

5. Altukhov I.V. Primenenie diskretnogo IК-energopodvoda v tekhnologii sushki sakharosoderzhashchikh korneplodov // Vestnik IrGSKhA. – 2013. – № 55. – S. 100-105.

6. Pat. 2393397 RF Sposob impul'snoi in-frakrasnoi sushki termolabil'nykh materialov / I.V. Grigor'ev, S.P. Rudobashta; zayavka

№ 2009119751, opubl. 27.06.2010 g., Byul. № 18.

7. Suvarnakuta P., Devahastin S., Mujumdar A.S. Drying Kinetics and β -Carotene Degradation in Carrot Undergoing Different Drying Processes // Food Science Technology. – Vol. 70 (8). – P. 520-526.



УДК 633.34:664.0:636.084

В.И. Земсков, Г.М. Харченко
V.I. Zemskov, G.M. Kharchenko

ФИЛЬТРУЮЩАЯ ЦЕНТРИФУГА ДЛЯ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА БАЗЕ СЕПАРАТОРА СЦ-3

FILTERING CENTRIFUGE FOR VEGETABLE OIL CLARIFICATION BASED ON STS-3 SEPARATOR

Ключевые слова: растительные масла, актуальность, центрифугирование, фильтровальная перегородка, цеолит, свойства, Сокирнит, теория, переоборудование, сепаратор, устройство.

Указывается на актуальность постановки на производство фильтрующих конических центрифуг фильтрующей перегородкой из природного цеолита. Рассматриваются способы использования отходов производства растительных масел \square фосфатидов. Отмечается использование фосфатидов в хлебопечении, при производстве кондитерских изделий, быстрорастворимых напитков, смесей для детского питания, мороженого, сыров, мясных фаршей, маргарина и майонеза. Кормовой фосфатидный концентрат входит в состав кормов для вскармливания молодняка крупного рогатого скота, свиней, овец и кур, где он играет роль физиологически активной добавки и эмульгатора. Приводится свойства природного цеолита марки «Сокирнит», которые показывают, что он является хорошим фильтрующим материалом при использовании в фильтрующих центрифугах (адсорбционная ёмкость по воде – 34-38%, площадь макропор – 18-21 м²/г, площадь микропор – 1-2 м²/г). Приводятся ссылка на работы многих авторов, подтверждающих положительный эффект от использования цеолита в качестве кормовой добавки, а обогащение фосфатидами значительно повышает его ценность как кормовой добавки. Рассматривается теория фильтрования в конических центрифугах применительно к принципиальной схеме модернизации сепаратора СЦ-3 для очистки растительных масел. При использовании переоборудованной центрифуги на базе сепаратора СЦ-3 процесс очистки масла подчиняется закону Стокса в поле центробежных сил. Приводится формула производительности, доработанная с учетом особенностей принципиальной схемы модернизированного сепаратора. Центрифуга на базе модернизированного сепаратора отличается от серийного сепаратора изменением конструкции некоторых деталей. Внутренняя полость корпуса барабана делается конической, заполняется цеолитом, пакет тарелок удаляется.

Описываются конструкция модернизированного сепаратора, содержание модернизации, принцип действия при очистке растительных масел. Расчетная производительность центрифуги на базе сепаратора СЦ-3 равна 135 кг/ч.

Keywords: vegetable oils, topicality, centrifugation, filtering membrane, zeolite, properties, Sokirnit zeolite, theory, re-equipment, separator, design.

The topicality of manufacture of filtering conical centrifuges with filtering membranes of natural zeolite is pointed out. The use of vegetable oil production wastes, phosphatides, in bread baking, confectionery products, instant beverages, baby formulas, ice cream, cheese, ground meat, margarine and mayonnaise is discussed. Feed phosphatide concentrate is included in the feeds for young cattle, pigs, sheep and chickens and it acts as physiologically active supplement and emulsifier. The properties of Sokirnit natural zeolite confirm it is a good filtering material to be used in filtering centrifuges (water adsorption capacity – 34-38%, macro-pore area – 18-21 m² g, and micro-pore area – 1-2 m² g). The literature data that confirm the positive effect of zeolite as a feed supplement is presented, and phosphatide enrichment of feeds significantly increases its value as a feed supplement. The theory of filtration in conical centrifuges is discussed as applied to the concept of the STs-3 separator modernization for vegetable oil clarification. When the re-equipped centrifuge is used in the STs-3 separator, oil clarification process follows Stokes' law in the centrifugal force field. The modified capacity equation taking into account the features of the re-equipped separator is presented. The centrifuge in the upgraded separator differs from that in the series-produced separator by the design change of some parts. The internal cavity of the separating drum body is conical and filled with zeolite; the stack of plates is removed. The design of the upgraded separator, the essence of modernization and the principle of oil clarification action is described. The design capacity of the centrifuge based on STs-3 separator is 135 kg h.

