

УДК 665.3
ББК 35.782
Б-71

Блягоз Хазрет Рамазанович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологий, машин и оборудования пищевых производств, ректор Майкопского государственного технологического университета, 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, т.: (8772) 570011;

Кошевой Евгений Пантелеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой машин и аппаратов пищевых производств Кубанского государственного технологического университета, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, т.: (861) 2752279;

Схаляхов Анзаур Адамович, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технологий, машин и оборудования пищевых производств, декан технологического факультета Майкопского государственного технологического университета, 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191, т.: (8772) 570412.

РАЗРАБОТКА ЛИНИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕМБРАННЫХ АППАРАТОВ

(рецензирована)

В статье обоснована разработанная линия комплексной переработки растительных масел, включающая мембранные процессы на основных операциях и позволяющая увеличить выход рафинированного масла, получить высококачественные обезжиренные фосфолипиды, жирные кислоты и биотопливо.

Ключевые слова: мембранные технологии, рафинированное масло, обезжиренные фосфолипиды, жирные кислоты, биотопливо.

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, 385000, the Republic of Adyghea, Maikop, 191 Pervomaiskaya St., tel.: (8772) 570011;

Koshevoi Eugenij Panteleevich, Doctor Of Technical Sciences, Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Food industry, Kuban State Technological University, 350072, Krasnodar, 2 Moscow St., tel.: (861) 2752279;

Skhalyakhov Anzaur Adamovich, Candidate 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, 385000, the Republic of Adyghea, Maikop, 191 Pervomaiskaya St., tel.: (8772) 570412.

DEVELOPMENT OF A COMPREHENSIVE VEGETABLE OIL PROCESSING LINE USING MEMBRANE APPARATUS

The complex vegetable oil processing line, including membrane processes for core operations that allows to increase the output of refined oil and to get high-quality unfatty phospholipids, fatty acids and bio-fuels have been justified.

Key words: membrane technology, refined oil, fat phospholipids, fatty acids, bio-fuels.

Применение мембранных технологий в линии переработки растительных масел позволяет получать высококачественные продукты переработки: жирные кислоты, являющиеся сырьем для мыловарения, обезжиренные фосфолипиды, являющиеся физиологически ценными биологически активными добавками, рафинированное масло и биотопливо [1].

Линия, представленная на рисунке 1, состоит из узла удаления свободных жирных кислот из нерафинированного масла с получением рафинированного растительного масла и свободных жирных кислот, узла выведения фосфолипидов из рафинированного масла с получением рафинированного гидратированного масла и фосфолипидной эмульсии, узла извлечения ацетоном нейтрального масла из фосфолипидного концентрата с получением обезжиренных фосфолипидов и мисцеллы нейтрального масла в ацетоне, и узла получения биотоплива из нейтрального масла.

Представленная линия работает следующим образом: нерафинированное растительное масло из резервуара 1 подается насосом 2 внутрь трубчатых мембран мембранного экстрактора 3, а в пространство между трубчатыми мембранами из резервуара 4 насосом 5 подается двуокись углерода.

В мембранном экстракторе происходит удаление свободных жирных кислот из нерафинированного масла. Смесь жирных кислот и двуокиси углерода отводится из мембранного экстрактора в выпарной аппарат 6, где происходит отделение двуокиси углерода, который в дальнейшем конденсируется в конденсаторе 7 и поступает в резервуар 4, а полученные жирные кислоты насосом 8 подаются на фасовку.

Смесь рафинированного масла и двуокиси углерода из мембранного экстрактора поступает в выпарной аппарат 9, где происходит отделение двуокиси углерода, который в дальнейшем конденсируется в конденсаторе 7 и поступает в резервуар 4, а рафинированное масло насосом 10 подается для предварительного подогрева в теплообменник 11, смешивается с гидратирующим агентом в эжекторе 12, а затем смесь направляется в экспозитор 13, где происходит формирование хлопьев фосфолипидной эмульсии.

