

**DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-3-3**

УДК 665.3:621.928.3

В. В. Дідур¹, д.т.н. проф.

ORCID: 0000-0001-7584-5073

Є. А. Петриченко¹, к.т.н.

ORCID 0000-0003-1037-077X

Г. І. Дашивець², к.т.н.,

ORCID: 0000-0003-2612-6077

¹ Уманський національний університет садівництва² Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

e-mail: galyna.dashyvets@tsatu.edu.ua, тел: 0987240967

МОДЕРНІЗАЦІЯ СЕПАРАТОРА СЦ-3

Анотація. Виробництво рослинних олій у сільськогосподарських підприємствах стримується відсутністю недорогого малогабаритного обладнання, що забезпечує випуск продукції, яка відповідає міжнародним стандартам якості. Розробка економічного недорогого вітчизняного обладнання та організація його виготовлення є актуальними.

Результати аналізу інформаційних джерел доводять можливість якісного очищення рослинних олій в умовах сільськогосподарських підприємств на вертикальних конічних центрифугах при використанні природного фільтруючого матеріалу – мінералу цеоліту. В даній роботі розглядається можливість модернізації сепаратора СЦ-3

Представлено розроблену схему барабана експериментальної центрифуги. Представлено принципову схему модернізації центрифуги СЦ-3, загальний вид переобладнаної центрифуги. Описано принцип роботи модернізованої центрифуги.

Встановлено, що модернізація сепаратора СЦ-3 у конічну фільтруючу центрифугу з цеолітовою фільтрувальною перегородкою можлива без істотних конструктивних змін, що дозволить виробникам сепараторів СЦ-3 підвищити ринок збуту та конкурентоспроможність своєї продукції.

Ключові слова: рослинні олії, актуальність, центрифугування, фільтрувальна перегородка, цеоліт, властивості, Сокирніт, теорія, переобладнання, сепаратор, пристрій.

Постановка проблеми. Виробництво рослинних олій у сільськогосподарських підприємствах стримується відсутністю недорогого малогабаритного обладнання, що забезпечує випуск продукції, яка відповідає міжнародним стандартам якості. У зв'язку з цим необхідні розробка економічного недорогого вітчизняного обладнання та організація його виготовлення.

Аналіз останніх досліджень. Результати аналізу інформаційних джерел доводять можливість якісного очищення рослинних олій в умовах сільськогосподарських підприємств на вертикальних конічних



центрифугах при використанні природного фільтруючого матеріалу – мінералу цеоліту [1-4].

Цеоліт може використовуватись у якості кормової добавки при годівлі тварин [5-7], що дозволить при використанні фільтруючих конічних центрифуг підвищити ефективність сільськогосподарських підприємств шляхом використання відпрацьованого та збагаченого фосфатидами цеоліту в якості кормової добавки.

Формулювання цілей статті. Модернізація конструкції вертикальної конічної центрифуги для якісної очистки рослинних олій.

Основна частина. Постанова на виробництво конічних фільтруючих центрифуг дає можливість вирішити такі проблеми: підвищення ефективності сільськогосподарських підприємств за рахунок глибокої переробки своєї продукції на місцях, нові робочі місця та зайнятість населення. В даній роботі розглядається можливість модернізації сепаратора СЦ-3 (який випускається серійно і призначений для очищення масла суднових двигунів) для використання його при очищенні рослинних олій.

Встановлено, що олії з насіння сучасних типів соняшнику відрізняються високою масовою часткою негідратованих фосфоліпідів, восків та золи [8, 9]. Сьогодні фосфатиди стали невід'ємним рецептурним компонентом продуктів на основі водно-жирових емульсій кондитерських виробів, швидкорозчинних напоїв, сумішей для дитячого харчування, морозива, сирів, м'ясних фаршів тощо.

Так, широке застосування фосфатидів у хлібопеченні обумовлено тим, що, адсорбуючись на частинках борошна, фосфатиди, як емульгатори, сприяють більшому його зв'язку з водою, а також взаємодіючи з білком підвищують еластичність тіста. Загалом додавання фосфатидного концентрату до тіста викликає зміну ступеня його дисперсності та структурно-механічних властивостей дисперсних структур елементів тіста, що зумовлює зміну пружно-пластично-в'язкісних властивостей тіста і в результаті цього – обсягу та структури хліба. При цьому збільшується обсяг хлібобулочних виробів, регулюється їхня міцність, покращується колір. Харчовий фосфатидний концентрат використовується також у виробництві вафель, фруктових кремів, шоколаду.

В якості емульгатора та фізіологічно активної добавки його широко використовують у виробництві маргарину та майонезу.