Земсков Виктор Иванович, д.т.н., проф., Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-26. E-mail: Zemskov.29@mail.ru.

Харченко Галина Михайловна, д.т.н., проф., Новосибирский государственный аграрный университет. Тел.: (3832) 267-38-14. E-mail: Zemskov.29@mail.ru.

Zemskov Viktor Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-26. E-mail: Zemskov.29@mail.ru.

Kharchenko Galina Mikhailovna, Dr. Tech. Sci., Prof., Novosibirsk State Agricultural University. Ph.: (3832) 267-38-14. E-mail: Zemskov.29@mail.ru.

Актуальность исследования

Производство растительных масел в сельскохозяйственных предприятиях сдерживается отсутствием недорогого малогабаритного оборудования, обеспечивающего выпуск продукции, соответствующей международным стандартам качества. В связи с этим необходимы разработка экономичного недорогого отечественного оборудования и организация его изготовления.

Доказана возможность качественной очистки растительных масел в условиях сельскохозяйственных предприятий на вертикальных конических центрифугах при использовании в качестве фильтрующего материала природного минерала – цеолита [1]. В работах многих авторов указывается на возможность использования цеолита в качестве кормовой добавки при кормлении животных [2-4], что позволит при использовании фильтрующих конических центрифуг повысить эффективность сельскохозяйственных предприятий путем использования отработанного и обогащенного фосфатами цеолита в качестве кормовой добавки.

Постановка на производство конических фильтрующих центрифуг решает многие проблемы села: повышение эффективности сельскохозяйственных предприятий за счет глубокой переработки своей продукции на местах, новые рабочие места и занятость населения. Рассматривается возможность модернизации по типу исследованных конических фильтрующих центрифуг для очистки растительных масел серийно выпускаемого сепаратора СЦ-3, предназначенного для очистки масла судовых двигателей.

Использование отходов производства растительных масел. Установлено, что масла семян современных типов подсолнечника отличаются высокой массовой долей негидратируемых фосфолипидов, восков и золы. Сегодня фосфатиды стали неотъемлемым рецептурным компонентом продуктов на основе водно-жировых эмульсий кондитерских изделий, быстрорастворимых напитков, смесей для детского питания, мороженого, сыров, мясных фаршей и т.д.

Так, широкое применение фосфатидов в хлебопечении обусловлено тем, что, адсорбируясь на частицах муки, фосфатиды, как эмульгаторы, способствуют ее большей связи с водой, а также взаимодействуют с бел-

ком теста, повышают его эластичность. В целом же добавление фосфатидного концентрата к тесту вызывает изменение степени его дисперсности и структурно-механических свойств дисперсных структур элементов теста, что обуславливает изменение упруго-пластично-вязкостных свойств теста и в результате этого – объема и структуры хлеба. При этом увеличивается объем хлебобулочных изделий, регулируется их прочность, улучшается цвет. Пищевой фосфатидный концентрат используется также в производстве вафель, фруктовых кремов, шоколада. В качестве эмульгатора и физиологически активной добавки его широко используют в производстве маргарина и майонеза.

Кормовой фосфатидный концентрат входит в состав кормов для вскармливания молодняка крупного рогатого скота, свиней, овец и кур, где он играет роль физиологически активной добавки и эмульгатора.

Технические фосфатиды нашли применение в текстильной и кожевенной промышленности, где используются для пропитки тканей, шерсти и обработки кожи с целью повышения ее эластичности. Их также вводят в состав лаков и красок с целью увеличения глубины их оттенков, однако сфера применения технических фосфатидов все же является ограниченной.

При водной гидратации, применяемой в процессах очистки растительных масел, выделяются только гидратируемые фосфатиды, а негидратируемые, составляющие 0,1-0,25% фосфатидов (в пересчете на стеароолеолецитин), остаются в масле. Стремление создать наиболее благоприятные условия для последующих этапов рафинации привело к разработке многочисленных способов и приемов дополнительной обработки гидратируемых масел с целью максимального удаления негидратируемых фосфатидов. Так, наряду с использованием различных физико-химических способов (паром, растворами электролитов, минеральными и органическими кислотами, электромагнитной активацией) развиваются также ферментные способы удаления фосфатидов, которые упрощают технологический процесс, делая его безопасным, также позволяют снизить потерю фосфатидов и получать качественное масло и фосфатиды с заданными свойствами [5]. Однако все эти способы трудоемки и энергоем-

ки и не могут применяться в сельскохозяйственных предприятиях из-за их сложности и дороговизны.

