

*А.О. НЕТРЕБА*, асп., НТУ «ХПІ»;

*Ф.Ф. ГЛАДКИЙ*, д-р техн. наук, проф. НТУ «ХПІ»

## **ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ВОЛОКНИСТО-ФІЛЬТРУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ В ТЕХНОЛОГІЇ ВІНТЕРИЗАЦІЇ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ**

В статті досліджено процес фільтрації при виробництві олій за допомогою волокнистих фільтруючих матеріалів – фільтрів Петрянова. Наведена порівняльна характеристика фільтрів Петрянова відносно промислових фільтруючих матеріалів та встановлено їх перевагу щодо вдосконалення процесу вінтеризації соняшникової олії.

**Ключові слова:** соняшникова олія, рослинний віск, фільтри Петрянова, бельтинг фільтрувальний, вінтеризація.

**Вступ.** В олійно-жировій промисловості значне місце відводиться як отриманню олій із заданими продовольчими властивостями, так і скороченню витрат олії у відходи та отримання побічних продуктів із задовільними властивостями.

При рафінації воскоподібні сполуки практично не виводяться з олії, тим самим погіршуючи товарний вид та її споживчі якості. В процесі вінтеризації олія набуває прозорості, яку зберігає навіть за низьких температур. Ця стадія рафінації характеризується низькою ефективністю, що пов'язано з тривалістю процесу кристалізації воску, низькою продуктивністю, великими енергозатратами. Втрати значної кількості олії та воску у відходи пов'язані в основному з проблемами стадії фільтрації соняшникової олії.

**Аналіз останніх досліджень та літератури.** Технологічний процес вилучення воскоподібних речовин із рослинних олій шляхом охолодження олій до температури утворення кристалів воску має назву «вінтеризація». Класична схема вінтеризації складається із обережного поступового охолодження олії до температури кристалізації воску, подальшої витримки при цій температурі та видалення воску шляхом фільтрації [1].

© А.О. Нетреба, Ф.Ф. Гладкий. 2013

Найбільші складнощі виникають при видаленні воску методом фільтрації. Розділення неоднорідних систем рідина-тверді часточки (суспензії) можливе при використанні спеціальних фільтруючих перегородок, які пропускають рідку фазу (олію) і затримують тверду (віск). Та не всі фільтруючі тканини здатні затримати найменші часточки суспензії. Тому в промисловості використовують спеціальні допоміжні фільтруючі засоби (перліт, кізельгур та ін.), роль яких полягає в захисті фільтруючої перегородки від закупорки пор; підтримання високої швидкості фільтрації та подовження роботи фільтру без очищення; забезпечення потрібної чистоти фільтрату. Ці функції в певній мірі важко сумісні.

Рухомість рідини в транспортних порах фільтруючого засобу тим вище, чим більше відношення його проникності до густини середовища. Тому зниження густини фільтруючої рідини за рахунок збільшення її температури призводить до збільшення швидкості фільтрації. Однак використання температурного фактору обмежено можливістю розчинення твердої фази або хімічними змінами рідкої фази. Іншим параметром, що впливає на швидкість фільтрації є робочий тиск. Але підвищення тиску недопустиме якщо фільтруюча речовина утворює практично непроникний стислий осад, та якщо при підвищенні тиску деякі високодисперсні домішки проникають у фільтрат [2].

В промисловості ці всі проблеми вирішують за допомогою підбору фільтруючого засобу на різних стадіях рафінації; поєднанням наливного шару на перегородці з дозованою подачею фільтруючого матеріалу в потік фільтруючої рідини; додаткове очищення фільтрату на поліруючих фільтрах. Процес фільтрації на стадії рафінації соняшникової олії – вінтеризації – ускладнюється із-за швидкого засмічення фільтрів воском, який буквально обволікає фільтр в цілому, закупорюючи його пори; труднощів очищення фільтрів від осаду та утворення значної кількості олієвмісних відходів. Також віск, який відфільтровується не передбачає подальшого використання, як самостійний товарний продукт, що призводить до його втрат у відходи.

