

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МОЮЩИХ СРЕДСТВ ДЛЯ МЕМБРАННЫХ УСТАНОВОК В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

DEVELOPMENT OF A COMPLEX OF DETERGENTS FOR MEMBRANE UNITS IN THE DAIRY INDUSTRY

Юлия В. Матвейчук, кандидат химических наук, доцент
Дмитрий В. Станишевский, химик

Yuliya V. Matveichuk, candidate of chemistry sciences, associate professor
Dmitry V. Stanishevskii, chemist

ООО «НОРДХИМ», Республика Беларусь, Минск,

LLC «NORDKHIM», Republic of Belarus, Minsk

Контактное лицо: Юлия В. Матвейчук, кандидат химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, ООО «НОРДХИМ», г. Минск, Республика Беларусь.

E-mail: Yu_Matveichuk@mail.ru; тел. + 375 29 549 14 50

Формат цитирования: Матвейчук Ю.В., Станишевский Д.В. Разработка комплекса моющих средств для мембранных установок в молочной промышленности // *Аграрно-пищевые инновации*. 2021. Т. 14, N 2. С. 89-99. DOI: 10.31208/2618-7353-2021-14-89-99

Principal Contact: Yuliya V. Matveichuk, candidate of chemistry sciences, associate professor, Leading Researcher, LLC «NORDKHIM», Minsk, Republic of Belarus.

E-mail: Yu_Matveichuk@mail.ru; Republic of Belarus, tel.: +375 29 549 14 50

How to cite this article: Matveichuk Yu.V., Stanishevskii D.V. Development of a complex of detergents for membrane units in the dairy industry. *Agrarian-and-food innovations*, 2021, vol. 14, no. 2, pp. 89-99. (In Russian) DOI: 10.31208/2618-7353-2021-14-89-99

Резюме.

Цель. Разработка комплекса отечественных моющих средств (кислотных, щелочных, ферментных, хлорсодержащих, ПАВ-содержащих добавок) для мембранных установок, используемых в молочной промышленности.

Материалы и методы. Приведены методики контроля концентрации действующих веществ в концентратах средств на примере КАТЕЛОН 202 – определение общей кислотности методом кислотно-основного потенциометрического титрования (в пересчете на HNO_3) и КАТЕЛОН 114 – определение массовой доли активного хлора методом окислительно-восстановительного титрования.

Результаты. Разработан комплекс моющих средств для мембранных установок (ультрафильтрации (УФ, UF), микрофильтрации (МФ, MF), нанофильтрации (НФ, NF), обратного осмоса (ОО, RO)), используемых в молочной промышленности и включающий щелочные непенные, средне-, низкопенные средства КАТЕЛОН 109, КАТЕЛОН 110, КАТЕЛОН 115; щелочное хлорсодержащее непенное средство КАТЕЛОН 114; кислотные непенные КАТЕЛОН 202, КАТЕЛОН 207, КАТЕЛОН 208; высокопенные нейтральные добавки КАТЕЛОН 308 и КАТЕЛОН 309 - усилители моющего эффекта для КАТЕЛОН 109, КАТЕЛОН 110, КАТЕЛОН 115; консервирующая непенная добавка КАТЕЛОН 310 для предохранения от микробиологических загрязнений; ферментная среднепенная добавка КАТЕЛОН 601.

Приведен состав всех средств, их краткая характеристика и физико-химические показатели, а также примерная программа мойки комплексом разработанных препаратов. Получены зависимости рН и электропроводности для КАТЕЛОН 109, КАТЕЛОН 110, КАТЕЛОН 115, КАТЕЛОН 202, КАТЕЛОН 207, КАТЕЛОН 208.

Заключение. Комплекс моющих средств успешно применяется на ОАО «Копыльский маслосырзавод», ОАО «Любанский сыродельный завод», ОАО «Минский молочный завод № 1», ОАО «Верхнедвинский маслосырзавод», ОАО «Молодечненский молочный комбинат», Воложинский производственный участок ОАО «Минский молочный завод № 1», Толочинский филиал ОАО «Лепельский молочноконсервный комбинат».

Ключевые слова: мембранные фильтры, молочная промышленность, кислотные, щелочные, ферментные моющие средства.

Abstract

Aim. *Development of a complex of detergents (acidic, alkaline, enzymatic, chlorine-containing, surfactant-containing additives) for membrane units used in the dairy industry.*

Materials and Methods. *Methods for controlling the concentration of active substances in concentrates of agents are given on the example of KATELON 202 - determination of total acidity by the method of acid-base potentiometric titration (in terms of HNO_3) and KATELON 114 – determination of the mass fraction of active chlorine by redox titration.*

Results. *A complex of detergents for membrane plants (ultrafiltration (UV, UF), microfiltration (MF, MF), nanofiltration (NF, NF), reverse osmosis (RO, RO)), used in the dairy industry and including alkaline non-foaming, medium-, low-foam products KATELON 109, KATELON 110, KATELON 115; alkaline chlorine-containing non-foamy agent KATELON 114; acid non-foamy KATELON 202, KATELON 207, KATELON 208; high-foam neutral additives KATELON 308 and KATELON 309 – enhancers of the washing effect for KATELON 109, KATELON 110, KATELON 115; preservative non-foaming additive KATELON 310 for protection from microbiological contamination; enzyme medium supplement KATELON 601.*

The composition of all products, their brief characteristics and physicochemical indicators, as well as an approximate program of washing with a complex of developed preparations are given. The dependences of pH and electrical conductivity were obtained for KATELON 109, KATELON 110, KATELON 115, KATELON 202, KATELON 207, KATELON 208.