Схема барабана экспериментальной центрифуги. Нами разработаны и проведены исследования фильтрующих конических центрифуг на основе разработанной методологической базы и теории центрифугирования. Фильтрующие конические центрифуги защищены патентами на изобретения РФ № 2108169, № 2313401 и № 2338598 [6-8]. Основная задача разработанных центрифуг – очистка масел от негидратируемых фосфатидов.

На рисунке 1 представлен барабан лабораторной установки, изготовленный для исследования процесса фильтрации на центрифуге по изобретению РФ № 2338598.

Барабан состоит из основания 2, наружной 5 и внутренней 11 конических обечайек, крышки ротора 8, перфорированной втулки 15, заливного цилиндра 13, кольца в сборе 12. Внутренняя 11 и наружная 5 обечайки крепятся к основанию 2 болтами 17 с использованием дисков 3 и 14, при этом используется перфорированная втулка 15 для обеспечения зазора между обечайками. Крышка 8 крепится к обечайкам болтами 6 и 8 с уплотнением резиновой маслостойкой прокладкой 9. Очищенное масло выводится через втулку 7 кольца 12 в сборе.

Масло для очистки подается через внутреннюю полость заливного цилиндра 13, через перфорированную втулку 15 попадает в пространство между обечайками, заполнен-

ное фильтрующим материалом – цеолитом, где и происходит процесс центробежной очистки масла при прохождении через фильтрующий материал. Очищенное масло выводится из рабочей зоны через отверстие 7.

Свойства природного цеолита. В вертикальной конической фильтрующей центрифуге процесс разделения «сырого» растительного масла происходит в центробежном поле при прохождении масла через фильтровальную перегородку из природного цеолита, расположенную между наружной 5 и внутренней 11 обечайками (рис. 1). От гидравлического сопротивления фильтрующего материала (цеолита) зависит скорость перемещения частиц к наружной обечайке, то есть производительность. Материалом фильтрующей перегородки исследованных центрифуг является природный цеолит (табл.). Это минерал, который по исследованиям многих авторов при соответствующей обработке является ценной кормовой добавкой [2-4 и др.]. Как видно из данных таблицы, цеолит марки «Сокирнит» имеет площадь макропор $18-21 \text{ м}^2/\text{г}$, площадь микропор $1-2 \text{ м}^2/\text{г}$, то есть его свойства соответствуют требованиям фильтрующих центрифуг. Цеолит после обработки в течение определенного времени в фильтрующей центрифуге теряет фильтрующие способности из-за заполнения микро- и макро каналов фосфатидами и представляет готовую высокоэффективную кормовую добавку, обогащенную маслом, фосфатидами и другими элементами, характерными для растительных масел.