Нами пропонується новий метод фільтрації – за допомогою фільтрів Петрянова [3, 4]. Високоєфективні фільтруючі матеріали – фільтри Петрянова – представляють собою рівномірні шари електростатично-

заряджених ультратонких полімерних волокон, нанесених на підложку із марлі або іншого матеріалу. Фільтри Петрянова отримують методом електроформування, розробленого в НІФХІ ім. Л.Я. Карпова академіком І.В. Петряновим. Матеріал складається із суміші волокон різних діаметрів з рихлою структурою волокнистого шару. Волокна розміщені у двомірному просторі з малою щільністю упаковки (0,02 – 0,15). Пори в такому матеріалі представляють собою проміжки між волокнами. Рідина проходить через шар фільтруючого матеріалу не тільки по напрямку потоку рідини, але й поперек нього, тобто в проміжках між волокнами, що набагато підвищує площу фільтрації. Тобто ці фільтри відносяться до глибинних фільтрів, які затримують дисперсну фазу по всьому своєму об'ємі. Матеріал фільтрів Петрянова хімічно і термостійкий. Температурний інтервал застосування фільтрів доволі великий від -250 до +110 °С. Фільтри не набухають і не деформуються і здатні затримувати дрібнодисперсні осади [5]. Фільтрам Петрянова можна придати високі і стійкі на протязі 5 років електростатичні заряди, що покращують фільтруючі властивості волокон при малих швидкостях фільтрації. Накопичення та поляризація заряду відбувається внаслідок багаторазових іскрових газових розрядів через шар матеріалу, що формується у фільтр, із початкових негативно заряджених волокон на заземлений електрод [6, 7].

Наявність заряду забезпечує цим матеріалам унікальні фільтруючі і конструктивні властивості. Не дивлячись навіть на обмежений експлуатаційний часовий ресурс електричного заряду, саме його наявність у фільтруючих матеріалах – фільтрах Петрянова – підвищує фільтруючі властивості та дозволяє використовувати їх в промисловості.

**Мета досліджень.** Визначити можливість використання волокнистих фільтруючих матеріалів (фільтрів Петрянова) для розділення тонких суспензій неполярних речовин (воску) в неполярному розчиннику (олії). Визначити також здатність таких матеріалів затримувати щонайменші частки твердої фази, що утворюються при інтенсивному охолодженні рідкої фази, та полярні супутні речовини і домішки, які розчинні в олії, завдяки наявності на них електричного заряду.

**Матеріали та результати досліджень.** На даний час в промисловості на стадії фільтрації використовують бельтингфільтрувальний – спеціальну фільтруючу тканину. Але справа в тому, що при цьому необхідно використовувати допоміжний фільтруючий порошок – перліт, що призводить до збільшення втрат олії у відходи та втрату самого воску. При використанні нових фільтруючих матеріалів – фільтрів Петрянова – ці проблеми зникають. Порівняльна характеристика фільтруючих матеріалів наведена в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика фільтруючих матеріалів

Показники	Фільтр Петрянова	Бельтинг
Нормативний документ	ФПП-15-25; ТУ 2568-003-54875427-2005	ГОСТ 332-91
Зовнішній вигляд	Рівномірний волокнистий шар нанесений на марлеву підкладку, без отворів і просвітів	Важка, дуже щільна і міцна тканина із кручених волокон
Матеріал фільтру	Полімер – перхлорвініл	Бавовна
Поверхнева щільність, г/м <sup>2</sup>	30±5	930±30
Розривне навантаження шару, кгс	1,18	280
Ефективність фільтрації по найменшим частинкам (0,34мкм), %	99	–
Температурний режим, °С	-250°С ÷ +110°С	До +80°С

Досліджено можливість використання волокнистих фільтруючих матеріалів на стадії рафінації соняшnikової олії – вінтеризації. Фільтрування олії з воскоподібними речовинами проводили на вакуумних фільтрах. Модельним зразком слугувала соняшnikова дезодорована олія, що була попередньо тричі виморожена при 4–5°С, в яку додавали попередньо знежирений віск рослинного походження із соняшnikового насіння. З метою розчинення та руйнування колоїдних утворень пробу олії з внесеним воском нагрівали до 80 – 90 °С, потім витримували при постійній температурі до повного розчинення воску в олії. Воскові сполуки виділялися у вигляді «сітки» (спостерігалось

помутніння олії), після чого олію направляли на фільтрацію. Порівняльна характеристика якісних показників соняшникової олії профільтрованої через бельтинг та фільтр Петрянова наведена в табл. 2.