Conclusion. *The complex of detergents is successfully used at Kopylsky Butter Cheese Plant, Lyubansky Cheese Making Plant, Minsk Dairy Plant No. 1, Verkhnedvinsky Butter and Cheese Plant, Molodechno Dairy Plant, Volozhin production site of Minsk Dairy Plant No. 1, Tolochin Branch of Lepel Dairy Canning Plant.*

Key words: *membrane filters, dairy industry, acidic, alkaline, enzymatic detergents.*

Введение. Появление новых мембранных материалов дало возможность создать технологию, позволяющую сохранить и использовать компоненты молочных продуктов, которые ранее безвозвратно терялись на стадии производства, т.е. разработать и использовать мембранные установки прежде всего в молочной, а также в безалкогольной, биотехнологической, химической промышленности [1, 2, 4, 10].

Мембраны можно разделить на группы, например, в зависимости от размеров пор (рисунок 1) и назначения на [3, 9, 11]:

- микрофильтрационные (разделение молочных белков, приготовление концентрата сывороточного белка, удаляет из молока бактерии, споры, мертвые клетки и разнообразные примеси);

- ультрафильтрационные (концентрирование молочных протеинов, жиров, бактерий в

молоке и сыворотке, нормализация по содержанию белка при производстве сыров, йогуртов, осветление плодово-ягодных соков);

- нанофильтрационные (частичное обессоливание молока, сыворотки, фильтрата с установки ультрафильтрации или ретентата);

- обратного осмоса (дегидратации (сгущение) сыворотки, молока, сиропов, фильтрата и конденсата с установки ультрафильтрации, водоподготовка для мойки СІР и парогенераторов).

Мембраны изготавливают из политетрафторэтилена, полипропилена, полиэфира, полиамида, полисульфона, полиакрилонитрила, металлокерамики и др. Большинство из них (кроме полисульфона и полиэфирсульфона) чувствительны к высоким значениям рН и температуры, а также могут повреждаться при механических нагрузках, в частности, при повышенных показателях рабочего давления.

Мембраны из керамических материалов (микрофильтрация) устойчивы при температуре до 80°C и рН до 13 единиц, а также к хлору. Ультрафильтрационные мембраны, изготавливаемые из полисульфона или полиэфирсульфона, устойчивы к хлору при рН=11,5 единиц и температуре до 55-60°C. Нанофильтрационные мембраны обычно изготавливают из полиэфирсульфона или полиамида и эксплуатируют при рН=10,0-11,5.