Смесь рафинированного гидратированного масла и фосфолипидной эмульсии подается для разделения в отстойник 14, откуда рафинированное гидратированное масло поступает в вакуум – сушильный аппарат 15 для удаления влаги. Полученное рафинированное масло насосом 16 подается в баки готовой продукции. Фосфолипидная эмульсия из отстойника 14 сливается в резервуар 17, и оттуда подается насосом 18 в ротационно-пленочный сушильный аппарат 19 для удаления влаги. Далее фосфолипидный концентрат поступает в экстрактор 20, снабженный мешалкой для равномерного перемешивания материала. Туда же в качестве растворителя из резервуара 21 поступает ацетон. Происходит извлечение ацетоном нейтрального масла из фосфолипидного концентрата с получением обезжиренных фосфолипидов и мисцеллы нейтрального масла в ацетоне.

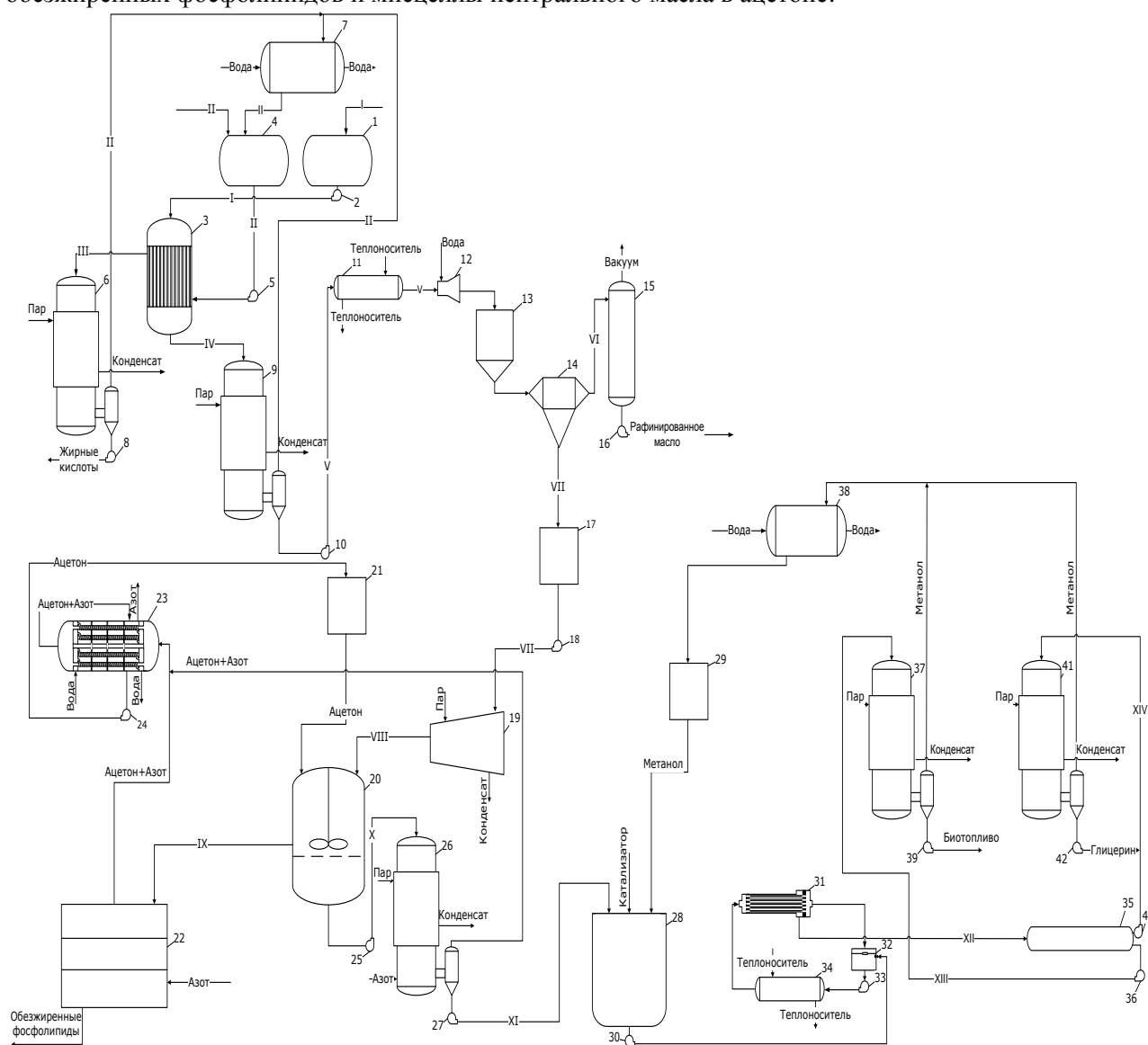


Рис. 1. Технологическая схема линии комплексной переработки растительных масел

На рисунке приняты следующие обозначения потоков: *I* – нерафинированное растительное масло; *II* – двуокись углерода; *III* – смесь жирных кислот и двуокиси углерода; *IV* – смесь рафинированного масла и двуокиси углерода; *V* – рафинированное масло; *VI* – рафинированное гидратированное масло; *VII* – фосфолипидная эмульсия; *VIII* – фосфолипидный концентрат; *IX* – смесь обезжиренных фосфолипидов и ацетон; *X* – мисцелла нейтрального масла в ацетоне; *XI* – нейтральное масло; *XII* – продукты реакции, содержащие биотопливо; *XIII* – смесь биотоплива и метанола; *XIV* – смесь глицерина и метанола.

Смесь обезжиренных фосфолипидов и ацетона для отгонки ацетона поступает в чанный испаритель 22, работающий под вакуумом с продувкой горячим азотом. Смесь паров ацетона и азота подается в трубный пучок мембранного парогазового конденсатора 23, где смесь предохладится до линии насыщения, отдавая тепло хладагенту, проходящему в полипропиленовом половолоконном мембранном пучке. Предохлажденная парогазовая