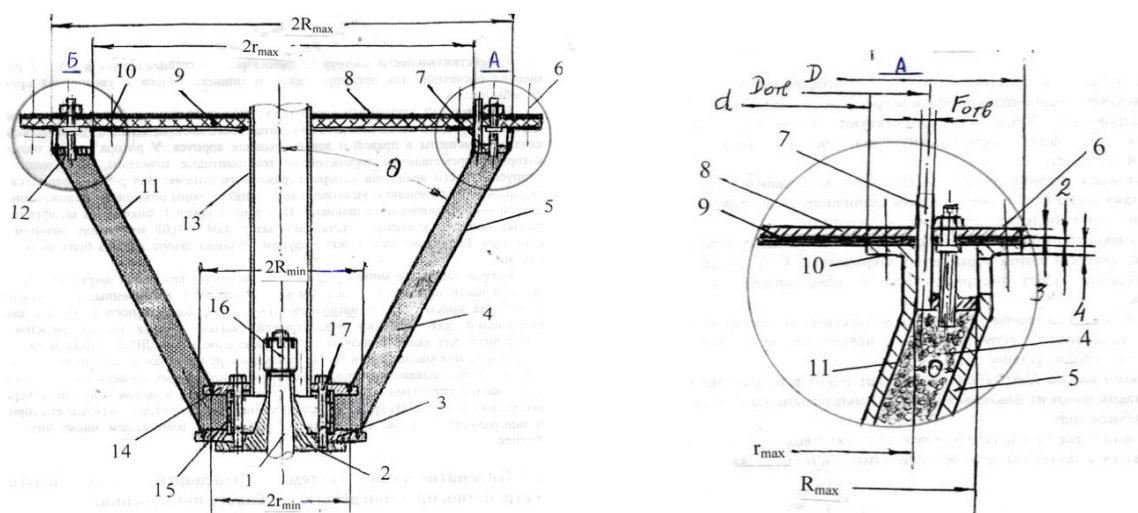


Рис. 1. Конструктивная схема вертикальной фильтрующей конической центрифуги:
 1 – вал привода; 2 – основание ротора; 3 – диск для крепления наружной обечайки ротора;
 4 – фильтрующий материал (цеолит); 5 – наружная коническая обечайка ротора;
 6 – болты крепления наружной обечайки ротора; 7 – трубка для вывода масла;
 8 – крышка ротора; 9 – прокладка; 10 – болты крепления внутренней обечайки ротора;
 11 – внутренняя коническая обечайка ротора; 12 – кольцо в сборе центрифуги;
 13 – заливной цилиндр; 14 – диск для крепления внутренней обечайки ротора;
 15 – перфорированная втулка; 16 – гайка крепления ротора; 17 – болты сборочные;
 узел А – крепление кольца 12 в сборе с отверстиями для вывода масла

Таким образом, использование конических фильтрующих центрифуг в сельскохозяйственных предприятиях позволяет повысить рентабельность производства за счет переработки продукции и отходов производства в хозяйстве.

Теоретические основы

В соответствии с разработанной нами теорией процесс очистки масла в вертикальной конической фильтрующей центрифуге можно разделить на три периода: образование слоя осадка в порах цеолита; уплотнение осадка и уменьшение объема пор цеолита; вытеснение жидкости, удерживаемой капиллярными и молекулярными силами [1].

Первый период можно сравнить с обычной фильтрацией в поле тяжести, причем давление фильтрации обуславливается здесь напором, развивающимся благодаря действию на суспензию поля центробежных сил.

Второй период является специфическим, не имеющим аналогий среди других процессов. Во время второго периода центрифугируемая масса представляет собой двухфазную систему, причем вначале твердые частицы расположены некомпактно, при минимуме точек касания друг с другом. Ввиду того, что осадок находится под действием силового поля, его скелет стремится к более плотному расположению частиц. Однако сближение частиц связано с уменьшением объема

пор в цеолите, следовательно, с выжиманием жидкой фазы из этих пор.

В этом случае возникает движение жидкой фазы к центру вращения. Скорость этого процесса описывается уравнением Стокса. Возникающее в связи с этим давление обуславливает фильтрацию жидкости. Помимо давления, вызванного действием скелета на жидкую фазу, в последней развивается давление от действия на нее центробежного поля. Процесс всплывания жидкой фазы в течение второго периода обусловлен действием двух вышеуказанных давлений; от них, а также от гидравлического сопротивления фильтрующего материала зависит скорость перемещения частиц к центру (наружной обечайке).

По окончании периода уплотнения осадка в порах цеолита начинается переходный период, во время которого происходит движение уровня насыщения осадка к наружной обечайке ротора.

Когда этот уровень достигнет состояния максимального заполнения пор цеолита примесями, начинает проявляться в чистом виде третий период процесса. К этому моменту расположение частиц скелета делается наиболее компактным. К началу третьего периода в местах соприкосновения частиц между собой и с поверхностью пор цеолита остается растительное масло, удерживаемое капиллярными и молекулярными силами. Часть его постепенно перетекает от одного стыка к другому – к центру центрифуги.

Таблица

Физико-механические и химические свойства цеолита «Сокирнит» [2]