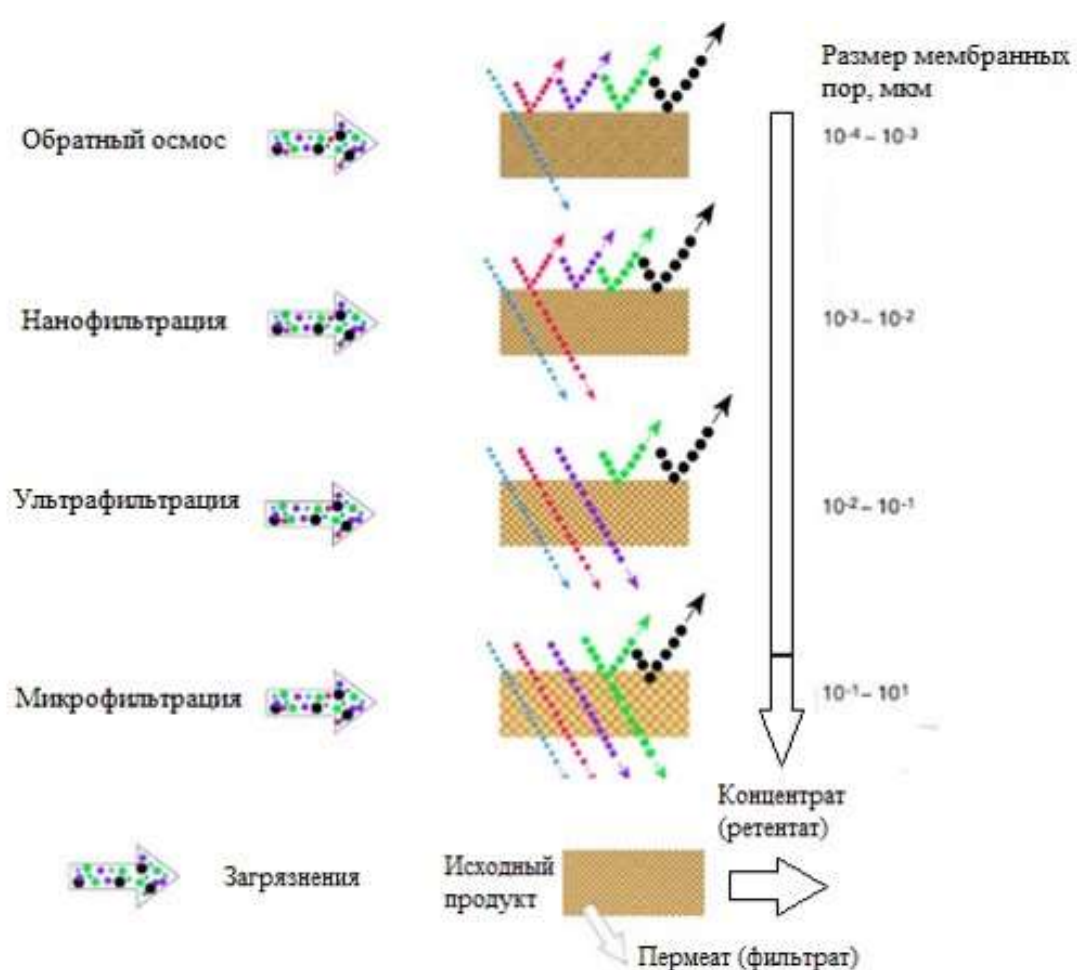


Рисунок 1. Принципиальная схема мембранной мойки

Figure 1. Schematic diagram of membrane cleaning

Основные типы загрязнений мембранных установок: белки и жиры, связанные с кальцием, полипептиды – органические загрязнения; неорганические (минеральные) загрязнения; микрочастицы и микроорганизмы. В связи с этим мойка мембранных установок – это многостадийный процесс, включающий промывку, щелочную, ферментную, кислотную мойки [5-8, 12]. К основным производителям комплекса моющих средств для мембранных установок относятся:

- Diversey (Divos 98 PE, Divos 80-2 VM 1 – ферментное, Divos 1 VM 46, Divos 2 VM 13 – кислотное, Divos 123 VM 26, Divos 110 VM 7 – щелочное средство, Divos LS VM 13 – консервирующее);

- Ecolab (P3 Ultrasil 67 – ферментное, P3 Ultrasil 75, P3 Ultrasil 73 – кислотное, P3 Ultrasil 110, P3 Ultrasil 115, P3 Ultrasil 11 – щелочное средство);

- Novadan (Ro Dan 300E – ферментное, Ro Dan 93, Ro Dan Acid – кислотное, Ro Dan 144 – щелочное средство).

ООО «НОРДХИМ» – белорусский разработчик и производитель моющих и дезинфицирующих средств, ориентированный, главным образом, на пищевую и перерабатывающую промышленность, в связи с чем активно взят курс на разработку и производство экологически безопасных, нетоксичных, биоразлагаемых и эффективных средств. Одним из направлений разработок фирмы является разработка комплекса моющих средств для мембранных установок (ММ) под торговой маркой КАТЕЛОН.

Цель работы – разработка комплекса отечественных моющих средств (кислотных, щелочных, ферментных, хлорсодержащих, ПАВ-содержащих добавок) для мембранных установок, используемых в молочной промышленности.

Материалы и методы. Основное сырье для производства средств: гидроксид калия (UNID Co., LTD., Корея), гипохлорит натрия (ООО «Новомосковский хлор», РФ), гидроксид натрия (АО «Башкирская содовая компания», РФ), модифицированная фосфоновая кислота (Bozzetto Group, Италия), азотная кислота (ОАО «ГродноАзот»), лимонная кислота (Китай), пропиленгликоль (Китай), фермент (Novozymes, Дания), ортофосфорная кислота (Китай), натрий сернистоокислый (АО «База №1 Химреактивов»), фосфоновые кислоты (Китай), амфотерные, неионогенные, анионные поверхностно-активные вещества (BASF, РФ, Чехия), Трилон М (BASF) и др.

Аналитические реагенты для определения концентрации действующих веществ: точно 0,1 н раствор серной кислоты (Merck), точно 0,1 н раствор гидроксида натрия (Merck) – точность растворов до 0,0001 единиц; калий йодистый – раствор с массовой долей 10%; серная кислота – 1,0 моль/л; крахмал – 1% раствор; натрий серноватистоокислый – 0,100 моль/л; серная кислота – 0,100 н; спиртовой раствор фенолфталеина, водный раствор метилового красного или метилового оранжевого.

Приборы и оборудование: кондуктометр HI 2300 EC/TPS/NaCl Meter, весы ВЛТ-150-П ($\pm 0,001$ г), магнитная мешалка HI 190 M (Hanna Instruments), pH-метр HI 5222 (электрод комбинированный HI 1131 и термодатчик HI 4430B, Hanna Instruments), пипет-дозатор Thermo scientific (100-1000 мкл), магнитная мешалка с нагревателем ИКА С-MAG HS, термометр электронный HI 98501 Checktemp (Hanna Instruments), термостат жидкостной низкотемпературный КРИО-ВИСТ-Т-06 (от -30 до +50°C), набор ареометров общего назначения АОН-1.

Результаты и обсуждение. Комплекс ММ состоит из следующих средств:

- щелочные непенные, средне-, низкопенные (по необходимости) КАТЕЛОН 109, КАТЕЛОН 110, КАТЕЛОН 115 (аналоги Divos 123 и Divos 110) предназначены для мойки мембранных фильтров установок ультрафильтрации (УФ, UF), микрофильтрации (МФ, MF), нанофильтрации (НФ, NF), обратного осмоса (ОО, RO)) главным образом в молочной и других отраслях пищевой промышленности;

- щелочное хлорсодержащее непенное средство КАТЕЛОН 114 (аналог Ro Chlodan) предназначено для очистки от жировых, протеиновых, углеводных загрязнений мембранных фильтров любого типа, устойчивых к воздействию хлора;

- кислотные непенные КАТЕЛОН 202, КАТЕЛОН 207 (аналог Ro Dan Acid), КАТЕЛОН

208 (аналог Divos 2) предназначены для мойки мембранных фильтров в молочной промышленности и др. отраслях пищевой промышленности для удаления окаменевших отложений и белковых загрязнений (молочный камень, пивной камень, накипь, ржавчина, белково-жировых и углеводных загрязнений);

