



УДК 628.16:62-278

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МЕМБРАННЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ РАСТВОРОВ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ ПОЛЕ

•••••

## PROMISING DESIGNS OF MEMBRANE DEVICES FOR SEPARATION OF SOLUTIONS IN A CENTRIFUGAL FIELD

### Доан Минь Кыонг

аспирант кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств»,  
Волгоградский государственный технический университет  
victorydoan@yandex.ru

### Голованчиков Александр Борисович

доктор технических наук, профессор кафедры  
«Процессы и аппараты химических и пищевых производств»,  
Волгоградский государственный технический университет  
pahp@vstu.ru

### Петрухин Алексей Владимирович

кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Системы автоматизированного проектирования  
и поискового конструирования»,  
Волгоградский государственный технический университет  
cad@vstu.ru

**Аннотация.** Описаны 6 новых конструкций мембранных аппаратов, защищенных патентами на полезные модели РФ. Их основной технической новизной является использование центробежного поля для создания движущей силы в процессах ультрафильтрации и обратного осмоса с использованием известных физических эффектов: гидроудара, гидроклина, обеззараживания электрическим током и ультрафиолетовыми лампами, резонанса и вибрации.

**Ключевые слова:** центробежное поле, мембрана, ультрафильтрация, обратный осмос, гидроудар, гидроклин, обеззараживание, резонанс, вибрация.

### Doan Minh Cuong

Postgraduate student of the Department  
«Processes and devices of chemical  
and food production»,  
Volgograd state technical University  
victorydoan@yandex.ru

### Golovanchikov Alexander Borisovich

Doctor of technical Sciences, Professor of  
the Department «Processes and devices  
of chemical and food production»,  
Volgograd state technical University  
pahp@vstu.ru

### Petrukhin Alexey Vladimirovich

Candidate of technical Sciences, associate  
Professor of the Department of  
computer-aided design and search  
engineering»,  
Volgograd state technical University  
cad@vstu.ru

**Annotation.** 6 new designs protected by patents for utility models of the Russian Federation are described. Their main technical novelty is the use of a centrifugal field to create a driving force in the processes of ultrafiltration and reverse osmosis using known physical effects: water hammer, hydroclonic, disinfection by electric current and ultraviolet lamps, resonance, vibration.

**Keywords:** centrifugal field, membrane, ultrafiltration, reverse osmosis, water hammer, hydroclonic, disinfection, resonance, vibration.

После создания синтетических полимеров и технологии получения из них тонких пленок, толщиной до 100 мк и активным полупроницаемым подслоем толщиной 10 ÷ 30 мк удалось создать экспериментальные и промышленные мембранные установки для разделения растворов и газов на молекулярном и ионном уровнях.

По аналогии с процессами фильтрования в центробежном поле авторами разработаны конструкции перспективных мембранных аппаратов в центробежном поле.

Целью работы является применение известных физических эффектов для интенсификации процессов ультрафильтрации и обратного осмоса в центробежном поле.

Для создания движущей силы в процессах ультрафильтрации необходимо избыточное давление до 5 ати.

Давление на стенке ротора определяется по формуле:

$$p = \frac{\rho \cdot \omega^2 \cdot r^2}{2}, \quad (1)$$

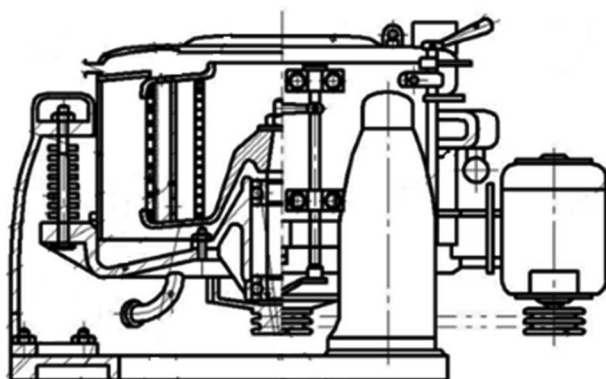
где  $p$  – давление, ати.;  $\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;  $\omega$  – угловая скорость вращения ротора, с<sup>-1</sup>;  $r$  – радиус ротора, м.

Пример: для создания движущей силы в обратноосмотических процессах необходимо избыточное давление от 40 до 60 ати. Его можно реализовать в суперцентрифугах, работающих при  $\omega = 10^3$  с<sup>-1</sup> и радиусе ротора  $r = 0,1$  м [1].

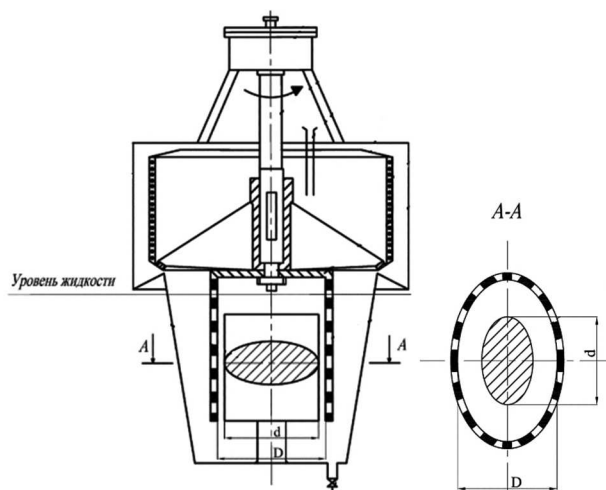


Для повышения эффективности работы таких центрифуг, а также для расширения их функциональных возможностей эти машины комплектуют дополнительным внешним перфорированным ротором, на внутренней стенке которого закрепляют полупроницаемую мембрану (рис. 1).