Кормовий фосфатидний концентрат входить до складу кормів для вигодовування молодняку великої рогатої худоби, свиней, овець та курей, де він відіграє роль фізіологічно активної добавки та емульгатора.



Технічні фосфатиди знайшли застосування в текстильній та шкіряній промисловості, де використовуються для просочення тканин, вовни та обробки шкіри з метою підвищення її еластичності. Їх також вводять до складу лаків і фарб з метою збільшення глибини їх відтінків, проте сфера застосування технічних фосфатидів все ж таки є обмеженою.

При водній гідратації, що застосовується в процесах очищення рослинних олій, виділяються тільки фосфатиди, що гідратуються, а негідратовані, складові 0,1-0,25% фосфатидів (у перерахунку на стеароолеолецитин), залишаються в маслі. Прагнення створити найбільш сприятливі умови для наступних етапів рафінації призвело до розробки численних способів і прийомів додаткової обробки масел, що гідратуються, з метою максимального видалення негідратованих фосфатидів [8, 9]. Так, поряд з використанням різних фізико-хімічних способів (парою, розчинами електролітів, мінеральними та органічними кислотами, електромагнітною активацією [10-16]) розвиваються також ферментні способи видалення фосфатидів, які спрощують технологічний процес, роблячи його безпечним, також дозволяють знизити втрату фосфатидів та отримувати якісну олію та фосфатиди із заданими властивостями. Однак усі ці способи трудомісткі та енергоємні і не можуть застосовуватися в сільськогосподарських підприємствах через їхню складність та дорожнечу [17-23].

Для вирішення проблеми очищення олій безпосередньо в сільськогосподарських підприємствах розроблено схему барабана експериментальної центрифуги та проведено дослідження фільтруючих конічних центрифуг на основі розробленої методологічної бази та теорії центрифугування. Основне завдання розробленої центрифуги – очищення олій від негідратованих фосфатидів [24].

Барабан (рис. 1) складається з основи 2, зовнішньої 5 і внутрішньої 11 конічних обичайок, кришки ротора 8, перфорованої втулки 15, циліндра заливного 13, кільця в зборі 12. Внутрішня 11 і зовнішня обичайки 5 кріпляться до основи 2 болтами 17 з використанням дисків 3 і 14, при цьому використовується перфорована втулка 15 для забезпечення зазору між обичайками. Кришка 8 кріпиться до обичайок болтами 6 і 8 з ущільненням гумовою маслостійкою прокладкою 9. Очищена олія виводиться через втулку 7 кільця 12 у зборі.

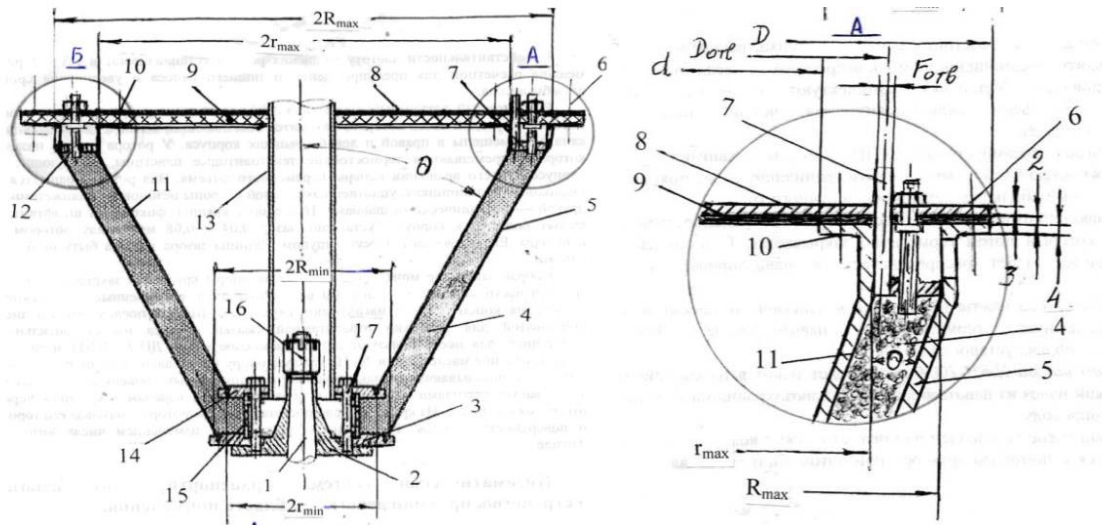


Рис. 1. Конструктивна схема вертикальної фільтруючої конічної центрифуги:

1 – вал приводу; 2 – основа ротора; 3 – диск для кріплення зовнішньої обичайки ротора; 4 – фільтруючий матеріал (цеоліт); 5 – зовнішня конічна обичайка ротора; 6 – болти кріплення зовнішньої обичайки ротора; 7 – трубка для виведення олії; 8 – кришка ротора; 9 – прокладка; 10 – болти кріплення внутрішньої обичайки ротора; 11 – внутрішня конічна обичайка ротора; 12 – кільце у зборі центрифуги; 13 – заливний циліндр; 14 – диск для кріплення внутрішньої обичайки ротора; 15 – перфорована втулка; 16 – гайка кріплення ротора; 17 – болти складальні; вузол А – кріплення кільця 12 у зборі з отворами для виведення олії

Олія для очищення подається через внутрішню порожнину заливного циліндра 13, через перфоровану втулку 15 потрапляє в простір між обичайками, заповнений фільтруючим матеріалом - цеолітом, де відбувається процес відцентрового очищення масла при проходженні через фільтруючий матеріал. Очищене масло виводиться з робочої зони через отвір 7.

У вертикальній конічній фільтруючій центрифугі процес поділу «сирої» рослинної олії відбувається в відцентровому полі при проходженні олії через фільтрувальну перегородку з природного цеоліту, розташовану між зовнішньою 5 і внутрішньою обичайками 11 (рис.1). Від гідравлічного опору фільтруючого матеріалу (цеоліту) залежить швидкість переміщення частинок до зовнішньої обичайки, тобто продуктивність. Матеріалом перегородки, що фільтрує, досліджених центрифуг є природний цеоліт (табл.). Це мінерал, який за дослідженнями багатьох авторів за відповідної обробки є цінною кормовою добавкою [1-4].



Таблиця 1

Фізико-механічні та хімічні властивості цеоліту «Сокирніт» [7]

Назва властивостей		Продовження	
Фізичні та механічні властивості		Адсорбційна ємність по воді	34-38%
Вид	Значення	Площа макропор	18-21 м ² /г
Зовнішній вигляд	гранули світло-сірого кольору	Площа мікропор	1-2 м ² /г
Запах	ні	Температура дегідратації	270-300 ⁰ С
Коефіцієнт пористості	0,38-0,46	Температура розм'якшення	1260 ⁰ С
Густина	2,2-2,3 г/см ²	Температура плавлення	1340 ⁰ С
Механічна міцність		Хімічна та реактивна стійкість	
а) стирання	не більш 0,32-0,5%	приріст окислюваності	не більш 0,07-0,42мг/дм ²
б) подрібнюваність	не більш 0,62-1,86%	приріст сухого залишку	не більш 0,9-11,0мг/дм ²
Твердість по Моосу	3,4 – 4,0	приріст кремнекислоти	не більш 0,6-3,4мг/дм ²
Об'ємна маса	1040-1080 кг/м ³	Термічна стійкість	вище 450 ⁰ С
Ефективний діаметр пор	0,4nm	Розчинність у воді	ні
Значення рН	6,8 -7,2	Небезпечне розкладення	ні
		Небезпечні полімеризації	ні

Як видно з даних таблиці, цеоліт марки «Сокирніт» має площу макропор 18-21 м²/г, площа мікропор 1-2 м²/г, тобто його властивості відповідають вимогам фільтруючих центрифуг. Цеоліт, після відпрацювання протягом певного часу у фільтруючій центрифугі, втрачає фільтруючі здібності через заповнення мікро- і макро каналів фосфатидами і представляє готову високоефективну кормову добавку, збагачену маслом, фосфатидами та іншими елементами, характерними для рослинних олій.

Таким чином, використання конічних фільтруючих центрифуг у сільськогосподарських підприємствах дозволяє підвищити



рентабельність виробництва за рахунок переробки продукції та відходів виробництва у господарстві.

Відповідно до теорії процес очищення олії у вертикальній конічній фільтруючій центрифугі можна розділити на три періоди: утворення шару осаду в порах цеоліту; ущільнення осаду та зменшення обсягу пор цеоліту; витіснення рідини, що утримується капілярними та молекулярними силами [24].

Перший період можна порівняти зі звичайною фільтрацією в полі тяжіння, причому тиск фільтрації обумовлюється тут натиском, що розвивається завдяки дії суспензії поля відцентрових сил.

Другий період є специфічним, який не має аналогій серед інших процесів. Під час другого періоду центрифугована маса являє собою двофазну систему, причому спочатку тверді частини розташовані некомпактно, при мінімумі точок торкання один з одним. Зважаючи на те, що осад знаходиться під дією силового поля, його скелет прагне більш щільного розташування частинок. Однак зближення частинок пов'язане зі зменшенням об'єму пор в цеоліті, отже, з вичавлюванням рідкої фази з цих пор. В цьому випадку виникає рух рідкої фази до центру обертання. Швидкість процесу описується рівнянням Стокса. Тиск, який при цьому виникає, зумовлює фільтрацію рідини. Окрім тиску, викликаного дією скелету на рідку фазу, в останній розвивається тиск на неї відцентрового поля. Процес спливу рідкої фази протягом другого періоду обумовлений дією двох вищевказаних тисків; від них, а також від гідравлічного опору фільтруючого матеріалу, залежить швидкість переміщення частинок до центру (зовнішньої обичайки).

