лечении и профилактике заболеваний требует значительного увеличения производства препаратов крови, в частности гамма-глобулина.

В настоящее время для получения гамма-глобулина из сыворотки крови в производственных условиях используется метод осаждения этиловым спиртом при низких температурах. Существующие способы концентрирования (лиофилизация, многоступенчатое вымораживание, вакуум-выпаривание, диализ, хроматография, электрофорез) – длительные процессы, которые приводят к частичной инаktivации биологических препаратов или используются только в лабораторных масштабах.

Исследования по концентрированию гамма-глобулина через ацетат-целлюлозные мембраны на лабораторной ячейке со статическим давлением показали высокую эффективность данного метода.

Одной из причин, которые сдерживают внедрение метода ультрафильтрации в производство биологических препаратов, является отсутствие высокоэффективных аппаратов промышленного типа.

К важнейшим факторам, влияющим на производительность аппарата и коэффициент разделения раствора, относится повышение концентрации раствора у поверхности мембран (концентрационная поляризация).

Нами предложен метод уменьшения толщины перемешиваемого слоя вблизи мембран в проточной ячейке. Он состоит в наложении на основной ламинарный поток пульсаций гидростатического давления.

Проведенные теоретические исследования показали, что наложение пульсирующего давления должно вызвать повышение проницаемости мембран, так как пульсации давления приводят к дополнительному росту касательного напряжения на поверхности мембраны.

В работе показано, что формирование динамических мембран (ДМ) связано с балансом тангенциального и нормального напряжений на их поверхности, причём с увеличением касательного напряжения толщина ДМ падает (её «срезает» касательное напряжение), то есть пульсации давления приводят к появлению дополнительного касательного напряжения на поверхности ДМ, препятствующего увеличению их толщины. Однако даже при невысоких значениях пульсации касательного напряжения на поверхности ДМ могут приводить к их разрушению в силу известного понижения прочности контакта как между частицами, так и между частицами и мембраной.

Для проверки этого утверждения была создана экспериментальная установка, состоящая из проточной ячейки и насоса, нагнетающего пульсирующее давление. Для работы в режиме «без пульсации» в схеме предусмотрен демпфер, в котором противодавление создаётся с помощью сжатого азота. Изменить частоту пульсации давления можно путём изменения числа оборотов водила, в который посажены ролики. Постоянный градиент давления в системе устанавливается с помощью вентиля-манометра.

Результаты экспериментов показали, что наложение пульсирующего давления ведет к повышению проницаемости мембран относительно разделения без пульсации давления, которая достигает максимума в районе $\delta=1,2$. При промывке отработавших мембран дистиллированной водой в «пульсирующем» режиме их проницаемость восстанавливалась до первоначальной, что подтверждают теоретически полученные результаты. Это даёт возможность определить оптимальную высоту канала при известном значении частоты пульсации давления, вытекающей из зависимости

$$h\sqrt{(\omega/2\nu)} = 1,2.$$

Полученные результаты можно применить в пищевой промышленности как в баромембранных, так и электромембранных процессах при производстве плодово-ягодных соков, вин, молочной сыворотки и других жидких продуктов, что имеет большое практическое значение.