Название свойств		Продолжение	
Физические и механические свойства		Адсорбционная ёмкость по воде (water absorbing capacity)	34-38%
Вид	Значение	Площадь макропор (macropore)	18-21 м ² /г
Внешний вид (appearance)	гранулы светлого-серого цвета (pale grey)	Площадь микропор (micropore)	1-2 м ² /г
Запах (odour)	нет (odourless)	Температура дегидратации (dehydration temperature)	270-300°С
Коэффициент пористости (porosity)	0,38-0,46	Температура размягчения (softening temperature)	1260°С
Плотность (density)	2,2-2,3 г/см ³	Температура плавления (melting temperature)	1340°С
Механическая прочность (mechanical strength)		Химическая и реактивная устойчивость	
а) истираемость (grateness)	не более 0,32-0,5%		
б) измельчаемость (detachability)	не более 0,62-1,86%	прирост окисляемости	не более 0,07-0,42 мг/дм ³
Твёрдость по Моосу (Mohs hardness)	3,5-4,0	прирост сухого остатка	не более 9,0-11,0 мг/дм ³
Объёмная масса (Volume weight)	1040-1080 кг/м ³	прирост кремнекислоты	не более 0,6-3,4 мг/дм ³
Эффективный диаметр пор	0,4 nm (4 angstrom, 4E)	Термическая устойчивость (thermic stability)	выше 450°С (Up to 450°С)
Значение pH (pH-value)	6,8-7,2	Растворимость в воде Опасное разложение Опасные полимеризации	нет (none) нет (none) нет (none)

Примеси, находящиеся в масле, как более тяжелая фракция, вытесняются к периферии. С целью повышения качества очистки вывод масла из пространства между наружной и внутренней обечайками ротора центрифуги осуществляется через отверстия, расположенные ближе к центру центрифуги. Как видно из рисунка, центрифуги по такой схеме имеют существенный недостаток, так как внутренний объем конуса полностью не используется. Модернизированная центрифуга на базе сепаратора СЦ-3 лишена этого недостатка.

В результате теоретических исследований для центрифуги по схеме рисунка 1 получено следующее уравнение производительности [1]

$$W = 3,16 g F_2 \cdot Fr k_c C_m = 3,16 g \sum k_c C_m,$$

где F_2 – площадь поверхности осаждения ротора центрифуги, m^2 .

$$F_2 = r_{min} \{ [(r_{min} + H \operatorname{tg} \theta_0) r_{min}]^S + [(r_{min} + H \operatorname{tg} \theta_0 + \ell_2)(r_{min} + \ell_2)]^S \}^2 / [(r_{min} r_{max})^S \operatorname{tg} \theta_0],$$

Fr – фактор разделения

$$Fr = \omega^2 r_{cp} / g = (\omega^2 / g) (r_{min} r_{max})^S.$$

Коэффициент проницаемости:

$$k_c = 0,0068 d^2 \varepsilon \xi^3 / (1 + \xi).$$

Показатель, характеризующий влияние свойств обрабатываемого масла C_m , $kg \cdot c / m^5$:

$$C_m = (\rho_s - \rho_l) / \nu = \Delta\rho / \nu.$$

Индекс производительности центрифуги:

$$\Sigma = 0,196 \omega F_{отв} [(R_{max} R_{min})^S + (r_{max} r_{min})^S] \cdot [\rho_l \nu / (\rho_s - \rho_l)] / [g k_c].$$

Решая относительно разности плотностей дисперсной и дисперсионной фаз $\Delta\rho$, получим

$$\Delta\rho = (\rho_s - \rho_l) = 0,196 \omega F_{отв} \cdot \nu \rho_l [(R_{max} R_{min})^S + (r_{max} r_{min})^S] / g k_c \Sigma. \quad (1)$$

В приведенных формулах использованы следующие обозначения:

ω – частота вращения ротора центрифуги, c^{-1} ;

$(\rho_s - \rho_l)$ – разность плотностей дисперсной и дисперсионной фаз растительного масла, kg / m^3 ;

ρ_l – плотность дисперсионной среды (очищенного масла), kg / m^3 ;

μ – динамическая вязкость суспензии, $kg / m \cdot c$;

r_{min} – минимальный радиус внутренней обечайки ротора центрифуги, m ;

d – средневзвешенный размер гранулометрического состава цеолита, m ;

ε – пористость фильтрующего материала;

ξ – коэффициент порозности;

H – высота ротора центрифуги, m ;

θ_0 – угол между осевой линией и образующей ротора центрифуги, град.;

ℓ_2 – радиальное расстояние между обечайками ротора центрифуги, m ;

ρ_s – плотность суспензии, kg / m^3 ;

ν – кинематическая вязкость фильтруемого масла, m^2 / c .

Модернизация сепаратора СЦ-3 для центрифугирования растительных масел. На рисунке 2 приведена принципиальная схема, а на рисунке 3 общий вид модернизированного сепаратора СЦ-3 для очистки растительных масел с фильтрующей перегородкой из природного цеолита.

