

УДК 664
ББК 36-1
Б-71

Блягоз Хазрет Рамазанович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологий, машин и оборудования пищевых производств Майкопского государственного технологического университета, ректор Майкопского государственного технологического университета, т.: (8772)570011;

Схаляхов Анзаур Адамович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры технологий, машин и оборудования пищевых производств, декан технологического факультета Майкопского государственного технологического университета, т.: (8772)570412;

Заславец Александр Алексеевич, соискатель кафедры машин и аппаратов пищевых производств Кубанского государственного технологического университета, т.: (861)2752279;

Кошевой Евгений Пантелеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой машин и аппаратов пищевых производств Кубанского государственного технологического университета, т.: (861) 2752279;

Косачев Вячеслав Степанович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств Кубанского государственного технологического университета, т.: (861) 2752279.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕМБРАННОГО ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ НАНО- И МИНИЭМУЛЬСИЙ* (рецензирована)

В статье рассмотрен процесс формирования нано- и миниэмульсий в трубчатых керамических мембранах. На основе гидродинамических зависимостей мембранного контактора проведено моделирование основных показателей мембранного процесса эмульгирования.

Ключевые слова: мембранное эмульгирование, керамические мембраны, нано- и миниэмульсии, мембранный контактор, фаза

Blyagoz Khazret Ramazanovich, Doctor of Technical Sciences, professor, professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food industry, Rector of Maikop State Technological University, tel.: (8772) 570011;

Skhalyakhov Anzaur Adamovich, Doctor of Technical Sciences, associate professor, professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food industry, Dean of the Technological Faculty of Maikop State Technological University, tel.: (8772) 570412.

Zaslavets Alexander Alexeevich, seeker of the Department of Machines and Equipment for Food industry, Kuban State Technological University, tel.: (861) 2752279;

Koshevoi Eugenij Panteleevich, Doctor Of Technical Sciences, Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Food industry, Kuban State Technological University, tel.: (861) 2752279;

Kosachev Vyacheslav Stepanovich, Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of Machines and Equipment for Food industry, Kuban State Technological University, tel.: (861) 2752279.

MODELING OF MEMBRANE PROCESS OF NANO- AND MINIEMULSIONS FORMATION

This article describes the formation of nano-and miniemulsions in tubular ceramic membranes. Modeling of the basic parameters of the membrane emulsification process based on the hydrodynamic dependence of the membrane contactor has been carried out.

Keywords: membrane emulsification, ceramic membranes, nano-and miniemulsions, membrane contactor, phase.

В последние годы отмечается увеличивающийся интерес относительно формирования и использования нано- или миниэмульсий [1]. К ним, например, относятся липосомы, которые типично состоят из двойных слоев молекул фосфолипидов, представленных в форме сферы [2]. При производстве эмульсий при различных видах гомогенизации (с высоким давлением, с ультразвуком, с различной системой статора – ротора) разрушение капелек вызывается сдвиговыми механизмами. Эти процессы обычно имеют низкий энергетический коэффициент полезного действия, плохое управление

размером капелек и характеристиками их распределения, а также имеют существенное нежелательное повышение температуры и затрудненное масштабирование установок [3].

Мембранное эмульгирование – осуществляется с помощью техники, использующей новую концепцию производства капелек для производства эмульсии [3]. В этом методе, давление применено для обеспечения проникновения дисперсной фазы через пористую мембрану в непрерывную фазу. За счет движения непрерывной фазы [4] или за счет движения (вращения) мембранной поверхности [5] создается сдвиговое воздействие, и таким образом, сформированные капельки могут быть отделены от мембранной поверхности, и оказаться в непрерывной фазе. Таким образом, особенностью технологии мембранного эмульгирования по сравнению с обычным процессом эмульгирования является то, что в этой системе разрушение капельки производится, главным образом, за счет комбинации факторов, требующих соответствующего выбора – свойств пористой мембраны, скорости течения фаз и характера сдвига между непрерывной фазой и мембранной поверхностью. Метод обеспечивает намного более узкое распределение размера капелек за счет большей степени управления свойствами изделия и характеристиками. Кроме того, производительность процесса в системе мембранного эмульгирования проще масштабируется за счет увеличения или уменьшения площади мембраны, которая производит капельки, при сохранении всех других существенных параметров того же самого процесса [6].

Для исследования мембранного процесса формирования нано- и миниэмульсий создана лабораторная установка, основным элементом которой является мембранный контактор (рисунок 1), в котором внутри керамической трубы течет водная фаза, а во внешний объем картриджа подается под давлением масляная фаза. Масляная фаза под действием трансмембранного давления проходит через поры мембраны и, за счет возникающего сдвигового напряжения внутреннего потока, отделяется от внутренней стенки мембраны и уносится потоком.