смесь затем подается в межтрубное пространство цилиндрического корпуса, где происходит конденсация паровой фазы ацетона на полипропиленовом непористом половолоконном мембранном пучке. Конденсат – ацетон выводится из конденсатора насосом 24 в резервуар 21, а азот сбрасывается в атмосферу. Полученные после отгонки ацетона обезжиренные фосфолипиды подаются на фасовку. Из экстрактора 20 мисцелла нейтрального масла в ацетоне насосом 25 подается в выпарной аппарат 26, где происходит отгонка ацетона. Смесь паров ацетона и азота подается в трубный пучок мембранного парогазового конденсатора 23, где смесь предохладится до линии насыщения, отдавая тепло хладагенту, проходящему в полипропиленовом половолоконном мембранном пучке.

Предохлажденная парогазовая смесь затем подается в межтрубное пространство цилиндрического корпуса, где происходит конденсация паровой фазы ацетона на полипропиленовом непористом половолоконном мембранном пучке. Конденсат – ацетон выводится из конденсатора насосом 24 в резервуар 21, а азот сбрасывается в атмосферу. Нейтральное масло насосом 27 подается в сборник 28, куда также подается катализатор и метанол из резервуара 29, происходит предварительное смешивание потоков, здесь же начинается реакция переэтерификации. Далее смесь насосом 30 подается в циркуляционный контур, состоящий из мембранного реактора 31, датчика уровня 32, циркуляционного насоса 33, теплообменника 34. В мембранном реакторе реализуется начальная интенсивная стадия реакции и удаляются продукты реакции, содержащие биотопливо, проникающие через поры мембран. Непрореагировавшая часть реагента остается в капельном состоянии и предварительно подогретая в теплообменнике 34 рециркулирует на вход с помощью циркуляционного насоса 33. Количество добавляемой реакционной смеси регулируется датчиком уровня 32. Практически количество подаваемой реакционной смеси должно быть равно количеству отделившихся продуктов реакции.