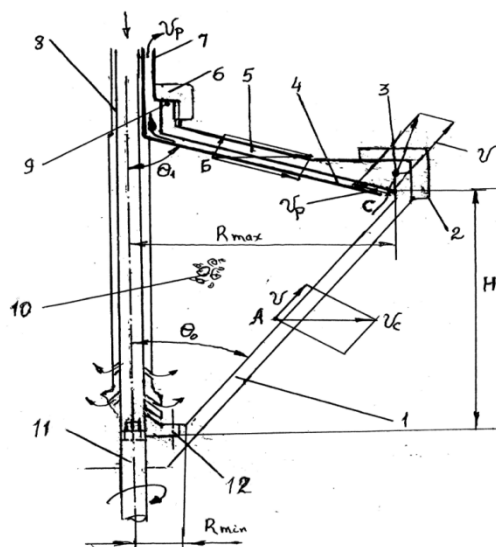


Рис. 2. Принципиальная схема переделки центрифуги СЦ-3:
 1 – корпус барабана; 2, 6 – гуйка;
 3, 9 – уплотнительное кольцо; 4 – тарелка;
 5 – крышка; 7 – направляющая;
 8 – тарелкодержатель; 9 – вал привода;
 10 – цеолит; 11 – вал привода;
 12 – штифт; R_{max} , R_{min} – максимальный и минимальный радиусы внутренней полости центрифуги; θ_0 – угол конуса внутренней полости центрифуги;
 θ_1 – угол конуса тарелки центрифуги;
 u_c – радиальная скорость всплывания масла;
 u_p – скорость подачи очищенного масла;
 u – проекция скорости всплывания на внутреннюю коническую поверхность барабана

При использовании переоборудованной центрифуги на базе сепаратора СЦ-3 процесс очистки масла происходит в поле центробежных сил и подчиняется закону Стокса (рис. 2). Частицы примесей, достигшие корпуса центрифуги (дисперсная фаза), перемещаются к центру (всплывают), вытесняя дисперсионную среду к периферии центрифуги. На максимальном радиусе центрифуги, у основания конуса, дисперсионная среда будет иметь минимальную плотность ρ_l , то есть масло будет максимально очищено для данной конструкции центрифуги. Под действием давления центробежного поля и насоса подачи исходной массы через зазор между тарелками 4 и 7 масло подается в систему выгрузки, причем количество выводимого мас-

ла регулируется перекрытием насоса на выгрузной магистрали центрифуги, чем достигается регулировка качества очистки.

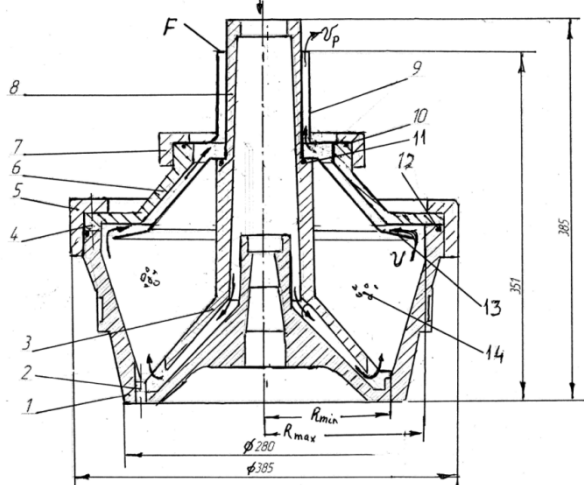


Рис. 3. Общий вид переоборудованной центрифуги:

- 1 – корпус барабана; 2 – штифт;
 - 3 – тарелкодержатель; 4 – крышка;
 - 5 – большая гайка;
 - 6 – крышка; 7 – малая гайка;
 - 8 – выходное отверстие площади F ;
 - 9 – горловина;
 - 10-12 – уплотнительные кольца;
 - 13 – тарелка специальная; 14 – цеолит;
- R_{max} , R_{min} – максимальный и минимальный радиусы внутренней полости центрифуги

После соответствующего преобразования уравнения производительности (1) получено следующее уравнение производительности переоборудованной центрифуги на базе СЦ-3:

$$W = \frac{0,0136 \xi^2 d^2 (\rho_s - \rho_f) R_{max} R_{min} \omega^2}{\rho_f (R_{max} - R_{min}) (1 + \xi)} F \rho_f \sin \theta_0 \cdot \sin(90 - \theta_1 - \theta_0) \quad (2)$$

где R_{max} – максимальный радиус внутренней полости корпуса барабана, м;

R_{min} – минимальный радиус внутренней полости корпуса барабана, м;

F – площадь поверхности выгрузного отверстия на максимальном радиусе, м²;

θ_0 – угол конуса внутренней поверхности корпуса 1 барабана, град.;

θ_1 – угол конуса внутренней поверхности крышки 6 корпуса барабана, град.