Таблиця 2. Порівняльна характеристика якісних показників соняшникової олії

Зразок соняшникової олії	Прозорість	Кислотне число, мг КОН/г	Пероксидне число, $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг	Колірне число, мг j <sub>2</sub>	Масова частка вологи, %
Контроль (тричі виморожена олія)	прозора	0,2	0,6	25	0,25
Початкова олія (модельна суміш)	мутна	0,2	0,6	25	0,25
Олія, профільтована через бельтинг	прозора	0,2	0,6	25	0,25
Олія, профільтована через фільтр Петрянова	прозора	0,1	0,4	15	0,17

З отриманих даних видно, що волокнисті фільтруючі матеріали – фільтри Петрянова, здатні затримувати на своїй поверхні полярні супутні речовини і домішки, які розчинні в олії, завдяки наявності на них електричного заряду. Це дає не тільки велику перевагу волокнистим фільтруючим матеріалам в порівнянні з промисловими, але й можливість створити нову технологію рафінації соняшникової олії.

Оскільки для фільтрації необхідна така різниця тисків по різні боки фільтруючої перегородки, яка б пододала тиск рідини в капілярах перегородки, то по мірі збільшення товщини фільтруючого шару за рахунок накопичення осаду на поверхні тканини, опір в певний момент часу стає рівним різниці тисків по обидві сторони перегородки і фільтрація припиняється. В процесі фільтрації розрізняють три стадії:

- початкова, коли рідина спокійно проникає крізь не покриту ще осадом фільтруючу перегородку, причому разом з рідкою фазою

частково проходять і часточки суспензії; рідину після фільтрації отримують мутною і тому її повертають назад на повторну фільтрацію;

- основна, коли фільтрація іде з достатньо великою швидкістю і дає прозору оліє завдяки фільтруючому шару осаду, що накопичився на тканині;

- кінцева, коли швидкість фільтрації із-за дуже великого осаду на фільтрі стає занадто малою, практично невігідною. Тоді фільтрацію припиняють, щоб змінити фільтруючу перегородку або провести регенерацію тканини.

Суттєва відмінність фільтрів Петрянова полягає в тому, що їх можна використовувати відразу не створюючи намивного фільтруючого шару, що призводить до зменшення циклу фільтрації. З урахуванням специфічних вимог оліє-жирової промисловості нові волокнисті високоефективні фільтруючі матеріали фільтри Петрянова дають відразу задовільний результат. В хімічній технології під фільтрацією розуміють весь комплекс процесів, що проходять на фільтрі: власне фільтрація, промивка та обезжирювання осаду, а також допоміжні операції (загрузка суспензії, намивання фільтруючого шару, розвантаження фільтру та видалення осаду, регенерація фільтруючої тканини) [8, 9]. Виходячи з цього наведемо по стадійну характеристику фільтрів у таблиці 3.

Чіткість розділу суспензії визначається якістю фільтрату та осаду. Якість фільтрату оцінюють коефіцієнтом чистоти – співвідношенням концентрації твердої фази в початковій суспензії і фільтраті, та ступінню чистоти – співвідношенням кількості затриманої твердої фази до її кількості у початковій суспензії.

Інтенсивність фільтрування може оцінюватися швидкістю фільтрації, тобто об'ємом фільтрату  $V(\text{м}^3)$ , що пройшов через одиницю площі фільтрації  $S(\text{м}^2)$  за одиницю часу  $\tau$ . Згідно розмірності, це так звана лінійна швидкість проходження фільтрату крізь фільтруючу перегородку. Та для фільтрів ліпше використовувати об'ємну швидкість, тобто продуктивність фільтру.

$$\varphi = \frac{V}{S \cdot \tau} \quad (1) \quad V = \frac{3600qS}{\tau} \quad (2)$$

Таблиця 3. Порівняльна характеристика фільтрів по стадіям фільтрації

Стадія фільтрації	Фільтр Петрянова	Бельтинг
Підготовча стадія	Відсутня	Отримання суспензії олії з перлітом та підігрів олії до температури фільтрації
Намивання фільтруючого шару	Відсутня	Циркуляцію суспензії продовжують до появи прозорої олії на виході із фільтр-пресу
Саме фільтрація	Фільтрація вимороженої олії	Фільтрація суспензії вимороженої олії з фільтруючим порошком через дренажний шар перліту
Очищення фільтру: - розвантаження фільтру - видалення осаду - регенерація фільтруючої тканини	Зміна фільтруючої тканини  Отримання «чистого» воску Термічний спосіб очищення фільтруючої тканини	Зміна фільтруючої тканини  Отримання суміші воску з олією та перлітом Механічне очищення фільтруючої тканини з використанням людської праці

Дані про швидкість фільтрації через фільтр Петрянова та через бельтинг представлені на рисунках 1 та 2. Причому швидкість фільтрації через бельтинг в початковий момент часу – це швидкість після намивання фільтруючого шару на тканині.