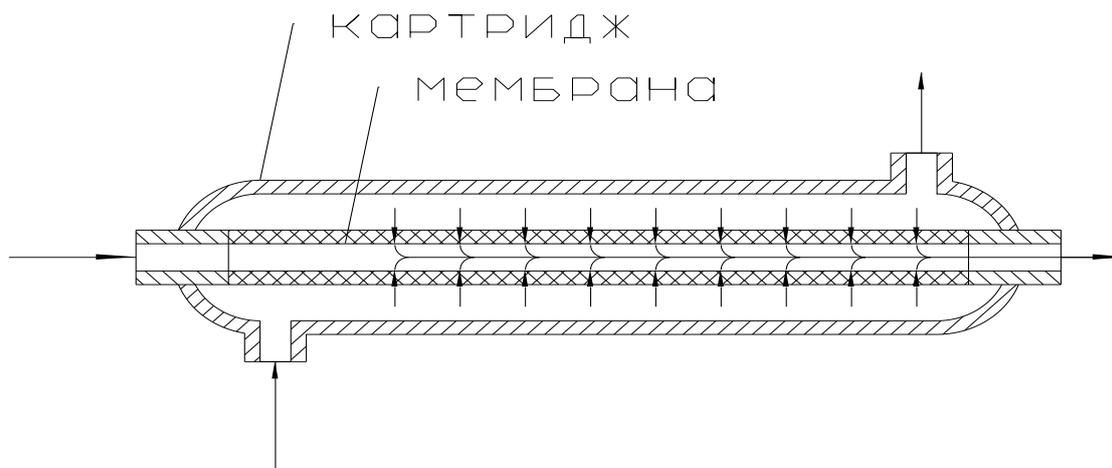


Рис. 1. Схема мембранного контактора для приготовления эмульсий

Режимы работы установки моделировались с использованием разработанной нами математической модели мембранного контактора [7] и данных по проницаемости трубчатой керамической мембраны [8].

На рисунке 2 представлены результаты моделирования работы трубчатой керамической мембраны. При регулируемом перепаде давлений водяного контура внутри мембраны (в пределах от 1,02 атм – на входе до 1,00 атм – на выходе) и регулируемом перепаде давлений в картридже (в пределах от 6 атм – на входе до 5,99 атм – на выходе), доля масла в водной фазе достигала 6,15% при минимальном давлении внутри мембраны. Изменение давления снаружи мембраны в исследуемом диапазоне практически не влияет на долю липидов в получаемой эмульсии.

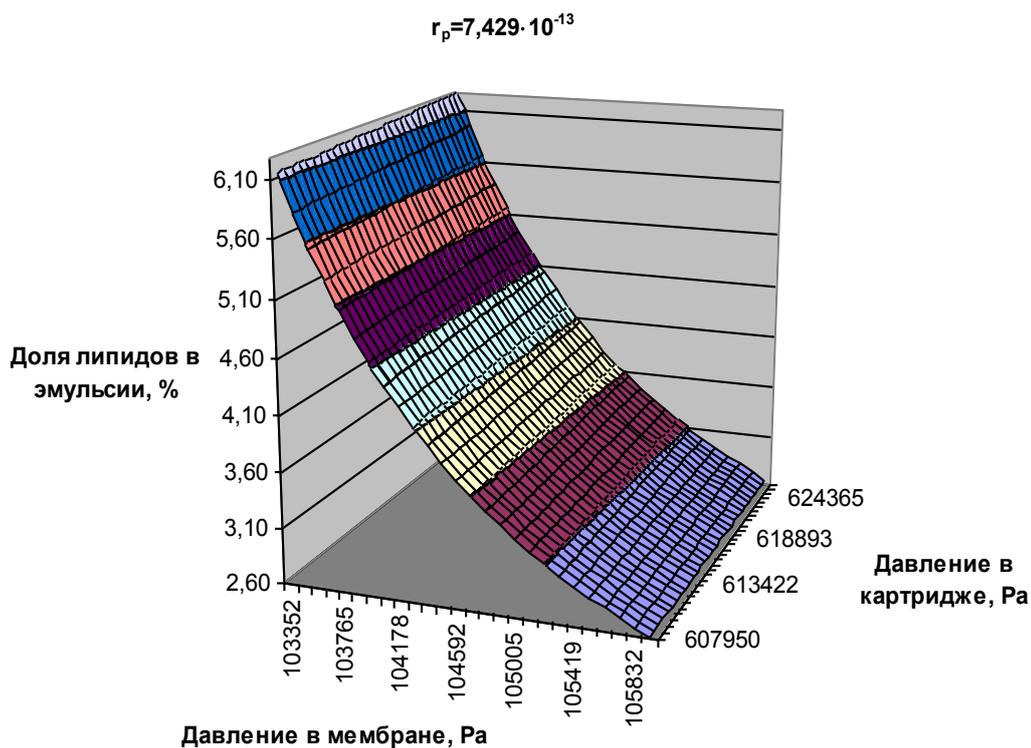


Рис. 2. Зависимость доли липидов в эмульсии при использовании трубчатой керамической мембраны с проницаемостью $r_p = 7,429 \times 10^{-13}$ м

На рисунке 3 представлены данные моделирования относительно размеров получаемых капелек в зависимости от давлений внутри и снаружи мембраны.