Для интенсификации процесса фильтрования разработаны конструкции ультрафильтрующих центрифуг, позволяющие вести процесс центробежного фильтрования с непрерывным тиксотропным разжижением осадка, образующегося за счет концентрационной поляризации под действием крутильных колебаний, что приводит к увеличению скорости фильтрования, а значит и к росту производительности (рис. 2).

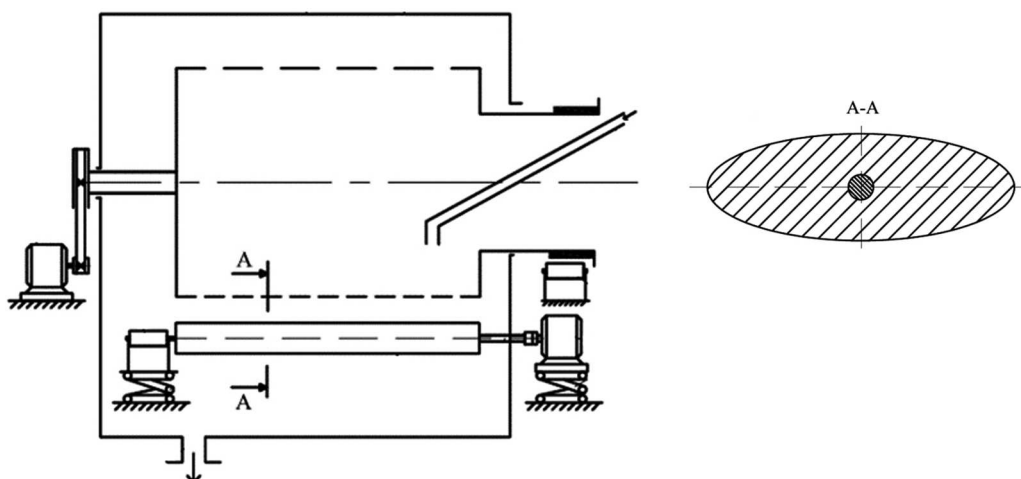


**Рисунок 1** – Двухроторная маятниковая ультрафильтрующая центрифуга [2]  
(совмещение в одном объекте центробежного давления и ультрафильтрации)



**Рисунок 2** – Схема ультрафильтрующей центрифуги с крутильными колебаниями [3] и [4]  
(Совмещение в одном объекте центробежного давления и гидроклина)

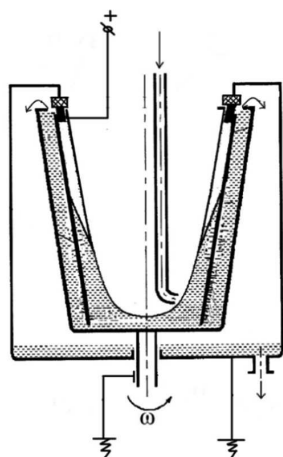
На рисунке 3 представлена конструкция резонансной ультрафильтрующей центрифуги с непрерывной регенерацией пор фильтровальной поверхности мембраны за счет гидроудара и резонансных колебаний вала с большой амплитудой, позволяющая очистку трудноразделимых суспензий и неньютоновских жидкостей, обладающих высокой вязкостью.



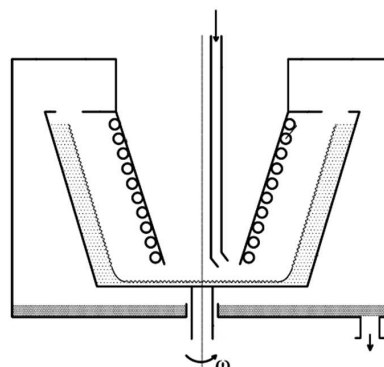
**Рисунок 3** – Схема резонансной ультрафильтрующей центрифуги с регенерацией микропор в гидроклине [5]  
(использование физических эффектов: гидроклин, гидроудар с резонансом)

Для разделения суспензий и эмульсий, очистки жидкостей с одновременным их обеззараживанием были разработаны конструкции центрифуг с использованием физических эффектов (совмещение в одном объекте центробежного давления, ультрафильтрации и обеззараживания) (рис. 4 и 5).