Після закінчення періоду ущільнення осаду в порах цеоліту починається перехідний період, під час якого відбувається рух рівня насичення осаду до зовнішньої обичайки ротора. Коли цей рівень досягне стану максимального заповнення пор цеоліту домішками, починає виявлятися у чистому вигляді третій період процесу. До цього моменту розташування частинок скелета стає найбільш компактним. До початку третього періоду в місцях зіткнення частинок між собою і з поверхнею пор цеоліту залишається рослинна олія, що утримується капілярними та молекулярними силами. Частина її поступово перетікає від одного стику до іншого – до центру центрифуги. Домішки, що у маслі, як тяжка фракція, витісняються до периферії.

З метою підвищення якості очищення виведення олії з простору між зовнішньою та внутрішньою обичайками ротора центрифуги здійснюється через отвори, розташовані ближче до центру центрифуги. Як видно з малюнка, центрифуги за такою схемою мають істотний недолік, тому що внутрішній об'єм конуса не



використовується повністю. Модернізована центрифуга на базі сепаратора СЦ-3 позбавлена цього недоліку.

В результаті теоретичних досліджень для центрифуги за схемою рис. 1 отримано наступне рівняння продуктивності [1]

$$W = 3,16 q F_2 \cdot F_r k_c C_m = 3,16 q \Sigma k_c C_m, \quad (1)$$

де F_2 – площа поверхні осадження ротора центрифуги, m^2 .

$$F_2 = r_{\min} \left\{ \left[(r_{\min} + H \operatorname{tg} \theta_o) r_{\min} \right]^5 + \left[(r_{\min} + H \operatorname{tg} \theta_o + \ell_2) (r_{\min} + \ell_2) \right]^5 \right\}^{21} / \left[(r_{\min} r_{\max})^5 \operatorname{tg} \theta_o \right], \quad (2)$$

F_r – фактор поділу

$$F_r = \omega^2 r_{cp} / q = (\omega^2 / q) (r_{\min} r_{\max})^s \quad (3)$$

Коефіцієнт проникності:

$$k_c = 0,0068 d^2 \varepsilon \zeta^3 / (1 + \zeta) \quad (4)$$

Показник, що характеризує вплив властивостей оброблюваного мастила, $C_m, \text{кг} \cdot \text{с} / \text{м}^5$:

$$C_m = (\rho_s - \rho_f) / \nu = \Delta \rho / \nu \quad (5)$$

Індекс продуктивності центрифуги:

$$\Sigma = 0,196 \omega F_{ome} \left[(R_{\max} R_{\min})^s + (r_{\max} r_{\min})^s \right] \cdot \left[\rho_f \nu / \rho_s - \rho_f \right] / [q k_c] \quad (6)$$

Вирішуючи щодо різниці густин дисперсної та дисперсійної фаз $\Delta \rho$, отримаємо

$$\Delta \rho = (\rho_s - \rho_f) = \frac{0,196 \omega F_{ome} \cdot \nu \rho_f \left[(R_{\max} R_{\min})^s + (r_{\max} r_{\min})^s \right]}{q k_c \Sigma}. \quad (7)$$

У наведених формулах використані такі позначення:

ω – частота обертання ротора центрифуги, s^{-1} ;

$(\rho_s - \rho_f)$ – різниця густин дисперсної та дисперсійної фаз рослинної олії, $\text{кг}/\text{м}^3$;

ρ_f – густина дисперсійного середовища (очищеного масла), $\text{кг}/\text{м}^3$;

μ – динамічна в'язкість суспензії, $\text{кг}/\text{м} \cdot \text{с}$;

r_{\min} – мінімальний радіус внутрішньої обичайки ротора центрифуги, м;

d – середньозважений розмір гранулометричного складу цеоліту, м;

ε – пористість фільтруючого матеріалу;

ζ – коефіцієнт порізності;

H – висота ротора центрифуги, м;

θ_o – кут між осьюовою лінією та твірною ротора центрифуги, град.; і

ℓ_2 – радіальна відстань між обичайками ротора центрифуги, м;

ρ_s – густина суспензії, кг/м^3 ;

ν – кінематична в'язкість масла, що фільтрується, $\text{м}^2/\text{с}$.