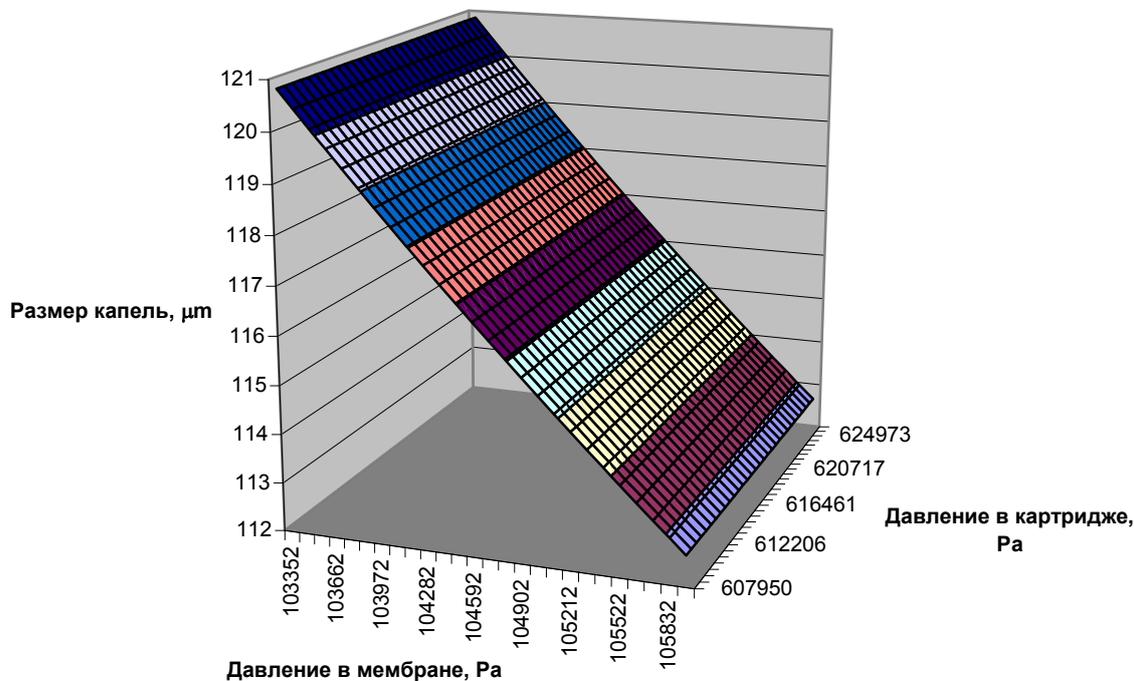


Рис. 3. Размер капель в зависимости от режимов работы мембранной установки

В ы в о д

Из представленных данных можно сделать вывод о том, что величина капле зависит в основном от скорости потока внутри мембраны.

*Исследования, представленные в статье, выполнены в рамках тематического плана Министерства образования и науки РФ на 2010-2013 годы.

Литература:

1. Henry J.V.L., Fryer P.J., Frith W.J., Norton I.T. The influence of phospholipids and food proteins on the size and stability of model sub-micron emulsions. Food Hydrocolloids 2010. 24. P. 66-71.
2. Shahidi F. Bailey's industrial oil & fats products. 6th ed. Wiley-Interscience publication. 2004.
3. Williams R.A., Making the perfect particle, Ingenia 2001. 7. P. 1.
4. Charcosset C., Fessi H. Preparation of nanoparticles using a membrane contactor: influence of process parameters. Book of Abstracts European Congress of Chemical Engineering (ECCE-6) Copenhagen, 16-20 September 2007.
5. Aryanti N., Hou R., Williams R.A. Performance of a rotating membrane emulsifier for production of coarse droplets. Journal of Membrane Science. 2009. 326. P. 9-18.
6. Yuan Q., Hou R., Aryanti N., Williams R.A., Biggs S., Lawson S., Silgram H., Sarkar M., Birch R., Manufacture of controlled emulsions and particulates using membrane emulsification. Desalination. 2008. 244. P. 215.
7. Схаляхов А.А., Косачев В.С., Кошевой Е.П. Математическое моделирование процесса разделения жидких смесей в мембранном модуле с различной организацией потоков // Известия вузов. Пищевая технология. 2009. №2-3. С. 71-74.
8. Определение проницаемости полволоконных и трубчатых мембран / Схаляхов А.А. [и др.] // Там же. С. 96-98.