После выхода из мембранного реактора смесь продуктов реакции, содержащая биотопливо попадает в непрерывно-действующий отстойник 35, где происходит отделение из продуктов реакции смеси биотоплива и метанола. Смесь биотоплива и метанола насосом 36 подается в выпарной аппарат 37, где происходит отгонка метанола. Пары метанола затем конденсируются в конденсаторе 38 и подаются в резервуар 29. Смесь глицерина с метанолом насосом 40 подается в выпарной аппарат 41, где происходит отгонка метанола от глицерина. Пары метанола затем конденсируются в конденсаторе 38 и подаются в резервуар 29. Полученное биотопливо насосом 39 направляется в баки готовой продукции, полученный глицерин отводится насосом 42.

Показатели качества рафинированного масла, обезжиренных фосфолипидов, жирных кислот и биотоплива, полученных при проведении процессов на представленной линии [1, 2] приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические показатели рафинированного масла, обезжиренных фосфолипидов, жирных кислот и биотоплива

Наименование показателя	Значение показателя	
	Традиционная схема	Разработанная схема
<i>Рафинированное масло</i>		
Кислотное число, мгКОН/г	0,25	0,10
Перекисное число, ммоль активного кислорода / кг	4,75	1,25
Массовая доля фосфолипидов, %	отсутствие	отсутствие
Выход рафинированного масла, % к исходному нерафинированному маслу	95,37	97,34
<i>Обезжиренные фосфолипиды</i>		
Массовая доля фосфолипидов в продукте, %	94,50	98,70
Перекисное число, ммоль активного кислорода / кг	3,78	0,25
Выход обезжиренных фосфолипидов, % к их содержанию в исходном нерафинированном масле	53,84	84,61
Выход обезжиренных фосфолипидов, % к исходному нерафинированному маслу	0,35	0,55
<i>Жирные кислоты</i>		
Массовая доля жирных кислот в продукте, %	95,30	99,15
Выход жирных кислот, % к их содержанию в исходном нерафинированном масле	80,50	97,35
Выход жирных кислот, % к исходному нерафинированному маслу	1,48	1,85
<i>Биотопливо</i>		
Кислотное число, мгКОН/г	-	0,10
Температура вспышки, °С	-	118
Плотность при 15 °С, г/см ³	-	0,883

Осуществление процесса удаления свободных жирных кислот из нерафинированного масла в мембранном экстракторе дает возможность эффективно организовать технологический процесс получения рафинированного растительного масла и жирных кислот, т.е. конструкция данного узла дает возможность получить конечный продукт – жирные кислоты и промежуточный продукт для дальнейшей гидратации, сушки, получения рафинированного масла, также являющимся конечным продуктом и получения фосфолипидной эмульсии, являющейся промежуточным продуктом для получения конечного продукта - обезжиренных фосфолипидов и промежуточного продукта – нейтрального масла.

Осуществление процесса конденсации паров ацетона и азота в мембранном парогазовом конденсаторе дает возможность эффективно организовать технологический процесс конденсации смеси ацетона и азота.

Осуществление процесса получения биотоплива из нейтрального масла в мембранном реакторе [2] дает возможность получать конечный продукт – биотопливо.

Вывод

Данное сочетание узлов и аппаратов в специальном расположении, взаимно влияющих и обуславливающих эффективную работу каждого из них дает возможность осуществлять технологический процесс с получением четырех высококачественных готовых продуктов: рафинированное масло, обезжиренные фосфолипиды, жирные кислоты и биотопливо.

Литература:

1. Линия комплексной переработки растительного масла: решение о выдаче патента РФ / Схалыхов А.А., Блягоз Х.Р., Кошевой Е.П., Бутина Е.А., Верещагин А.Г. №2009141410; заявл. 11.11.09.
2. Линия получения биотоплива из растительного масла: решение о выдаче патента РФ / Схалыхов А.А., Блягоз Х.Р., Кошевой Е.П., Бутина Е.А., Верещагин А.Г. №2009141411; заявл. 11.11.09.