На рисунку 2 наведена принципова схема, а на малюнку 3 загальний вигляд модернізованого сепаратора СЦ-3 для очищення рослинних олій з фільтруючою перегородкою з природного цеоліту.

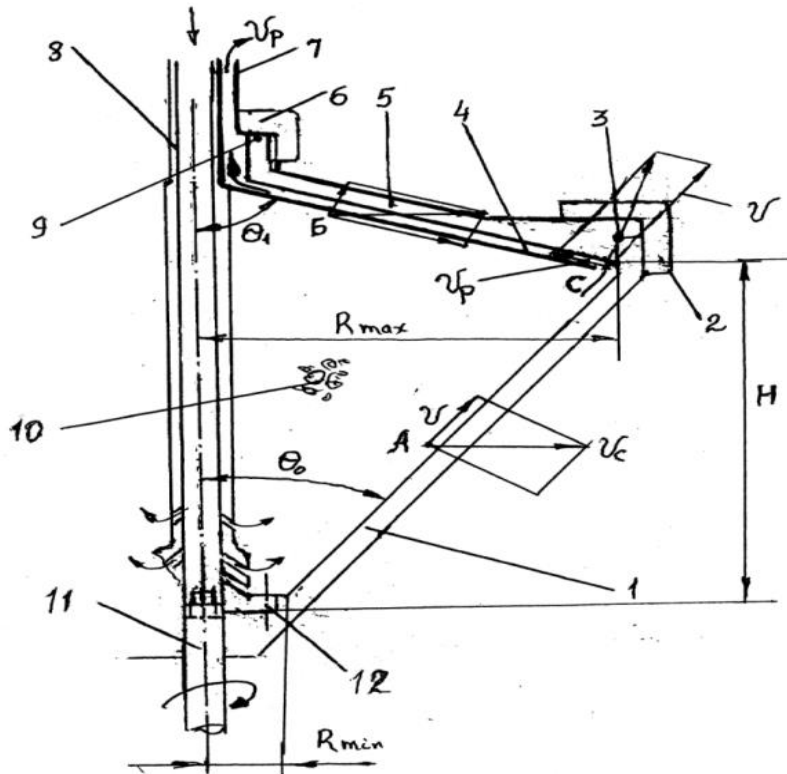


Рис. 2. Принципова схема модернізації центрифуги СЦ-3:
1 – корпус барабана; 2, 6 – гайка; 3, 9 – кільце ущільнювача;
4 – тарілка; 5 – кришка; 7 – напрямна; 8 – тарілотримач; 9 – вал
приводу; 10 – цеоліт; 11 – вал приводу; 12 – штифт; R_{\max} ,
 R_{\min} – максимальний та мінімальний радіуси внутрішньої порожнини
центрифуги; θ_o – кут конуса внутрішньої порожнини центрифуги;
 θ_f – кут конуса тарілки центрифуги; v_c – радіальна швидкість
спливання масла; v_p – швидкість подачі очищеної олії; v – проекція
швидкості спливу на внутрішню конічну поверхню барабана

При використанні переобладнаної центрифуги з урахуванням сепаратора СЦ-3 процес очищення олії відбувається у полі відцентрових сил і підпорядковується закону Стокса (рис. 2). Частинки домішок, що досягли корпусу центрифуги (дисперсна фаза), переміщуються до центру (випливають), витісняючи дисперсійне середовище до периферії центрифуги. На максимальному радіусі центрифуги, біля основи конуса, дисперсійне середовище матиме мінімальну густину f , тобто масло буде максимально очищене для



даної конструкції центрифуги. Під дією тиску відцентрового поля і насоса подачі вихідної маси через зазор між тарілками 4 і 7 масло подається в систему вивантаження, причому кількість олії, що виводиться, регулюється перекриттям насоса на вивантажувальній магістралі центрифуги, чим досягається регулювання якості очищення.

Після відповідного перетворення рівняння продуктивності (1) отримано наступне рівняння продуктивності переобладнаної центрифуги на базі СЦ-3:

$$W = \frac{0,0136\zeta^2 d^2 (\rho_s - \rho_f) R_{\max} R_{\min} \omega^2}{\gamma \rho_f (R_{\max} - R_{\min})(1 + \zeta)} F \rho_f \sin \theta_0 \cdot \sin(90 - \theta_1 - \theta_0), \quad (8)$$

де R_{\max} – максимальний радіус внутрішньої порожнини корпусу барабана, м;

R_{\min} – мінімальний радіус внутрішньої порожнини корпусу барабана, м;

F – площа поверхні вивантажувального отвору на максимальному радіусі, м²;

θ_0 – кут конуса внутрішньої поверхні корпусу 1 барабана, град.;

θ_1 – кут конуса внутрішньої поверхні кришки 6 корпусу барабана, град.