Результати аналізу швидкості фільтрації свідчать про те, що по мірі накопичення на фільтруючій поверхні осаду швидкість фільтрації поступово знижується; швидкість фільтрації волокнисто-фільтруючих матеріалів вище, ніж бельтингу.

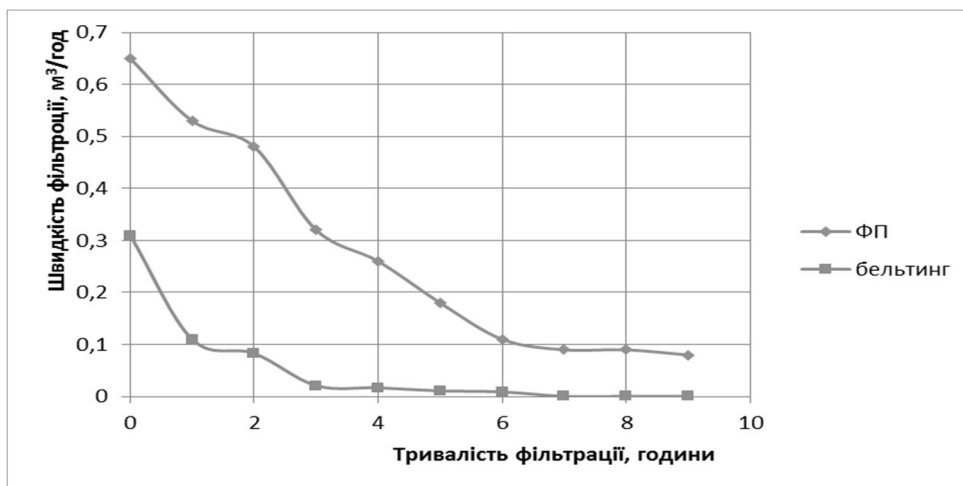


Рис. 1. Швидкість фільтрації соняшникової олії на стадії вінтеризації, відповідно через фільтр Петрянова та через бельтинг.

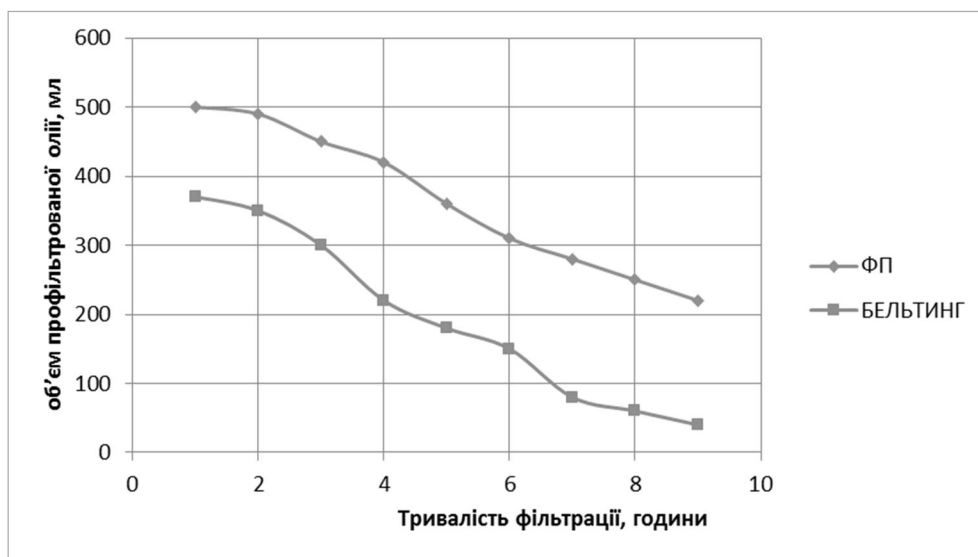


Рис. 2. Зміна кількості профільтрованої олії через фільтр Петрянова та бельтинг з плином часу

З результатів досліджень видно, що при певній швидкості та об'єму профільтрованої рідини, необхідно припинити фільтрацію із-за засміченості фільтру та змінити фільтруючу перегородку або провести її регенерацію.

