

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАФИНАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

В.И. Земсков, Г.М. Харченко

Рассмотрены способы рафинации растительных масел. Описывается технологическая схема тонкой очистки растительных масел на базе разработанных авторами вертикальных фильтрующих центрифуг с цеолитовой фильтровальной перегородкой, способной удалять тонкие дисперсные частицы и адсорбировать примеси, обладающей свойствами молекулярных сит и селективных ионообменников. Приводится сравнительная технико-экономическая оценка разработанной технологии.

Ключевые слова: растительные масла, технологическая схема, очистка, фильтрующая центрифуга, экономия, оценка.

Различают способы полной и частичной рафинации масла. Полная рафинация (очистка) масла обеспечивает получение масел, свободных от механических примесей, без специфического вкуса, запаха и цвета, с заданным содержанием свободных жирных кислот. После полной рафинации у масел практически отсутствуют органолептические признаки (вкус и запах).

Частичная рафинация обеспечивает удаление из масла отдельных групп примесей и заканчивается на заданной стадии, определяемой дальнейшей переработкой или использованием масла.

Полная очистка растительных масел складывается из следующих процессов: удаления механических примесей; гидратации, нейтрализации, винтеризации, отбеливания, дезодорирования, дистилляции. Гидратация – обработка масла водой при нагревании. В результате гидратации белковые, слизистые вещества и фосфатиды набухают и переходят из коллоидного состояния в нерастворимое, то есть коагулируют и выпадают в осадок. При гидратации сырое масло нагревается до оптимальной температуры процесса. К маслу добавляется горячая вода в количестве, соответствующем содержанию фосфатидов в сыром масле, и интенсивно перемешивается. Вследствие интенсивного смешивания масла и воды, набухание гидратируемых фосфатидов происходит очень быстро, и нет необходимости в дополнительном выдерживании продукта в специальной емкости, технологические схемы гидратации имеют сложную структуру.

При нейтрализации (щелочной рафинации) производится обработка масла

щелочью в целях удаления свободных жирных кислот, присутствие которых отрицательно влияет на вкусовые достоинства масла и ускоряет окисление масла, приводящее к их порче.

При винтеризации (удалении восков) масло сначала охлаждают до 8...12°C, затем подогревают до 20°C. При охлаждении нейтрального масла с растворенным мылом из масла выделяется студнеобразный осадок – соапсток. Из-за большого различия плотности соапсток легко отделяется от масла.

Воски имеют разную температуру кристаллизации. Для сырого масла температура кристаллизации восков составляет 8°C, для гидратированного 10°C, для нейтрализованного щелочами 12°C. При указанных температурах воски имеют кристаллы максимальных размеров, сравнительно легко отделяются от масла при фильтрации.

При отбеливании путем обработки масла адсорбентами (животным углем, отбельными глинами, поверхностно-активными веществами, способными поглощать и удерживать на поверхности красящие вещества, например цеолитом) у масла снижается интенсивность окраски, Адсорбенты не только обесцвечивают масло, но и удаляют белковые и слизистые вещества, мыла. При отбеливании масло предварительно проходит стадию гидратации и сушки. Влажность снижает адсорбционные свойства отбельных глин, поэтому масло должно иметь влажность 0,1...0,05 %.

Дезодорирование – процесс отгонки ароматических летучих веществ, сообщающих маслу запах и вкус. Носителями вкуса, и

особенно запаха, являются легколетучие вещества: углеводороды, альдегиды, кетоны, спирты, низкомолекулярные жирные кислоты и их эфиры, эфирные масла. На дезодорирование направляют предварительно отбеленные масла. Принцип этого процесса основан на различии в температурах испарения ароматических веществ и собственно жиров (триглицеридов). Дезодорирование является последней стадией полной очистки масла. Кислотность масла при дезодорации снижается намного от первоначальной кислотности.

Дистилляционное снижение кислотности растительных масел заключается в переводе жирных кислот из жидкого состояния в газообразное, жирные кислоты способны кипеть и перегоняться, но температура их отгонки высока. Для снижения их температуры кипения масло обрабатывают под вакуумом острым водяным паром.

Предлагаемая схема очистки прессового масла с использованием конической фильтрующей центрифуги с фильтровальной перегородкой из цеолита приведена на рисунке.

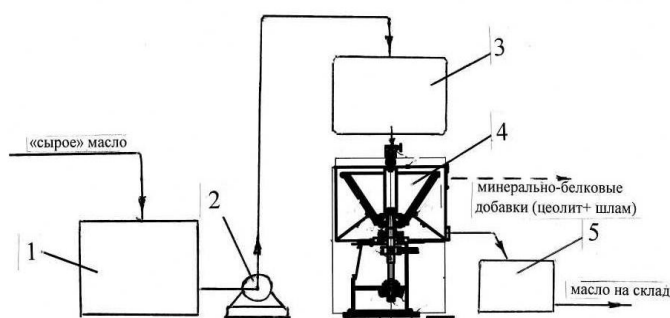


Рисунок 1 - Принципиальная схема очистки прессового масла с использованием конической фильтрующей центрифуги:

1 – бак приемный «сырого масла»; 2 – насос; 3 – бак промежуточный; 4 – экспериментальная центрифуга; 5 – бак очищенного масла

Полная очистка растительных масел в фильтрующих конических центрифугах достигается вследствие свойств цеолита. По данным В.Г. Таран [1] цеолиты могут использоваться для выделения и очистки углеводородов дисперсных систем и как катализаторы, а также для очистки, осушки и разделения газов (в том числе воздуха), извлечения радиоактивных элементов, создания глубокого вакуума и т.д.