Прийнято такі значення величин, що входять у формулу:

$$\zeta = 0,48; \quad d = 0,004 \text{ м}; \quad \rho_f = 903 \text{ кг/м}^3; \quad \rho_s = 944 \text{ кг/м}^3;$$

$$R_{\max} = 0,165 \text{ м}; \quad R_{\min} = 0,060 \text{ м}; \quad \sin \theta_0 = 0,42; \quad \omega = 700 \text{ с}^{-1};$$

$$F = 0,016 \text{ м}^2; \quad \sin(90 - \theta_1 - \theta_0) = 0,34; \quad \gamma = 36,4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 / \text{с}.$$

Підставивши значення зазначених параметрів центрифуги, отримано продуктивність $W=135$ кг/год, що цілком влаштовує фермерські господарства.

Модернізована центрифуга (рис. 3) відрізняється від серійного сепаратора зміною конструкції тарілотримача 3 об'єднанням конструкції шайби і отриманням у зв'язку з цим горловини 9 конструкцією тарілки 13 конструкцією корпусу барабана за рахунок створення конічної поверхні внутрішньої порожнини. Внутрішня порожнина заповнюється цеолітом, пакет тарілок видаляється.

При використанні переобладнаної центрифуги на базі сепаратора СЦ-3 (рис. 2) процес очищення олії відбувається у полі відцентрових сил і підпорядковується закону Стокса. Частки домішок (дисперсна фаза), що досягли корпусу центрифуги, розташовуються біля периферії, витісняючи дисперсійне середовище (дисперсійне середовище спливає).

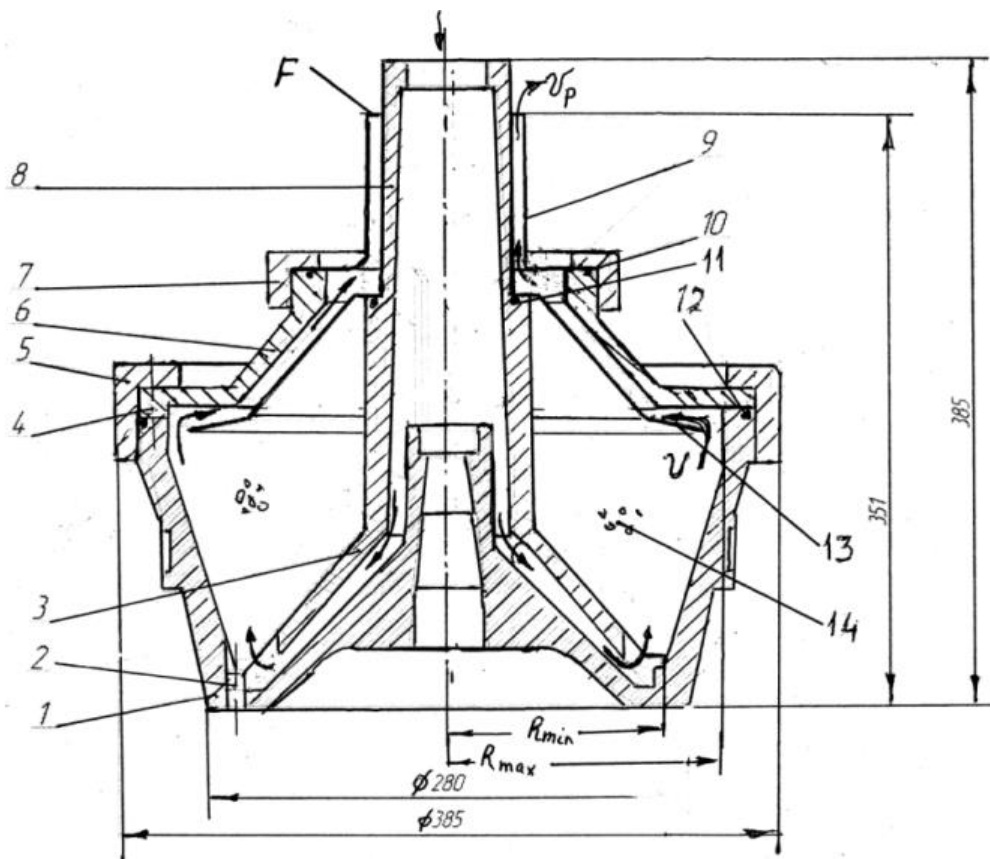


Рис. 3. Загальний вид переобладнаної центрифуги:

1 – корпус барабана; 2 – штифт; 3 – тарілотримач; 4 – кришка; 5 – велика гайка; 6 – кришка; 7 – мала гайка; 8 – вихідний отвір площі F ; 9 – горловина; 10–12 – кільця ущільнювачів; 13 – спеціальна тарілка; 14 – цеоліт; R_{max} , R_{min} – максимальний та мінімальний радіуси внутрішньої порожнини центрифуги