- высокопенные нейтральные добавки КАТЕЛОН 308 (аналог Ro Dan Add 1) и КАТЕЛОН 309 (аналог Divos ADD3) главным образом используются в качестве усилителя моющего эффекта вместе с КАТЕЛОН 109, КАТЕЛОН 110, КАТЕЛОН 115;

- консервирующая непенная добавка КАТЕЛОН 310 (аналог Divos LS) предохраняет мембраны (обратного осмоса, мембран нано- и ультрафильтрации) от микробиологических загрязнений на пищевых производствах;

- ферментная среднепенная добавка КАТЕЛОН 601 (аналог Ro Dan 300E) предназначена для мойки мембранных фильтров (полипропиленовых, керамических, неустойчивых к хлору и др.) установок ультрафильтрации (УФ, UF), микрофильтрации (МФ, MF), нанофильтрации (НФ, NF), обратного осмоса (ОО, RO)) главным образом в молочной, маслосырдельной, а также мясной, рыбной, консервной, безалкогольной промышленности, при сгущении сиропов и соков, в водоподготовке, на производстве полуфабрикатов из мяса птицы, рыбы, свинины, говядины и др. от белковых, жировых загрязнений.

В таблице 1 представлены физико-химические характеристики всего комплекса ММ.

В таблице 2 приведена примерная программа мойки мембранных фильтров с помощью комплекса ММ.

Таблица 1. Физико-химические характеристики комплекса ММ

Table 1. Physical and chemical characteristics of the MM complex

Наименование <i>Detergent name</i>	Состав <i>Composition</i>	Характеристика <i>Characteristic</i>
КАТЕЛОН 109	Гидроксид калия 5-10% масс., смесь фосфоновых кислот, комплексообразователь, неорганические соли, вода <i>Potassium hydroxide 5-10% by weight, mixture of phosphonic acids, complexing agent, inorganic salts, water</i>	Плотность – 1,150-1,250 г/см ³ , водородный показатель 1,0% масс. средства – 10,8-12,1 <i>Density – 1.150-1.250 g/cm³, pH 1.0% of the mass. of agent – 10.8-12.1</i>
КАТЕЛОН 110	Гидроксид калия 15-30% масс., гидроксид натрия, комплексообразователь, смесь АПГ и амфотерного ПАВ, вода <i>Potassium hydroxide 15-30% wt., sodium hydroxide, complexing agent, a mixture of APG and amphoteric surfactant, water</i>	Плотность – 1,310-1,410 г/см ³ , водородный показатель 1,0% масс. средства – 12,0-13,0 <i>Density – 1.310-1.410 g/cm³, pH 1.0% of the mass. of agent – 12.0-13.0</i>
КАТЕЛОН 115	Гидроксид калия 15-20% масс., смесь фосфоновых кислот, комплексообразователь, неорганические соли, вода <i>Potassium hydroxide 15-20% by weight, mixture of phosphonic acids, complexing agent, inorganic salts, water</i>	Плотность – 1,260-1,310 г/см ³ , водородный показатель 1,0% масс. средства – 12,0-13,0 <i>Density – 1.260-1.310 g/cm³, pH 1.0% of the mass. of agent – 12.0-13.0</i>
КАТЕЛОН 114	Гипохлорит натрия 14-17% масс., гидроксид натрия, комплексообразователь/ингибитор коррозии, вспомогательные добавки, вода <i>Sodium hypochlorite 14-17% wt., sodium hydroxide, complexing agent / corrosion inhibitor, auxiliary additives, water</i>	Плотность – 1,100-1,250 г/см ³ , водородный показатель 1,0% масс. средства – 11,0-13,5, содержание активного хлора – 1,0-2,5% масс. <i>Density – 1.100-1.250 g/cm³, pH 1.0% of the mass. of agent – 11.0-13.5, active chlorine content – 1.0-2.5% of the mass.</i>
КАТЕЛОН 202	Азотная 25-35% масс., фосфорная и лимонная кислоты	Плотность – 1,120-1,220 г/см ³ , водородный показатель 1,0% масс. средства – 0,9-2,1, массовая доля кислотных компонентов (в пересчёте на азотную кислоту) – 25-32%