Природные и искусственные цеолиты проявляют ионообменные и адсорбционные свойства, которые в сочетании с жестким размером входов в полости и каналы обладают свойствами молекулярных сит и селективных ионообменников [2]. Цеолит относится к отбельным материалам, обладающим адсорбционной активностью, и способен поглощать своей поверхностью красящие вещества масла (примеси).

Цеолит, используемый в качестве фильтрующего материала в конической центрифуге, имеет зернисто-пористую структуру, позволяет удалять тонкие

дисперсные частицы и адсорбировать примеси.

Цеолит имеет высокую отбеливающую активность, минимальную маслосодержательность, является хорошим фильтрующим носителем на фильтровальной поверхности, химически инертен к маслам, не вступает с ними в химические реакции и не придает им новые запахи и привкусы.

По схеме рис. сырое масло подается в приемный бак «сырого» масла 1, который одновременно используется как буферный бак 3 и в экспериментальную центрифугу 4, где и происходит окончательная очистка.

Экспериментальные данные при исследовании центрифуги при очистке соевого масла свидетельствуют, что кислотность составила 0,459 мг КОН/г, массовое содержание нежировых примесей – 0,089%, что соответствует требованиям ГОСТ 5476.

Скорость подачи обрабатываемой суспензии должна быть увязана с процессом центрифугирования.

В конструкции, рекомендованной по результатам исследования центрифуги, подача ограничивается площадью отверстий на выходе масла из центрифуги [3, 4].

При оценке ресурсосбережения необходим расчет мощности привода центрифуги. Мощность, необходимая для вращения барабана центрифуги, изменяется за время цикла ее работы в зависимости от периода. Максимальная мощность требуется в период разгона барабана, когда преодолевается инерция вращающейся части центрифуги и загруженной массы масла и цеолита.

Суммарная мощность привода центрифуги (кВт):

$$N_{\Sigma} = N_{\delta} + N_{\epsilon} + N_{\mu} \quad (1)$$

где N_{δ} – мощность, затрачиваемая на ускорение барабана,

N_{ϵ} – мощность, затрачиваемая на трение барабана о воздух,

N_{μ} – мощность, затрачиваемая на трение в подшипниках

Мощность, затрачиваемая на ускорение барабана, равна:

$$N_{\delta} = [m_{\delta} (r_{\min} + \ell_2/2) (r_{\min} + H \operatorname{tg} Q + \ell_2/2) \omega^2 / 2] / (1000 \tau), \quad (2)$$

где m_{δ} – масса барабана с учетом массы масла и цеолита в объеме межобечаячного пространства центрифуги, кг;

r_{\min} – минимальный радиус внутренней обечайки ротора, м;

ℓ_2 – радиальное расстояние между обечайками ротора центрифуги, м;

H – высота ротора центрифуги, м;

Q – Угол наклона образующей ротора центрифуги, град. ;

Ω – частота вращения ротора, с^{-1} ;

τ – время разгона, с.

Мощность, затрачиваемая на трение барабана о воздух:

$$N_{\epsilon} = 0,18 \cdot 10^{-4} L (R_{\min} R_{\max})^2 \omega^3, \quad (3)$$

где L – длина образующей ротора центрифуги, м;

R_{\min} – минимальный радиус наружной обечайки, м;

R_{\max} – максимальный радиус наружной обечайки, м.

Пренебрегая трением в подшипниках центрифуги, получим:

$$N_{\Sigma} = [\omega^2 \rho \pi (H / \sin \theta_0) \ell_2 (2r_{\min} + H \operatorname{tg} \theta_0 + \ell_2)] / (1000 \mu_0) + 0,18 \cdot 10^{-4} L (R'_{\min} R'_{\max})^2 \omega^3 \quad (4)$$

Мощность электродвигателя выбирается с запасом в 10...20 % от этой величины. В таблице приведены

обоснованные теоретическими и экспериментальными исследованиями [5] конструктивные параметры рекомендуемого для сельхозпроизводителей ряда центрифуг.

Нами разработана методология оценки эффективности новой техники путем сравнения абсолютного годового экономического эффекта функционирования техники, которая позволяет сравнивать технологические линии с учетом полученного эффекта от улучшения качественных показателей получаемой продукции, улучшения структуры и эксплуатационных затрат [3].