Оскільки дисперсійне середовище має меншу густину, ніж дисперсна фаза, і меншу в'язкість, вона переміщається вгору, досягаючи внутрішню поверхню кришки 6 на максимальному радіусі центрифуги R_{max} . На максимальному радіусі центрифуги R_{max} біля основи конуса дисперсійне середовище матиме мінімальну густину f , тобто масло буде максимально очищене для даної конструкції центрифуги. По зазору між кришкою 6 і тарілкою 13 дисперсійне середовище під впливом тиску подачі і розрядження насоса, що відкачує, надходить у зазор між тарілотримачем 8 і горловиною 9 і відкачується вивантажувальним насосом. Причому кількість олії, що виводиться, регулюється перекриттям насоса на вивантажувальній магістралі центрифуги, чим досягається регулювання якості очищення.



Висновки. Природний цеоліт марки «Сокірніт» має велику кількість макро- (18-21 м²/г) та мікропор (1-2 м²/г), що підтверджує можливість утримання фосфатидів у порах при його використанні як фільтруючий матеріал у фільтруючих центрифугах.

Застосування конічних фільтруючих центрифуг у сільськогосподарських підприємствах дозволяє переробляти сільськогосподарську продукцію в господарствах, що сприяє підвищенню економічних показників сільгоспвиробників як за рахунок переробки продукції на місцях виробництва (насіння соняшнику), так і за рахунок використання відходів (цеоліту під час годування тварин).

Модернізація сепаратора СЦ-3 у конічну фільтруючу центрифугу з цеолітовою фільтрувальною перегородкою можлива без істотних конструктивних змін, що дозволить виробникам сепараторів СЦ-3 підвищити ринок збуту та конкурентоспроможність своєї продукції.

Список використаних джерел

1. Пісчанська В. В., Медведовська В. М. Механічні процеси і апарати хімічних виробництв: навчальний посібник. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2008. 52 с.

2. ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови. [Чинний від 2019-01-01]. Київ: Держстандарт України, 2018. 19 с. (Інформація та документація).

3. Marie Wong, Laurence Eyres, Leandro Ravetti Modern Aqueous Oil Extraction-Centrifugation Systems for Olive and Avocado Oils. *Green Vegetable Oil Processing, AOCs Press*. 2014. Vol. 2. P. 19-51. <https://doi.org/10.1016/B978-0-9888565-3-0.50005-4>.

4. Eberle S., Börnick Hilmar, Stolte Stefan. Granular Natural Zeolites: Cost-Effective Adsorbents for the Removal of Ammonium from Drinking Water. *Water*. 2022. Vol. 14(6). P. 939. <https://doi.org/10.3390/w14060939>.

5. Цеоліти: властивості та галузь застосування. URL: <http://shop.znakomlu.com.ceolit/html> (дата звернення 12.03.2024).

6. Cheshmedzhiev V., Mircheva D., Dzhorova V. Effect of zeolite in ration containing carbamide established by experiments with rams. *Zhivotnovod. nauki*. 1981. Vol. 18(6). P. 64-68.

7. Salahudeen N. A Review on Zeolite: Application, Synthesis and Effect of Synthesis Parameters on Product Properties. *Chemistry Africa*. 2022. Vol. 5. P. 1889–1906. <https://doi.org/10.1007/s42250-022-00471-9>.

8. Аналіз технологій отримання олії з олійних культур / В. В. Дідур, Д. П. Журавель, О. М. Шокарев, О. В. В'юник, А. С. Комар. *Науковий вісник Таврійського державного*



агротехнологічного університету. 2022. Вип. 12, т. 3. С. 180-189. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2022-3-17>.

9. Farooq S., Ngaini Z. Introduction to Vegetable Oils. Part of the books eries: Composites Science and Technology. *Bhawani S. A., Khan A., Mohmad Ibrahim M. N., Jawaid M.(eds). Vegetable Oil-Based Composites*. Singapore, 2024. 590 p. https://doi.org/10.1007/978-981-99-9959-0_1

10. Паламарчук І. П., Бандура В. М., Фіалковська Л. В., Пазюк В. М. Обґрунтування технології та розробка обладнання для первинного очищення соняшникової олії. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2017. № 1(84). С. 128 – 132.

11. Marvin Winkler, HeikoSonner, MarcoGleiss, Hermann Nirschl Fractionation of aultrafineparticles: Evaluation of separation efficiency by UV–visspectroscopy, *Chemical Engineering Science*. 2020. Vol. 213. no115374. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2019.115374>.

