

Ю.А. Полєвода
Вінницький національний аграрний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ОЧИЩЕННЯ СИРОГО ГЛІЦЕРИНУ

© Полєвода Ю.А., 2012

Проведено експериментальні дослідження процесів відцентрового фільтрування, вібраційної сепарації та використання промислової моделі вібраційної машини для очищення сирого гліцерину. Отримано режимні параметри досліджуваного процесу, які виявились достатньо ефективними за умов інтенсифікації обробки за мінімізації енерговитрат.

The experimental researches of such processes as centrifugal filtration, vibration separation using the industrial model of vibration machine for raw glycerin cleaning have been conducted. The regime parameters of investigated process have been achieved as a result that are effective under the conditions of treatment intensification and energy consumption.

Постановка проблеми. З розвитком альтернативних джерел енергії, зокрема біодизельного палива, постає проблема переробки та очищення гліцерину як побічного продукту цього виробництва [4]. Зазвичай, цю проблему вирішували за допомогою традиційних методів розділення: відстоювання, фільтрування, циклонування під дією відцентрових сил тощо. Тому актуальним є дослідження комбінованої механічної дії на цю сировину. У цій роботі пропонується об'єднати відцентрове фільтрування та вібраційну дію на гліцериномістку сировину з метою її ефективного очищення.

Аналіз останніх досліджень. Основні закономірності процесу розділення під час центрифугування сформульовані у 50–60 роках минулого століття [1, 5, 7, 8] і сьогодні детально описані у численних статтях і монографіях [2, 9]. Аналіз відомих досліджень [7] показує, що для характеристики роздільних можливостей фільтрувальних центрифуг використовують не величину прискорення відцентрового поля, а його відношення до прискорення сили тяжіння (чинник розділення). Величина чинника розділення у періодично працюючих центрифуг неоднакова протягом усього робочого циклу. Існує номограма, завдяки якій можна визначити чинники розділення для різних конструкцій центрифуг (через діаметр ротора і частоту його обертання) і відповідно можна знайти оптимальний режим роботи.

Формулювання цілі роботи. Мета роботи – вибрати оптимальні режими роботи вібровідцентрової машини для розділення рідкої гліцериномісткої сировини за техніко-економічними критеріями оцінки. Це вирішувалось проведенням експериментальних досліджень очищення гліцерину методами відстоювання, центрифугування та вібровідцентрової сепарації.

Виклад основного матеріалу. Під час дослідження особливу увагу звертали на основні робочі параметри цієї вібромашини, а саме – амплітудно-частотні, силові та енергетичні характеристики. За основні можна прийняти такі характеристики: A – амплітуда коливань (проникність); $\omega_{пр.в}$ – кутова швидкість привідного вала віброзбуджувача (зміна положення рівноваги); $\omega_{рот}$ – кутова швидкість ротора; N – спожита потужність.

Розроблена машина впливає на означену сировину комбінованим способом, а саме: відцентровою та гравітаційною дією (обертання ротора та вплив вібрації). Тому доцільно провести дослідження на усіх етапах роботи установки окремо і за комбінованої роботи загалом. Роботу досліджуваної вібраційної центрифуги можна поділити на три етапи:

- тільки відцентрове фільтрування (ВФ) – залежність спожитої потужності від кутової швидкості ротора;
- тільки вібраційна сепарація (ВС) – залежність спожитої потужності та величини амплітуди коливань від кутової швидкості вала віброзбуджувача;
- комбінована вібровідцентрова сепарація (ВВС) – залежність спожитої потужності та величини амплітуди коливань від кутової швидкості привідного вала віброзбуджувача та кутової швидкості ротора.

На рис. 1 показано експериментально-дослідну машину для вібровідцентрового фільтрування неоднорідної сировини.



Рис. 1. Загальний вигляд експериментально-дослідного зразка вібровідцентрової машини для очищення гліцерину

Технічні та конструктивні параметри вібраційної машини наведено в таблиці.