Абсолютный годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_a = \mathcal{E}_T - \mathcal{E}_3 - Y_6, \quad (5)$$

где \mathcal{E}_T – годовой технологический эффект, учитывающий технологические особенности линий и их влияние на конечный результат, тыс. р.;

\mathcal{E}_3 – годовые эксплуатационные затраты, тыс. р.;

Y_6 – убытки от ненадежной работы технологических линий, зависящие от показателей надежности, тыс. р.

При очистке масла по предложенной аппаратурно-технологической схеме очистки растительного масла для фермерских хозяйств сохраняются все ценные компоненты масла, что учитывается при оценке технологического эффекта

Годовой технологический эффект с учетом экспериментальных данных

$$\mathcal{E}_T = 3,6 \cdot 10^3 \cdot W D T k_f (k_1 L_m + 0,074 L_u), \quad (6)$$

где W – производительность центрифуги, кг/с;

T – время работы центрифуги в день, ч.;

D – количество рабочих дней центрифуги в году, д. ;

k_f – коэффициент готовности центрифуги;

k_1 – выход чистого масла при работе устройства для очистки масла, %;

L_m – цена реализации масла, р./кг;

L_u – цена цеолита, р./кг.

Как показали исследования, производительность процесса очистки зависит от способа очистки, конструктивно-кинематических параметров очищающих машин, свойств фильтровальной перегородки и технологических свойств масла.

Расчет технико-экономических показателей выполнен для экспериментальной центрифуги с параметрами:

производительность (W), кг/с – 0,025; минимальный радиус внутренней обечайки конуса ротора $r_{\min} = 0,04$ м; радиальное

расстояние между внутренней и наружной обечайками ротора $l_2 = 0,028$ м; высота конуса ротора $H = 0,135$ м; тангенс угла наклона между образующей ротора с вертикальной осью центрифуги $tg 35^\circ = 0,7$.

Расчеты, результаты которых приведены в таблице, показывают, что применение предлагаемой технологии приводит к снижению энергоемкости на 65,8 %, металлоемкости – в 6,45 раза, капитальных вложений – в 2,2 раза.

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели центрифуг

Наименование показателя	Центрифуга экспериментальная	Центрифуга базовая
1.Технологический эффект, \mathcal{E}_T (тыс. р.)	1045,1	858,5
2.Годовые эксплуатационные затраты, \mathcal{E}_3 (тыс. р.)	249	296,9
в том числе:		
отчисления на амортизацию, текущий ремонт и техническое обслуживание оборудования технологических линий, A (тыс. р.)	43,58	96,07
годовой фонд заработной платы рабочих, обслуживающих технологическую линию с учетом доплат и налогов, Z (тыс. р.)	199,1	190,8
стоимость электроэнергии, M (тыс. р.)	6,3	10,02
3.Удельные эксплуатационные затраты на очистку масла, р./кг	9,9	12,4
4.Экономия эксплуатационных затрат, $\Delta\mathcal{E}_3$ (тыс. р.)	47,9	
5.Убытки от ненадежной работы оборудования, Y (тыс. р.)	36,86	73,73
6.Абсолютный годовой экономический эффект, \mathcal{E}_a (тыс. р.)	759,1	487,9
7.Сравнительный годовой экономический эффект, \mathcal{E} , (тыс. р.)	271,2	
8. Капитальные вложения, (тыс. р.)	135,34	298,34
9.Срок окупаемости капитальных вложений, год	2,8	
10. Энергоемкость очистки масла, кВт·ч /т	114	189
11. Металлоемкость, т. мет/т. масла	0,022	0,142

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таран, Н.Г. Адсорбенты и иониты в пищевой промышленности [Текст] / Н.Г. Таран.– М.: Легкая промышленность, 1983. – 378 с.

2. Комаров, В.С. Адсорбенты и их свойства [Текст] / В.С. Комаров.– Минск: Наука и техника, 1977.– 432 с.

3. Центрифуга для очистки жидкости [Текст] : пат. 2313401 Рос. Федерация: МПК В 04 В 3/00, В 04 В 11/00/ Земсков В.И., Харченко Г.М.; заявитель и патентообладатель – Земсков В.И. № 2006120778/12; заявл. 13.06.2006; опубл.27.12.2007, Бюл. № 36//Открытия. Изобретения.–5 с: ил.

4. Центрифуга для очистки жидкости [Текст] : пат. 2338598 С₁ Рос. Федерация: МПК В04 3/00 / Земсков В.И., Харченко Г.М.; заявитель и патентообладатель Земсков В.И. – № 2007113289/12; заявл. 09.04.2007;

5. Харченко Г.М. Механико-технологические основы повышения эффективности процесса центробежной очистки растительных масел в условиях сельскохозяйственных предприятий [Текст] / дисс. на соиск. уч. степени докт. техн. наук.– Барнаул, 2009. – 448 с.

Земсков В.И., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный аграрный университет», г. Барнаул, т.р. 8-3852-62-83-26;

Харченко Г.М., профессор каф. МЖ и ПСХП, ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск, т.р.8-3832-267-3814