12. Dellapiane Juan & Pelloso Jose. (2014). Process for purification of vegetable oils upon withdrawal of solids by centrifugation in the miscella stage. *Patent: US8692004B2*, 2014. URL: https://www.researchgate.net/publication/302724382_Process_for_purification_of_vegetable_oils_upon_withdrawal_of_solids_by_centrifugation_in_the_miscella_stage (дата звернення 15.03.2024).

13. Клименко О. Д., Селезньов Е. Л. Хімічна технологія та обладнання підприємств: навч. посібник для студентів спец. 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання. Луцьк: Луцький НТУ, 2018. 136 с.

14. Resasco D., Crossley S., Wang B., White J. Interaction of water with zeolites: a review. *Catalysis Reviews*. 2021. Vol. 63(2). P. 302–362. <https://doi.org/10.1080/01614940.2021.1948301>.

15. Shihab Jenan, Rashid Khalid, Toma Manal. A review on membrane technology application for vegetable oil purification processes. *International Journal of Food Engineering*. 2022. Vol. 18(10-11). <https://doi.org/10.1515/ijfe-2022-0058>.

16. Erkaeva N., Akhmedov A., Normurodova U. Effective technology for cleaning mechanical compounds in vegetable oils. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. 2022. Vol. (1-2). P. 13-17. <https://doi.org/10.29013/AJT-22-1.2-13-17>.

17. Процеси та апарати харчових виробництв: підручник / А. М. Поперечний, О. І. Черевко, В. Б. Гаркуша, Н. В. Кирпиченко; за ред. А. М. Поперечного. Київ : Центр учбової літератури, 2007. 304 с.

18. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва : навч. посібник / П. С. Берник [та ін.]. Львів : Львівська політехніка, 2004. 336 с.



19. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / В. Г. Мирончук [та ін.]. Вінниця: Нова книга, 2004. 288 с.
20. Малезик І. Ф. Процеси і апарати харчових виробництв: лабораторний практикум. Київ: НУХТ, 2006. 224 с.
21. Навчально-методичний посібник до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Експлуатація техніки в переробці» для студентів спеціальності 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» денної форми навчання / Укладачі: В. М. Пазюк, О. Д. Пазюк, О. В. Цуркан. Вінниця: ВНАУ, 2013. 81 с.
22. Лабораторний практикум з дисципліни «Процеси і апарати»: навч. посібник / В. Ф. Ялпачик [та ін.]. Мелітополь : Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. 275 с.
23. Процеси і апарати харчових виробництв : лабораторний практикум : навч. посібник. / О. І. Черевко [та ін.]. Харків : Світ Книг, 2013. 168 с.
24. Tantray Javeed, Mansoor Sheikh, Choh Wani Rasy, Nissa Nighat. *Basic Life Science Methods*. 2023. P. 15-20. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-19174-9.00005-2>.

Стаття надійшла до редакції..15.04.2024.

V. Didur¹, I. Petrychenko¹, G. Dashyvets²

¹Uman National University of Horticulture

²Dmytro Motorny Tavria state agrotechnological university

MODERNIZATION OF THE CIJ-3 SEPARATOR

Summary

The production of vegetable oils in agricultural enterprises is held back by the lack of inexpensive, small-sized equipment that ensures the production of products that meet international quality standards. The development of economical, inexpensive domestic equipment and the organization of its production are relevant. The results of the analysis of information sources prove the possibility of high-quality purification of vegetable oils in the conditions of agricultural enterprises on vertical conical centrifuges when using a natural filter material - the mineral zeolite. This work considers the possibility of modernizing the CIJ-3 separator (which is produced in series and is intended for cleaning the oil of marine engines) for its use in the cleaning of vegetable oils. Examples of the use of oil production waste in various branches of production are described - in the food industry, in the manufacture of fodder for cattle. Technical phosphatides are used in the textile and leather industry, where they are used to impregnate fabrics, wool and leather in order to increase its elasticity. They are also introduced into the composition of varnishes and paints in order to increase the depth of their shades. The work presents methods of cleaning oils from phosphatides that are hydrated and from those that are not hydrated. The developed scheme of the drum of the experimental centrifuge is presented and the research of filtering conical centrifuges is



carried out on the basis of the developed methodological base and the theory of centrifugation. The principle of operation of the laboratory installation is described. The plant performance equation is provided. The schematic diagram of the modernization of the ЦЦ-3 centrifuge, the general view of the converted centrifuge, is presented. The principle of operation of the modernized centrifuge is described. It was established that the modernization of the ЦЦ-3 separator into a conical filter centrifuge with a zeolite filter partition is possible without significant structural changes, which will allow the manufacturers of ЦЦ-3 separators to increase the sales market and the competitiveness of their products.

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