

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА МАССООДАЧИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Ю. П. Осадчий¹, И. В. Морозов², А. В. Маркелов¹,
Д. В. Марков¹, Р. Р. Хабибуллин¹

¹ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический
университет»

(г. Иваново, Российская Федерация)

²ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная
академия имени Д. К. Беляева»

(г. Иваново, Российская Федерация)

Аннотация: Исследовались технология регенерации синтетических моторных масел (СММ) и методы определения концентрации компонентов, добавляемых для повышения эффективности регенерации полимерных анизотропных мембран.

Ключевые слова: синтетические моторные масла; регенерация; эффективность; полимерные мембраны.

DETERMINATION OF THE MASS DISPOSAL RATIO OF BOTH OILS

Yu. P. Osadchy^a, I. V. Morozov^b, A. V. Markelov^a,
D. V. Markov^a, R. R. Khabibullin^a

^aIvanovo State Polytechnic University

(Ivanovo, Russian Federation)

^bIvanovo State Agricultural Academy by D.K. Belyaev

(Ivanovo, Russian Federation)

Abstract: Synthetic motor oil regeneration technology (SMM) and methods of determining the concentration of components added to improve the regeneration of polymer anisotropic membranes have been investigated.

Keywords: synthetic motor oils; regeneration; efficiency; polymer membranes.

Выдвинут ряд гипотез для теоретического описания процессов разделения через непористые и пористые полимерные мембраны. Рассмотрено влияние на процесс разделения различных

факторов: температуры, давления, природы разделяемых веществ, характеристик мембран, концентрации компонентов в разделяемом растворе [1]. Наиболее близкой к описанию механизма селективного разделения, по нашему мнению, является точка зрения, предложенная А. Н. Черкасовым [2]. Согласно этой теории, на поверхности мембраны не происходит полного перекрытия пор слоем связанных органических соединений или слоем геля, размеры пор уменьшаются на некоторую постоянную величину, зависящую от свойств разделяемых растворов и от режима протекания процесса.

На основании проведенных исследований по оценке эффективности отечественных полимерных мембран «Владипор» [3] для регенерации отработанных моторных масел, после предварительной очистки от механических примесей на автотранспортных предприятиях, где показана возможность применения полимерных мембран, имеющих наибольшую производительность и высокую степень селективности по отношению к органическим соединениям, коллоидным суспензиям примесей отработанного моторного масла. Самыми оптимальными параметрами обладают трубчатые мембраны БТУ-0,5/2 марок Ф-1, ПСА-1. Ультрафильтрация – это разделение частиц микронных размеров (от 0,01 до 1 мкм). Осмотическое давление здесь играет незначительную роль, так как частицы относительно велики, а их количество в данном объеме незначительно. Частицы, не прошедшие через мембрану, накапливаются на ее поверхности, образуя плотный слой. В данной модели переноса четыре параметра (R_m , R_r , β , X_c) которые необходимо определить для прогнозирования потока пермеата.

Сопротивление мембраны R_m можно определить опытным путем при разделении чистой воды и расчета уклона кривой отношения «поток-мембрана». Сопротивление мембраны с известным распределением размеров пор рассчитывается с помощью уравнения Хагена-Пуазейля для ламинарного потока:

$$R_m = \frac{128 \cdot \mu \cdot b}{\pi \cdot \sum n_p \cdot d_p^4}, \quad (1)$$

Гидравлическое сопротивление слоя задержания частиц R_r можно рассчитать, если считать этот слой несжимаемым соглас-

но формуле Кармена-Козени при коэффициенте K равному 4,9...5,1:

$$R_r = K(1 - \varepsilon)^3 \cdot Q_3 \cdot \frac{2\partial}{\varepsilon^3} \quad (2)$$

Коэффициент массоотдачи можно определить по аналогичной задаче для расчета теплопередачи при ламинарном потоке в трубе [3]:

$$\beta = 0,807 \left(\gamma \cdot \frac{D^2}{L} \right)^{1/3} \quad (3)$$

Значение коэффициента диффузии растворенного вещества D , в уравнении (3), является вопросом дискуссионным. Коэффициент диффузии, выражаемый уравнением Стокса-Энштейна, при расчете дает заниженные значения β , вследствие потока пермеата и как следует из литературы, определение D по уравнению (3) гораздо лучше согласуется с экспериментальными данными.

$$D = 0,0075 \cdot d_p^2 \cdot \gamma \quad (4)$$

Коэффициент массоотдачи с учетом коэффициента диффузии выражается уравнением (5), с помощью которого можно определить строгую линейную зависимость, и, следовательно, он лучше коррелирует с экспериментальными данными.

$$\beta = 0,078 \left(\frac{d_p^4 \cdot \gamma^3}{16L} \right)^{1/3} \quad (5)$$

При УФ модель переноса содержит четыре параметра – сопротивление мембраны (R_m), сопротивление слоя задержанных частиц (R_r), коэффициент массоотдачи (β) и концентрация в намывном слое (X_2), которые для прогнозирования потока пермеата необходимо определить. Оценка этих параметров является предметом различных исследований. Если для определения коэффициента массоотдачи вязкость раствора может быть определена экспериментально, то диффузионную способность растворов так определить затруднительно. Для макромолекулярных белковых растворов корректные результаты дает расчет по уравнению Стокса-Эйнштейна:

$$D = \frac{k \cdot T}{3 \cdot \pi \cdot \mu \cdot d_p} \quad (6)$$

Коэффициент диффузии (6) уменьшается с увеличением размера частиц. Это выражается в ослаблении потока с увеличением размера частиц, что согласуется с экспериментальными данными для макромолекулярных растворов. В случае коллоидных взвесей наблюдается увеличение потока с ростом размеров частиц. Это можно объяснить работой механизма (отличающегося от броуновской диффузии), ответственного в коллоидных взвешах за встречный перенос растворенного вещества.