Технічні та конструктивні параметри вібраційної машини

Параметри	Одиниці вимірювання	Значення
Об'єм контейнера (відстійника), V_B	дм ³	23
Робочий об'єм ротора, V_P	дм ³	8,36
Маса контейнера, m_K	кг	36
Маса ротора, m_P	кг	10
Кількість пружних елементів	шт.	4
Кількість дебалансів	шт.	4
Кут регулювання дебалансів, α	град.	0 – 360
Частота обертання вала віброзбуджувача, n_B	хв ⁻¹	0 – 1500
Частота обертання вала ротора, n_P	хв ⁻¹	0 – 3000
Потужність приводу віброзбуджувача,	кВт	1,1
Потужність приводу ротора,	кВт	0,55
Амплітуда коливань контейнера, A	мм	0 – 10
Ступінь завантаження контейнера, φ	%	75

Амплітудно-частотні характеристики вібровідцентрової машини вимірювались комплексом, що складається (рис. 2) із "Октавного (1/3) аналізатора 01 024", "Частотоміра електронного ЧЗ-22" та механічного тахометра [6].

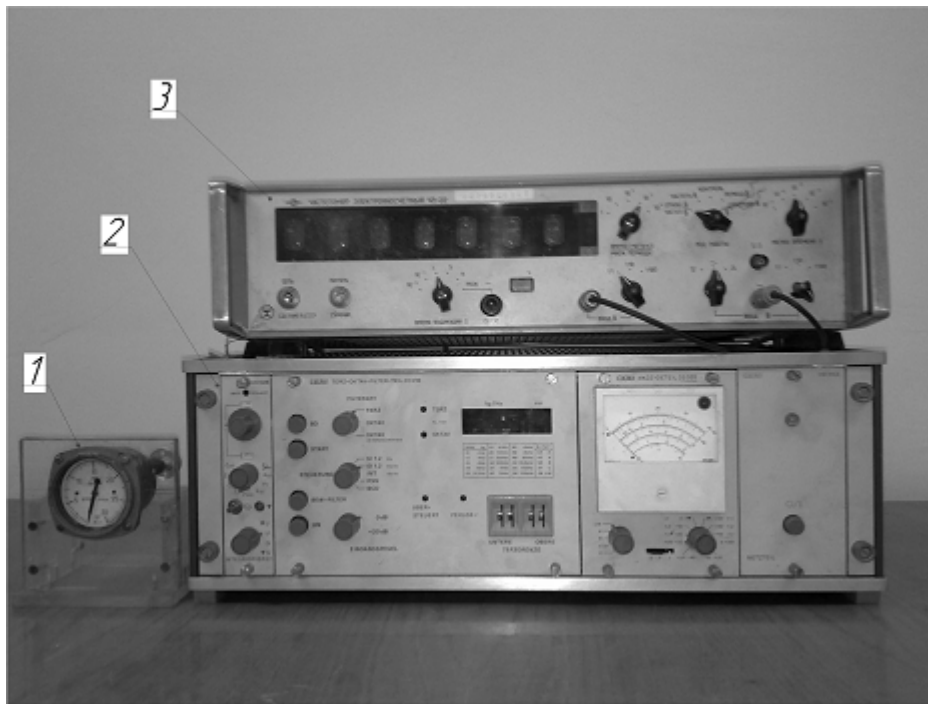


Рис. 2. Вібровимірювальна апаратура для проведення експериментальних досліджень:
 1 – "Тахометр механічного типу СК-751"; 2 – "Октавний (1/3) аналізатор 01 024";
 3 – "Частотомір електронний ЧЗ-22"

Силкові та енергетичні характеристики дають можливість оцінити витрати енергії на привід та побудувати баланс потужності віброзбуджувачів. Зміну частоти обертання ротора та привідного вала віброзбуджувача отримували завдяки трансформатору (латеру), контролюючи механічним тахометром. Спожиту потужність замірювали ватметром. Інтервал часу перебігу експерименту фіксували секундоміром.