**Висновки.** За результатами досліджень показана можливість використання нових волокнистих фільтруючих матеріалів – фільтрів Петянова – для фільтрації на стадії вінтеризації соняшникової олії. Використання фільтрів Петрянова на стадії видалення воску та воскоподібних речовин із соняшникової олій дозволяє не тільки



повністю вивести віск із олії та отримати соняшникову олію вищого гатунку без додаткового використання допоміжних фільтраційних матеріалів та без великих втрат олії у відходи, а також отримати віск, як самостійний товарний продукт. Доведено, що полярні супутні речовини і домішки, якщо вони розчинні в олії, затримуються на волокнах фільтру, що мають електричний заряд. Це дає можливість створити нову технологію видалення таких речовин із олії.

**Список літератури.** 1. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров, Т. 2 / под ред. А.Г. Сергеева. – Л.: ВНИИЖ, 1975. – 106 с. 2. Меламуд Н.Л. Порошкообразные фильтрующие материалы / Н.Л. Меламуд // Масложировая промышленность. 2006. – № 4, С. 38 – 41. 3. Волокнистые фильтрующие материалы ФП / И.В. Петрянов, В.И. Козлов, П.И. Басманов, Б.И. Огородников. – М.: Знание, 1968. – 78 с. 4. Резанова В.Г. Розробка тонковолокнистих матеріалів на основі компатибілізованих сумішей полімерів. автореф. дис. канд. техн. наук: спеціальність 05.17.15 / В.Г.Резанова // Київський Національний Університет технологій та дизайну. – К.: 2004. – 20 с. 5. Садовский Б.Ф. Применение материалов ФП для фильтрации жидкостей / Б.Ф. Садовски, А.Д. Шепелёв. // Шестые Петряновские чтения: тез. докл. НИФХИ им. Л.Я. Карпова, 2007. – С. 256–262. 6. В.Н. Кириченко. Электроформование волокнистых материалов / В.Н. Кириченко, Ю.Н. Филатов, Ю.Л. Юров // Новоросийск. 1997. – С. 45–52. 7. Шутков А.А. Формование волокнистых фильтрующих мембран методом электропрядения. / А.А. Шутков, Е.Ю. Астахов // Журнал технической физики. 2006. – т. 76, № 8, С. 132–135. 8. Процессы и аппараты химической технологии: [учебник для студентов высших учебных заведений]. В 2 частях. Ч. 1 / [Товажнянский Л.Л., Готлинская А.П., Леценко В.А. и др.]; под. ред. Л.Л. Товажнянского. – Х.: НТУ «ХПИ», 2005. – 523 с. 9. А.И. Аскинази. Опыт использования синтетических фильтровальных материалов. / А.И. Аскинази, А.А. Шмидт, В.Х. Паронян, Н.А. Калашева, Н.С. Бродская и др. // Масложировая промышленность. 1984 – № 2, С. 16–17.

Надійшла до редколегії 05.09.13

УДК 665.36

**Використання нових волокнисто-фільтруючих матеріалів в технології вінтеризації соняшникової олії / А.О. Нетреба, Ф.Ф. Гладкий // Вісник НТУ «ХПИ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПИ» – 2013. – № 55 (1028). – С. 22–30. Бібліогр.: 9 назв.**

В статті вивчено фільтрацію при виробництві рослинних масел з допомогою волокнистих фільтруючих матеріалів – фільтрів Петрянова. Приведена порівняльна характеристика фільтрів Петрянова відносно промислових фільтрів і обґрунтовано їх перевагу для удосконалення процесу вінтеризації підсонячного масла.

**Ключевые слова:** підсонячне масло, рослинний віск, фільтри Петрянова, бельтинг фільтруючий, вінтеризація.

The article studied the filtering in the production of vegetable oils by means of fibrous – filter materials – filter Petryanov. The comparative characteristics of filters Petryanov regarding industrial filters and proved their advantage to improve the process of winterization of sunflower oil.

**Keywords:** sunflower oil, vegetable wax, Petryanov filters, filter belting, winterization.