Большое значение имеет использование данного процесса при разделении веществ, чувствительных к температурному режиму, так как при ультрафильтрации растворы не нагреваются и не подвергаются химическому воздействию. Отсюда очень низкие энергетические затраты, примерно в 20...60 раз ниже, чем при дистилляции. Из всех видов мембранного разделения ультрафильтрация нашла наиболее разнообразное применение. Важное промышленное применение ультрафильтрации – разделение систем на компоненты, концентрирование и очистка высокомолекулярных веществ. Разработаны технологические режимы для разделения реальных отработанных синтетических моторных масел, позволяющие уменьшить ущерб окружающей среде от применения баромембранных методов в различных отраслях промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поворов А. А. Гидрофильные композитные мембраны на основе фторпласта-42Л // Теория и практика фильтрования. Иваново, 1998. 98 с.
2. Поляков Г. В., Дытнерский Ю. И., Лукавый Л. С. О механизме разделения водных растворов солей обратным осмосом // ТОХТ. 1972. Т. 6. № 4. С. 628-631.
3. Возможность регенерации минерального моторного масла / И. В. Морозов, В. А. Масленников, Ю. П. Осадчий, А. В. Маркелов // Аграрный вестник Верхневолжья. 2014. № 3 (8). С. 25-27.

REFERENCES

1. Povorov A. A. *Gidrofil'nye kompozitnye membrany na osnove fluorplasta-42L* [Hydrophilic composite membranes based on fluoroplast-42L]. *Teoriia i praktika fil'trovaniia*, Ivanovo, 1998, 98 p.

2. Poliakov G. V., Dytnerskii Yu. I., Lukavyi L. S. *O mekhanizme razdeleniia vodnykh rastvorov solei obratnym osmosom* [On the mechanism of separation of aqueous solutions of salts by reverse osmosis]. *TOKhT*, 1972, vol. 6, no. 4, pp. 628-631.

3. Morozov I. V., Maslennikov V. A., Osadchii Yu. P., Markelov A. V. *Vozmozhnost' regeneratsii mineral'nogo motornogo masla* [The possibility of regeneration of mineral motor oil]. *Agrarnyi vestnik Verkhnevolzh'ia*, 2014, no. 3 (8). pp. 25-27.

Об авторах:

Осадчий Юрий Павлович, доцент кафедры транспорта и автомобильных дорог ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (153000, Ивановская область, г. Иваново, Шереметевский пр., 21), доктор технических наук, доцент, osadchiy-y@mail.ru.

Морозов Игорь Васильевич, доцент кафедры «Технический сервис и механика» ФГБОУ ВО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д. К. Беляева» (153012, Ивановская область, г. Иваново, ул. Советская, д. 45), кандидат технических наук, доцент, morded@mail.ru.

Маркелов Александр Владимирович, доцент кафедры транспорта и автомобильных дорог ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (153000, Ивановская область, г. Иваново, Шереметевский пр., 21), кандидат технических наук, amarcel203@mail.ru.

Марков Даниил Владимирович, магистрант ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (153000, Ивановская область, г. Иваново, Шереметевский пр., 21), markov01@mail.ru.

Хабибуллин Руслан Рашидович, магистрант ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (153000, Ивановская область, г. Иваново, Шереметевский пр., 21), pchabb@mail.ru.

About the authors:

Yuri P. Osadchy, associate professor of the Department of Transport and Highways, Ivanovo State Polytechnic University (153000, Ivanovo region, Ivanovo, Sheremetyevo ave., 21), D.Sc. (Engineering), associate professor, osadchiy-y@mail.ru.

Igor V. Morozov, Associate Professor of the Department «Technical Service and Mechanics» Ivanovo State Agricultural Academy by D.K. Belyaev

(153012, Ivanovo region, Ivanovo, Sovetskaya str., 45), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, morded@mail.ru.

Alexander V. Markelov, associate professor of the Department of Transport and Highways, Ivanovo State Polytechnic University (153000, Ivanovo region, Ivanovo, Sheremetyevo ave., 21), Cand.Sc. (Engineering), associate professor, amarcel203@mail.ru.

Daniil V. Markov, master's student, Ivanovo State Polytechnic University (153000, Ivanovo region, Ivanovo, Sheremetyevo ave., 21), markov01@mail.ru.

Ruslan R. Khabibullin, Master's student, Ivanovo State Polytechnic University (153000, Ivanovo region, Ivanovo, Sheremetyevo ave., 21), pchabb@mail.ru.