Остальные обозначения приведены выше.

Приняты следующие значения величин, входящих в формулу: $\xi = 0,46$; $d = 0,004$ м; $\rho_f = 903$ кг/м³; $\rho_s = 944$ кг/м³; $R_{max} = 0,165$ м; $R_{min} = 0,060$ м; $\sin \theta_0 = 0,42$; $\omega = 700$ с⁻¹; $F = 0,016$ м²; $\sin(90 - \theta_1 - \theta_0) = 0,34$; $\gamma = 36,4 \cdot 10^{-4}$ м²/с.

Подставив значения указанных параметров центрифуги, получена производительность $W = 135$ кг/ч, которая вполне устраивает фермерские хозяйства.

Модернизированная центрифуга (рис. 3) отличается от серийного сепаратора изменением конструкции тарелкодержателя 3, объединением конструкции шайбы и получением в связи с этим горловины 9, конструкцией тарелки 13, конструкцией корпуса барабана за счет создания конической поверхности внутренней полости. Внутренняя полость заполняется цеолитом, пакет тарелок удаляется.

При использовании переоборудованной центрифуги на базе сепаратора СЦ-3 (рис. 2) процесс очистки масла происходит в поле центробежных сил и подчиняется закону Стокса. Частицы примесей (дисперсная фаза), достигшие корпуса центрифуги, располагаются у периферии, вытесняя дисперсионную среду (дисперсионная среда всплывает). Поскольку дисперсионная среда имеет меньшую плотность, чем дисперсная фаза, и меньшую вязкость, она и перемещается вверх, достигая внутреннюю поверхность крышки 6 на максимальном радиусе центрифуги R_{max} . На максимальном радиусе центрифуги R_{max} у основания конуса дисперсионная среда будет иметь минимальную плотность ρ_f , то есть масло будет максимально очищено для данной конструкции центрифуги. По зазору между крышкой 6 и тарелкой 13 дисперсионная среда под влиянием давления подачи и разрежения откачивающего насоса поступает в зазор между тарелкодержателем 8 и горловиной 9 и откачивается выгрузным насосом. Причем количество выводимого масла регулируется перекрытием насоса на выгрузной магистрали центрифуги, чем достигается регулировка качества очистки.

Выводы

1. Природный цеолит марки «Сокирнит» имеет большое количество макро- (18-21 м²/г) и микропор (1-2 м²/г), что подтверждает возможность удерживания фосфатидов в порах при его использовании в качестве фильтрующего материала в фильтрующих центрифугах.

2. Применение конических фильтрующих центрифуг в сельскохозяйственных предприятиях позволяет перерабатывать сельскохозяйственную продукцию в хозяйствах, что способствует повышению экономических показателей сельхозпроизводителей как за счет переработки продукции на местах производства (семян подсолнечника), так и за счет использования отходов (цеолита при кормлении животных).

3. Модернизация сепаратора СЦ-3 в фильтрующую коническую центрифугу с цеолитовой фильтровальной перегородкой возможна без существенных конструктивных изменений, что позволит производителям сепараторов СЦ-3 повысить рынок сбыта и конкурентоспособность своей продукции.