Для проведення експерименту використовували перфоровані ротори із діаметрами отворів: 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,5; 1; 2. Робоча поверхня – це циліндр, виготовлений із перфорованого листа (діаметр 190 мм, довжина 295 мм). Подачу сирого гліцерину регулювали краном, встановленим на трубопроводі, який виходить із ємкості. Під час проведення дослідів як технологічне середовище використовували сирій гліцерин третього сорту згідно з ГОСТ 6823-2000 [3], густина за 20 °С якого становила 1,23 г/см³, а маса завантаження – 10 кг.

Як параметри оцінки температури були обрані:

- механічні: A , мм – амплітуда коливань (A_x, A_y, A_z);

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}, \quad (2.1)$$

що вимірюється октавним (1/3) аналізатором 01 024 (віброметр); ω , рад/с – кутова швидкість ротора та привідного вала віброзбуджувача, що вимірюється частотоміром електронним ЧЗ-22 та тахометром; v_B , м/с – віброшвидкість ($v_B = A \cdot \omega$) і a_B , м/с² – віброприскорення ($a_B = A \cdot \omega^2$), що оцінюється октавним (1/3) аналізатором 01 024 (віброметр);

- електричні: N , Вт – потужність, яку вимірювали ватметром;

– технологічні: ρ , г/см³ – густина, що вимірювалась аерометром та аналітичними розрахунками.

Очікуваний результат оцінювали за умови забезпечення мінімальної потужності за постійного амплітудно-частотного режиму за мінімального вмісту побічних речовин через мінімальний час обробки.

Як змінні параметри були обрані:

- покровкові $\omega_{ром}$ (0...300 рад/с), $\omega_{пр.в}$ (0...140 рад/с);
- фіксовані у межах одного експерименту $t_{злиц}$, $d_{оме}$ (діаметр отворів ротора, мм), тип адсорбенту або його відсутність.

Під час досліджень були реалізовані такі технологічні режими:

- тільки обертання ротора (відцентрове фільтрування ВФ), що відбувають за таких умов: ($t_{злиц} = 20^\circ\text{C}$, $d_{оме} = 1...2$ мм) за кутової швидкості ротора у межах ($\omega_{ром} = 50, 100, 150, 200, 250, 300$ рад/с);

- тільки вібраційна сепарація (вібраційна сепарація ВС) за ($t_{злиц} = 20^\circ\text{C}$) та кутової швидкості вала віброзбуджувача у межах ($\omega_{пр.в} = 50, 60, 80, 100, 120, 140$ рад/с), амплітуди коливань – у межах ($A = 0 - 7$ мм);

- комбінування вібрації та фільтрування (вібровідцентрова сепарація ВВС) за ($t_{злиц} = 20^\circ\text{C}$, $d_{оме} = 1...2$ мм), за кутової швидкості ротора у межах ($\omega_{ром} = 50, 100, 150, 200, 250, 300$ рад/с), кутової швидкості вала віброзбуджувача у межах ($\omega_{пр.в} = 50, 60, 80, 100, 120, 140$ рад/с), амплітуди коливань – у межах ($A = 0 - 7$ мм).

Після проведення означених експериментів встановлено оптимальний режим роботи вібровідцентрової машини. Як перевіркового експеримент можна провести остаточне дослідження за варіювання часу обробки та температури гліцерину.

Згідно з вищезначеною методикою були проведені експериментальні дослідження з визначення потужності та величини амплітуди коливань контейнера за різних режимів роботи вібромашини.

За отриманими даними побудовано графічні залежності (рис. 3–7).