	<i>Nitric 25-35% wt., phosphoric and citric acids</i>	<i>Density – 1.120-1.220 g/cm³, pH 1.0% of the mass. of agent – 0.9-2.1, mass fraction of acid components (in terms of nitric acid) – 25-32%.</i>
КАТЕЛОН 207	Азотная 35-50% масс., фосфорная и лимонная кислоты <i>Nitric 35-50% wt., phosphoric and citric acids</i>	Плотность – 1,190-1,250 г/см ³ , водородный показатель 1,0% масс. средства – 0,5-2,5 <i>Density – 1.190-1.250 g/cm³, pH 1.0% of the mass. of agent – 0.5-2.5</i>
КАТЕЛОН 208	Фосфорная 30-50% масс., азотная кислота <i>Phosphoric 30-50 wt%, nitric acid</i>	Плотность – 1,250-1,400 г/см ³ , водородный показатель 1,0% масс. средства – 0,5-2,5 <i>Density – 1.250-1.400 g/cm³, pH 1.0% of the mass. of agent – 0.5-2.5</i>
КАТЕЛОН 308	Смесь амфотерного, неионогенного, анионного ПАВ, вода <i>Mixture of amphoteric, nonionic, anionic surfactant, water</i>	Плотность – 0,980-1,050 г/см ³ , водородный показатель 1,0% масс. средства – 6,5-10,0 <i>Density – 0.980-1.050 g/cm³, pH 1.0% of the mass. of agent – 6.5-10.0</i>
КАТЕЛОН 309	Анионное ПАВ 10-20% масс., вода <i>Anionic surfactant 10-20 wt%, water</i>	Плотность – 0,990-1,050 г/см ³ , водородный показатель 1,0% масс. средства – 5,5-8,0 <i>Density – 0.990-1.050 g/cm³, pH 1.0% of the mass. of agent – 5.5-8.0</i>
КАТЕЛОН 310	Сульфит натрия 30-40% масс., вода <i>Sodium sulfite 30-40% wt., water</i>	Плотность – 1,300-1,360 г/см ³ , водородный показатель 1,0% масс. средства – 3,0-6,0 <i>Density – 1.300-1.360 g/cm³, pH 1.0% of the mass. of agent – 3.0-6.0</i>
КАТЕЛОН 601	Смесь амфотерных и неионогенных ПАВ 40-50% масс., фермент, органический растворитель, вода <i>A mixture of amphoteric and nonionic surfactants 40-50 wt%, enzyme, organic solvent, water</i>	Плотность – 1,040-1,140 г/см ³ , водородный показатель 1,0% масс. средства – 5,0-6,2 <i>Density – 1.040-1.140 g/cm³, pH 1.0% of the mass. of agent – 5.0-6.2</i>

Таблица 2. Примерная программа мойки

Table 2. Sample washing program

Стадия <i>Stage</i>	Средство <i>Agent</i>	Концентрация <i>Concentration</i>	Продолжительность <i>Exposition</i>	Температура <i>Temperature</i>
Промывка 1 <i>Flush 1</i>	Обратноосмотическая (ООВ) или умягченная (УВ) вода <i>Reverse osmosis (RW) or softened (SW) water</i>	–	До появления прозрачной воды <i>Before the appearance of clear water</i>	8-25°C
Щелочная подготовительная <i>Alkaline preparatory</i>	КАТЕЛОН 109, КАТЕЛОН 110, КАТЕЛОН 115 в ООВ или УВ (при необходимости с добавкой КАТЕЛОН 309 или КАТЕЛОН 309) <i>КАТЕЛОН 109, КАТЕЛОН 110, КАТЕЛОН 115 in RW or SW (if necessary with the addition КАТЕЛОН 309 or КАТЕЛОН 309)</i>	Довести pH до значения, рекомендованного изготовителем мембран <i>Adjust the pH to the value recommended by the membrane manufacturer</i>	15 минут <i>15 minutes</i>	48-52°C

Ферментная <i>Enzyme</i>	Смесь в ООВ КАТЕЛОН 601 и КАТЕЛОН 109 или КАТЕЛОН 110 или КАТЕЛОН 115 (при необходимости с добавкой КАТЕЛОН 309 или КАТЕЛОН 309) <i>Blend in RW КАТЕЛОН 601 and КАТЕЛОН 109 or КАТЕЛОН 110 or КАТЕЛОН 115 (if necessary with the addition КАТЕЛОН 309 or КАТЕЛОН 309)</i>	0,3-0,4% об. Довести pH до значения, рекомендованного изготовителем мембран <i>Adjust the pH to the value recommended by the membrane manufacturer</i>	40 минут <i>40 minutes</i>	48-52°C
Промывка 2 <i>Flush 2</i>	ООВ <i>RW</i>	–	До pH промывной воды <i>To rinse water pH</i>	15-50°C
Кислотная мойка <i>Acid wash</i>	КАТЕЛОН 202 или КАТЕЛОН 207 или КАТЕЛОН 208 в ООВ или УВ <i>КАТЕЛОН 202 or КАТЕЛОН 207 or КАТЕЛОН 208 in RW or SW</i>	Довести pH до значения, рекомендованного изготовителем мембран <i>Adjust the pH to the value recommended by the membrane manufacturer</i>	30 минут <i>30 minutes</i>	48-52°C
Промывка 3 <i>Flush 3</i>	ООВ <i>RW</i>	–	До pH промывной воды <i>To rinse water pH</i>	15-50°C
Щелочная мойка <i>Alkaline wash</i>	КАТЕЛОН 109, КАТЕЛОН 110, КАТЕЛОН 115 в ООВ <i>КАТЕЛОН 109, КАТЕЛОН 110, КАТЕЛОН 115 in RW</i>	Довести pH до значения, рекомендованного изготовителем мембран <i>Adjust the pH to the value recommended by the membrane manufacturer</i>	30 минут <i>30 minutes</i>	48-52°C
Промывка 4	ООВ	–	До pH ООВ в соответствии с показаниями pH-метра или кондуктометра	15-50°C

<i>Flush 4</i>	<i>RW</i>		<i>Up to pH RW in accordance with the indications of a pH meter or conductometer</i>
----------------	-----------	--	--

Из таблицы 2 видно, что наведение концентрации средств осуществляется по pH. Ниже представлены примеры графиков (рисунки 2 и 3) зависимости pH средств от концентрации их рабочих растворов (% об.).