Библиографический список

1. Харченко Г.М. Механико-технологические основы повышения эффективности процесса центробежной очистки растительных масел: дис. ... докт. тех. наук. – Барнаул, 2009. – С. 495.
2. Цеолиты: свойства и область применения.(электронный ресурс). <http://shop.znakomlu.com.ceolit/html>.
3. Макаренко Л.Я. Эффективность использования цеолита Пегасского месторождения в кормлении крупного рогатого скота: дис. ... докт. с.-х. наук: 06.02.02. – Кемерово, 2003. – 289 с. (электронный ресурс). www.dslib.net (библиотека диссертаций).
4. Cheshmedzhiev V.V., Mircheva D., Dzhorova V., et al. Effect of zeolite in ration containing carbamide established by experiments with rams // Zhivotnovod. nauki. – 1981. – Vol. 18. – № 6. – P. 64-68.
5. Боковикова Т.Н. Химический состав, структура и свойства фосфолипидов масел семян подсолнечника современных типов и разработка технологии их выведения методом жимической поляризации: дис. ... докт. техн. наук. – Краснодар, 2000. – 430 с. (электронный ресурс) <http://tekhnosfera.com/himicheskii-sostav-struktura-i-svoystva-fosfolipidov-masel-semyan-podsolnechnika-sovremennyh-tipov-i-razrabotka-tehnologi#ixzz3QP5WemJi>.
6. Центрифуга для очистки жидкости: пат. 2108169 Рос. Федерация: МПК В04 В 3/00, В 04 В 11/00 / Доценко С.М., Харченко Г.М., Курков Ю.Б.; заявитель и патентообладатель Благовещенск, ДальГАУ. – № 96110552/13; заявл. 27.05.96; опубл. 10.04.98; Бюл. № 10. – 3 с.: ил
7. Центрифуга для очистки жидкости: пат. 2313401 Рос. Федерация: МПК В 04 В 3/00, В 04 В 11/00 / Земсков В.И., Харченко Г.М.; заявитель и патентообладатель В.И. Земсков. – № 2006120778/12; заявл. 13.06.2006; опубл. 27.12.07; Бюл. № 36. – 5 с.: ил.
8. Центрифуга для очистки жидкости: пат. 2338598 Рос. Федерация: МПК В04 В 3/00 / Земсков В.И., Харченко Г.М.; заявитель и патентообладатель В.И. Земсков. – № 2007113289/12; заявл. 09.04.2007; опубл. 20.11.08; Бюл. № 32. – 4 с.: ил.

References

1. Kharchenko G.M. Mekhaniko-tekhnologicheskie osnovy povysheniya effektivnosti protsessa tsentrobezhnoi ochistki rastitel'nykh masel: dis. ... dokt. tekhn. nauk. – Barnaul, 2009. – S. 495.
2. Tseolity: svoistva i oblast' primeneniya (elektronnyi resurs). <http://shop.znakomlu.com.ceolit/html>.
3. Makarenko L.Ya. Effektivnost' ispol'zovaniya tseolita Pegasskogo mestorozhdeniya v kormlenii krupnogo rogatogo skota: dis. ... dokt. s.-kh. nauk: 06.02.02. – Kemerovo, 2003. – S. 289. (elektronnyi resurs). www.dslib.net.
4. Cheshmedzhiev V.V, Mircheva D., Dzhorova V., et al. Effect of zeolite in ration containing carbamide established by experiments with rams // Zhivotnovod. nauki. – 1981. – Vol. 18. – № 6. – P. 64-68.
5. Bokovikova T.N. Khimicheckii sostav, struktura i svoistva fosfolipidov masel semyan podsolnechnika sovremennykh tipov i razrabotka tekhnologii ikh vyvedeniya metodom zhimicheskoi polyarizatsii: dis. ... dokt. tekhn. nauk. – Krasnodar, 2000. – 430 s. (elektronnyi resurs) <http://tekhnosfera.com/himicheskii-sostav-struktura-i-svoystva-fosfolipidov-masel-semyan-podsolnechnika-sovremennyh-tipov-i-razrabotka-tehnologi#ixzz3QP5WemJi>.
6. Tsentrifuga dlya ochistki zhidkosti: pat. 2108169 Ros. Federatsiya: MPK V04 V 3/00, V 04 V 11/00 [Tekst] / S.M. Dotsenko, G.M. Kharchenko, Yu.B. Kurkov; zayavitel' i patentoobladatel' Blagoveshchensk Dal'GAU – № 96110552/13; zayavl. 27.05.96; opubl. 10.04.98, Byul. № 10.– 3 s.: il.
7. Tsentrifuga dlya ochistki zhidkosti: pat. 2313401 Ros. Federatsiya: MPK V 04 V 3/00, V 04 V 11/00 / V.I. Zemskov, G.M. Kharchenko; zayavitel' i patentoobladatel' V.I. Zemskov. – № 2006120778/12; zayavl. 13.06.2006; opubl. 27.12.07, Byul. № 36. – 5 s.: il.
8. Tsentrifuga dlya ochistki zhidkosti: pat. 2338598 Ros. Federatsiya: MPK V04 V 3/00 / V.I. Zemskov, G.M. Kharchenko; zayavitel' i patentoobladatel' V.I. Zemskov. – № 2007113289/12; zayavl. 09.04.2007; opubl. 20.11.08, Byul. № 32.– 4 s.: il.