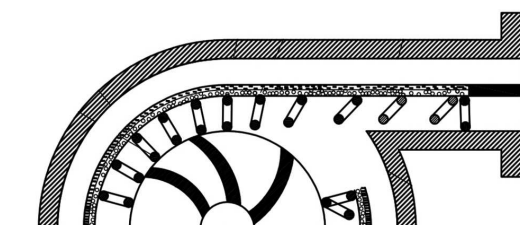
Широкое распространение насосного оборудования для перекачивания жидкостей позволило разработать конструкцию устройства (рис. 6), позволяющего перекачивать жидкость и одновременно проводить её ультрафильтрацию с применением полупроницаемой мембраны, которая крепится в корпус насоса на перфорированную перегородку.



**Рисунок 4** – Схема ультрафильтрующей центрифуги с обеззараживанием электрическим током [6]



**Рисунок 5** – Схема ультрафильтрующей центрифуги с обеззараживанием ультрафиолетовыми лампами



**Рисунок 6** – Схема центробежного насоса для ультрафильтрации [7]  
(совмещение в одном объекте перекачивания и ультрафильтрации жидкости)

### Литература:

1. Моделирование процесса обратного осмоса в фильтрующих центрифугах / А.Б. Голованчиков, М.И. Филимонов, Минь Кыонг Доан // Известия ВолгГТУ. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. – Волгоград, 2018. – № 8 (218) август. – С. 14–19.
2. П. м. 177265 Российская Федерация, МПК В04В3/00, В04В5/10, В01Д63/16, В04В9/14 Маятниковая центрифуга / А.Б. Голованчиков, М.И. Филимонов, В.И. Горбатенко, Н.А. Прохоренко, П.Э. Коворова, Минь Кыонг Доан; ВолгГТУ. – 2018.
3. П. м. 191306 Российская Федерация, МПК В04В3/06, В04В1/06 Фильтрующая центрифуга / А.Б. Голованчиков, Минь Кыонг Доан, Н.А. Прохоренко, Н.В. Шибитова, С.А. Писанко; ВолгГТУ. – 2019.
4. П. м. 191345 Российская Федерация, МПК В04В3/00, В04В5/12, В04В7/08, В04В9/02 Вертикальная центрифуга / А.Б. Голованчиков, Минь Кыонг Доан, А.Е. Новиков, М.И. Филимонов, Д.М. Баранов; ВолгГТУ. – 2019.
5. П. м. 186247 Российская Федерация, МПК В04В3/06 Вертикальная подвесная центрифуга / А.Б. Голованчиков, Минь Кыонг Доан, С.А. Фоменков, Д.М. Коробкин, Тхи Хуен Ву; ВолгГТУ. – 2019.
6. П. м. 195500 Российская Федерация, МПК В04В1/00, В04В3/00, В01Д43/00 Центрифуга / А.Б. Голованчиков, Минь Кыонг Доан, А.Е. Новиков, М.И. Филимонов, С.А. Фоменков, Д.М. Коробкин; ВолгГТУ. – 2020.
6. П. м. 174208 Российская Федерация, МПК F04D29/70, В01Д63/00 Центробежный насос / А.Б. Голованчиков, Н.А. Прохоренко, Тхи Хуен Ву, Минь Кыонг Доан, М.И. Филимонов; ВолгГТУ. – 2017.

### References:

1. Modeling of reverse osmosis process in filter centrifuges / A.B. Golovanchikov, M.I. Filimonov, min Kyong Doan // Izvestiya Volgstu. Ser. Actual problems of management, computer engineering and Informatics in technical systems. – Volgograd, 2018. – № 8 (218) August. – P. 14–19.
2. P. M. 177265 Russian Federation, IPC B04B3/00, B04B5/10, B01D63/16, B04B9/14 Pendulum centrifuge / A.B. Golovanchikov, M.I. Filimonov, V.I. Gorbatenko, N.A. Prokhorenko, P.E. Kovorova, Minh Cuong Doan; Volgstu. – 2018.
3. P. M. 191306 Russian Federation, IPC B04B3 / 06, b04b1/06 Filter centrifuge / A. B. Golovanchikov, Minh Cuong Doan, N.A. Prokhorenko, N.V. Shibitova, S.A. Pisanko; VSTU. – 2019.
4. P. M. 191345 Russian Federation, IPC B04B3/00, B04B5/12, B04B7/08, B04B9/02 Vertical centrifuge / A.B. Golovanchikov, Minh Cuong Doan, A.E. Novikov, M.I. Filimonov, D. M. Baranov; VSTU. – 2019.
5. P. M. 186247 Russian Federation, IPC B04B3 / 06 Vertical suspended centrifuge / A.B. Golovanchikov, Minh Cuong Doan, S.A. fomenkov, D.M. Korobkin, Thi Huyen Vu; VSTU. – 2019.
6. P. M. 195500 Russian Federation, IPC B04B1/00, B04B3/00, B01D43/00 Centrifuge / A.B. Golovanchikov, Minh Cuong Doan, A. E. Novikov, M. I. Filimonov, S. A. fomenkov, D. M. Korobkin; VSTU. – 2020.
7. P. M. 174208 Russian Federation, IPC F04D29 / 70, B01D63/00 Centrifugal pump / A.B. Golovanchikov, N.A. Prokhorenko, Thi Huyen Vu, Minh Cuong Doan, M.I. Filimonov; VSTU. – 2017.