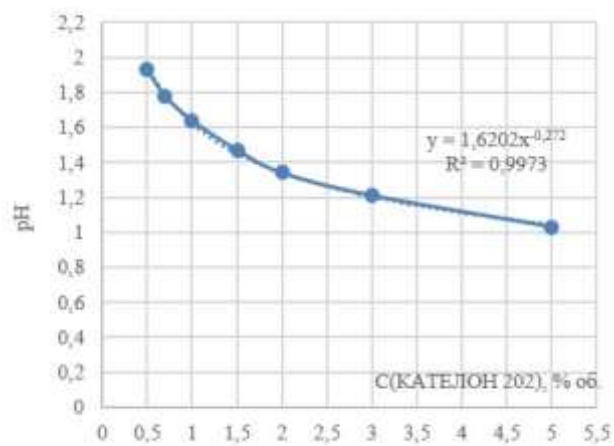


Рисунок 2. Зависимость pH от объемной доли растворов КАТЕЛОН 202 при 50,0°C
Figure 2. Dependence of pH on the volume fraction of KATELON 202 solutions at 50,0 °C

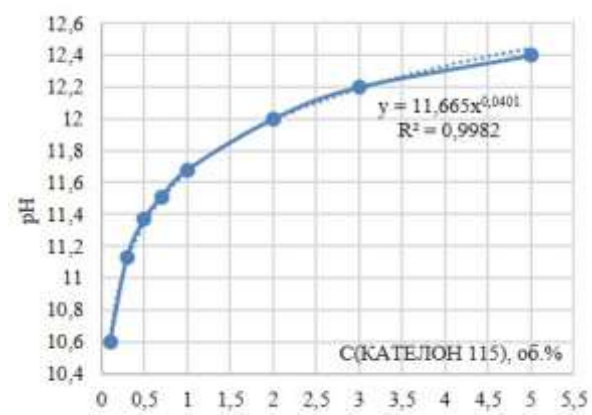


Рисунок 3. Зависимость pH от объемной доли растворов КАТЕЛОН 115 при 50,0°C
Figure 3. Dependence of pH on the volume fraction of KATELON 115 solutions at 50,0 °C

Кроме того, назначение средств, изложенное в инструкции по применению каждого средства, шире, чем мойка мембранных фильтров, поэтому возникает необходимость наведения их концентрации по электропроводности (в качестве примера представлен график зависимости электропроводности от концентрации рабочих растворов для КАТЕЛОН 202, рисунок 4).

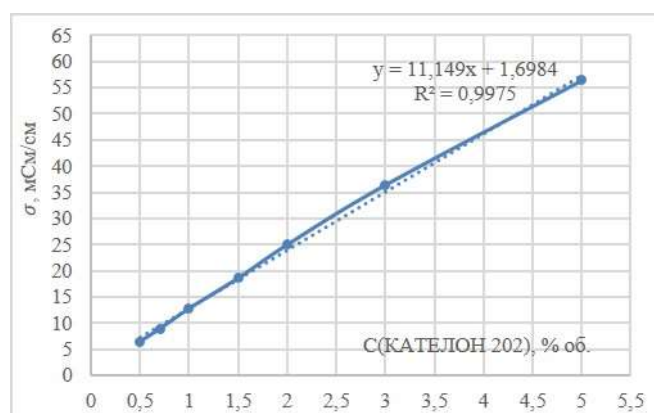


Рисунок 4. Зависимость удельной электропроводности от объемной доли растворов КАТЕЛОН 202 при 20,0°C (температурный коэффициент 1,4%)
Figure 4. Dependence of specific electrical conductivity on the volume fraction of KATELON 202 solutions at 20,0 °C (temperature coefficient 1,4%)

Кроме того, большинство потребителей осуществляют контроль содержания действующих веществ (индивидуальных веществ или их смеси). Ниже в качестве примера представлены методики определения общей кислотности в концентрате средства КАТЕЛОН 202 и содержания активного хлора в КАТЕЛОН 114.

*Определение общей кислотности в концентрате средства КАТЕЛОН 202
(в пересчете на HNO₃)*

В стакан объемом 150 см³ вносили 0,120-0,130 г с точностью до ±0,001 г концентрата КАТЕЛОН 202 и 99,88-99,87 г дистиллированной воды с точностью до ±0,01 г.

При потенциометрическом определении устанавливали стакан с рабочим раствором КАТЕЛОН 202 на магнитную мешалку. Далее ждали установления значения рН на рН-метре и проводили титрование анализируемого рабочего раствора 0,100 н раствором гидроксида натрия до рН=10,0±0,1 при непрерывном перемешивании. Титрант следует приливать небольшими порциями по 0,5 см³ (пробное титрование для примерной оценки объема, пошедшего на титрование). Итоговое титрование выполняли, приливая по 0,5 см³ титранта до рН=7,0±0,2, далее титровали порциями по 0,1 см³ до рН=10,0±0,1, т.е. до точки эквивалентности. После прибавления каждой новой порции следует дожидаться установления значения рН на рН-метре. При достижении значения рН, равного 10,0±0,1, титрование прекращали и записывали объем NaOH, пошедший на титрование. Общую кислотность в пересчете на азотную кислоту HNO₃ (ω, в % масс.) вычисляли по формуле:

$$\omega = \frac{C_T \cdot V_T \cdot 5,75}{m_{\text{конц}}},$$

где: ω – массовая доля кислотных компонентов, %;

V_T – объем 0,100 моль/дм³ раствора гидроксида натрия, израсходованный на титрование, см³;

C_T – точно концентрация 0,100 моль/дм³ раствора гидроксида натрия, израсходованного на титрование;

m_{конц.} – масса навески концентрата КАТЕЛОН 202, г; 5,75 – коэффициент, свойственный данному методу.

Определение массовой доли активного хлора в концентрате «КАТЕЛОН 114»

В две конические колбы помещали по 1,8-2,0 г средства, взвешенного с точностью ±0,001 г, прибавляли 10 см³ воды, 10 см³ раствора 10% масс. йодистого калия, 20 см³ раствора серной кислоты, перемешивали, закрывали пробкой и помещали в темное место. Через 10 минут титровали выделившийся йод раствором натрия серноватистоокислого до светло-желтой окраски, затем прибавляли 1-2 см³ крахмала и продолжали титрование до обесцвечивания раствора. Массовую долю активного хлора (C_{АХ}, % масс.) вычисляли по формуле:

$$C = \frac{V \cdot 0,003545}{m} \cdot 100\%,$$

где: V – объем раствора 0,100 моль/дм³ натрия серноватистоокислого концентрации, израсходованный на титрование, см³;

0,003545 – масса активного хлора, соответствующая 1 см³ раствора натрия серноватистоокислого с концентрацией 0,100 моль/дм³, г;

m – масса средства, г.

Заключение. Разработан полный комплекс моющих средств для мембранных установок, который применяется на ОАО «Копыльский маслосырзавод», ОАО «Любанский сыродельный завод», ОАО «Минский молочный завод № 1», ОАО «Верхнедвинский маслосырзавод», ОАО «Молодечненский молочный комбинат», Воложинский производственный участок ОАО «Минский молочный завод № 1», Толочинский филиал ОАО «Лепельский молочноконсервный комбинат».

Комплекс включает щелочные непенные, средне-, низкопенные средства КАТЕЛОН 109, КАТЕЛОН 110, КАТЕЛОН 115; щелочное хлорсодержащее непенное средство КАТЕЛОН 114; кислотные непенные КАТЕЛОН 202, КАТЕЛОН 207, КАТЕЛОН 208; высокопенные

нейтральные добавки КАТЕЛОН 308 и КАТЕЛОН 309 – усилители моющего эффекта вместе с КАТЕЛОН 109, КАТЕЛОН 110, КАТЕЛОН 115; консервирующую непенную добавку КАТЕЛОН 310 для предохранения от микробиологических загрязнений; ферментную среднепенную добавку КАТЕЛОН 601.

Приведена примерная программа мойки мембранных установок комплексом разработанных препаратов. Получены зависимости рН и электропроводности для КАТЕЛОН 109, КАТЕЛОН 110, КАТЕЛОН 115, КАТЕЛОН 202, КАТЕЛОН 207, КАТЕЛОН 208.

Разработаны методики контроля концентрации действующих веществ в концентратах средств методом кислотно-основного потенциометрического титрования или окислительно-восстановительного титрования.

Библиографический список

1. Агаркова Е.Ю., Кручинин А.Г., Агарков А.А., Харитонов В.Д. Перспективы использования динамического мембранного модуля фильтрации UF-RDM для концентрирования белков подсырной сыворотки // Сыроделие и маслоделие. 2019. N 6. С. 54-56.
2. Агаркова Е.Ю., Рязанцева К.А., Шерстнева Н.Е., Агарков А.А. Перспективные направления совершенствования мембранных технологий // Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством: сборник научных трудов. 2020. Выпуск 1. С. 21-28. DOI: 10.37442/978-5-6043854-1-8-2020-1-21-28
3. Гаврилова Н.Б., Щетинин М.П. Технология молока и молочных продуктов. Традиции и инновации. Барнаул: АПОСТРОФ, 2019. Кн. 2. С. 319-334.
4. Донская Г.А., Фриденберг Г.В. Молочная сыворотка в функциональных продуктах // Молочная промышленность. 2013. N 6. С. 52-54.
5. Кузина Ж.И., Маневич Б.В., Харитонова Е.Б. Ферментная мойка для регенерации ультрафильтрационных установок // Молочная промышленность. 2016. N 12. С. 63-65.
6. Кузина Ж.И., Маневич Б.В. Особенности мембранной технологии производства молочной продукции и обоснование подхода к очистке мембран // Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством: сборник научных трудов. 2020. Выпуск 1. С. 311-319. DOI: 10.37442/978-5-6043854-1-8-2020-1-311-319
7. Маневич Е.Б., Кузина Ж.И., Маневич Б.В., Косьяненко Т.В., Кручинин А.Г., Евдокимов И.А. Регенерация ультрафильтрационных мембран при производстве творога // Молочная промышленность. 2015. N 7. С. 31-32.
8. Маневич Б.В., Кузина Ж.И., Косьяненко Т.В. Аспекты безопасного и эффективного использования средств санитарной обработки на молочных предприятиях // Переработка молока. 2019. N 3. С. 37-39. DOI: 10.33465/2222-5455-2019-3-37-39
9. Тамим А.И. Мембранные технологии в производстве напитков из молочных продуктов. Санкт-Петербург: Профессия, 2016. 420 с.
10. Chai M., Ye Yun, Chen Vicki Separation and concentration of milk proteins with a submerged membrane vibrational system // Journal of Membrane Science. 2017. Vol. 524. P. 305-314. DOI: 10.1016/j.memsci.2016.11.043
11. Khramtsov A.G., Evdokimov I.A., Lodygin A.D., Budkevich R.O. Technology development for the food industry: a conceptual model // Food and Raw Materials. 2014. N 1 (3). P. 22-26.
12. Mohammad A.W., Ng C.Y., Lim Y.P., Ng G.H. Ultrafiltration in Food Processing Industry: Review on Application, Membrane Fouling, and Fouling Control // Food bioprocess technol. 2012. Vol. 5. Iss. 4. P. 1143-1156. DOI: 10.1007/s11947-012-0806-9

References

1. Agarkova E.Yu., Kruchinin A.G., Agarkov A.A., Haritonov V.D. Prospects of using dynamic

- membrane filtration module UF-RDM for concentrating cheese whey proteins. *Syrodelie i maslodolie [Cheese making and butter making]*. 2019, no. 6, pp. 54-56. (In Russian)
2. Agarkova E.Yu., Rjazanceva K.A., Sherstneva N.E., Agarkov A.A. The perspective trends of the membrane technologies improvement. *Aktual'nye voprosy molochnoj promyshlennosti, mezhotraslevye tehnologii i sistemy upravlenija kachestvom: sbornik nauchnyh trudov [Topical issues of the dairy industry, intersectoral technologies and quality management systems: a collection of scientific papers]*, 2020, iss. 1, pp. 21-28. (In Russian) DOI: 10.37442/978-5-6043854-1-8-2020-1-21-28
 3. Gavrilova N.B., Shchetinin M.P. *Tehnologija moloka i molochnyh produktov. Tradicii i innovacii [Milk and dairy products technology. Tradition and innovation]*. Barnaul, APOSTROF Publ., 2019, book 2, pp. 319-334. (In Russian)
 4. Donskaya G.A., FriedenberG G.V. Whey in functional products. *Molochnaja promyshlennost' [Dairy industry]*. 2013, no. 6, pp. 52-54. (In Russian)
 5. Kuzina Zh.I., Manevich B.V., Kharitonova E.B. Enzyme washer for the regeneration of ultrafiltration plants. *Molochnaja promyshlennost' [Dairy industry]*. 2016, no. 12, pp. 63-65. (In Russian)
 6. Kuzina Zh.I., Manevich B.V. The features of the membrane technology of dairy products manufacture and validity of the approach to membrane cleaning. *Aktual'nye voprosy molochnoj promyshlennosti, mezhotraslevye tehnologii i sistemy upravlenija kachestvom: sbornik nauchnyh trudov [Topical issues of the dairy industry, intersectoral technologies and quality management systems: a collection of scientific papers]*, 2020, iss. 1, pp. 311-319. (In Russian) DOI: 10.37442/978-5-6043854-1-8-2020-1-311-319
 7. Manevich E.B., Kuzina Zh.I., Manevich B.V., Kos'yanenko T.V., Kruchinin A.G., Evdokimov I.A. Regeneration of ultrafiltration membranes in the production of curd. *Molochnaja promyshlennost' [Dairy industry]*. 2015, no. 7, pp. 31-32. (In Russian)
 8. Manevich B.V., Kuzina Zh.I., Kos'yanenko T.V. Aspects of the safe and effective use of sanitizing agents in dairy enterprises. *Milk processing*, 2019, no. 3, pp. 37-39. (In Russian) DOI: 10.33465/2222-5455-2019-3-37-39
 9. Tamim A.I. *Membrannye tehnologii v proizvodstve napitkov iz molochnyh produktov [Membrane technologies in the production of drinks from dairy products]*. Saint-Peterburg, Profession Publ., 2016. 420 p. (In Russian)
 10. Chai M., Ye Yun, Chen Vicki Separation and concentration of milk proteins with a submerged membrane vibrational system. *Journal of Membrane Science*, 2017, vol. 524, pp. 305-314. DOI: 10.1016/j.memsci.2016.11.043
 11. Khrantsov A.G., Evdokimov I.A., Lodygin A.D., Budkevich R.O. Technology development for the food industry: a conceptual model. *Food and Raw Materials*. 2014, no. 1 (3), pp. 22-26.
 12. Mohammad A.W., Ng C.Y., Lim Y.P., Ng G.H. Ultrafiltration in Food Processing Industry: Review on Application, Membrane Fouling, and Fouling Control. *Food bioprocess technol.*, 2012, vol. 5, iss. 4, pp. 1143-1156. DOI: 10.1007/s11947-012-0806-9

Критерии авторства: Юлия В. Матвейчук отвечала за литературный обзор, Юлия В. Матвейчук и Дмитрий В. Станишевский – обработка полученных данных. Юлия В. Матвейчук и Дмитрий В. Станишевский отвечали за постановку и проведение эксперимента и интерпретирование полученных данных. Юлия В. Матвейчук отвечала за редакцию материала. Юлия В. Матвейчук осуществляла написание рукописи и несет ответственность за плагиат и самоплагиат.

Authorship criteria: Yuliya V. Matveichuk was responsible for the literary review, Yuliya V. Matveichuk and Dmitry V. Stanishevsky – the processing of the data obtained. Yuliya V. Matveichuk and Dmitry V. Stanishevsky were responsible for setting up and conducting the experiment and interpreting the data obtained. Yuliya V. Matveichuk was responsible for editing the material. Yuliya V. Matveichuk wrote the manuscript and is responsible for plagiarism and self-plagiarism.

Конфликт интересов. Авторы заявляют, что никакого конфликта интересов в связи с

публикацией данной статьи не существует.

Conflict of interest. *The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.*

Получено / *Received*: 23-04-2021

Принято после исправлений / *Accepted after corrections*: 26-05-2021