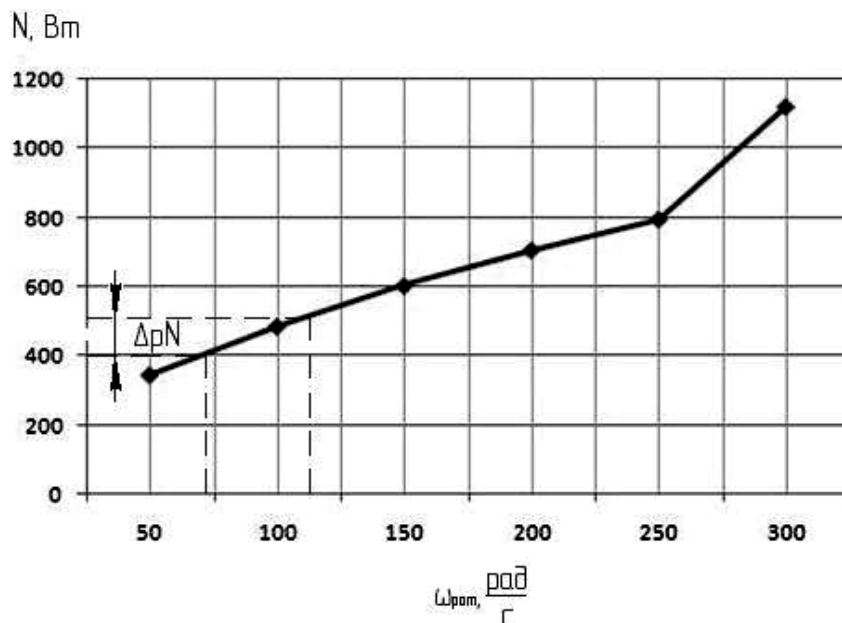


Рис. 3. Енергетична характеристика процесу відцентрового фільтрування гліцерину

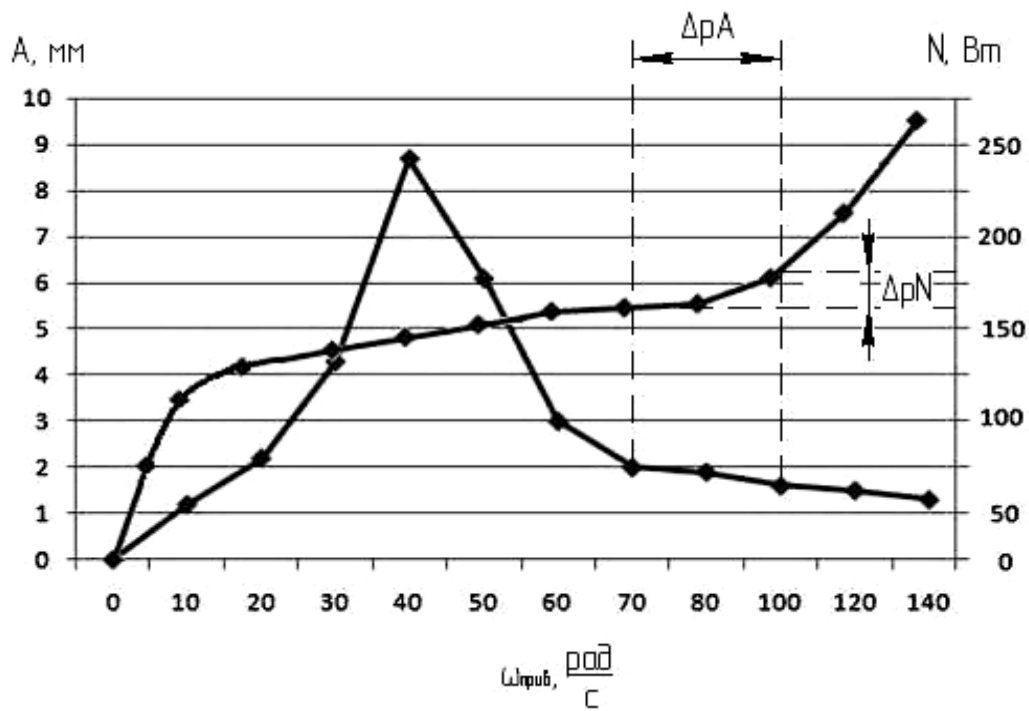


Рис. 4. Амплітудно-частотна та енергетична характеристики вібраційної сепарації гліцерину

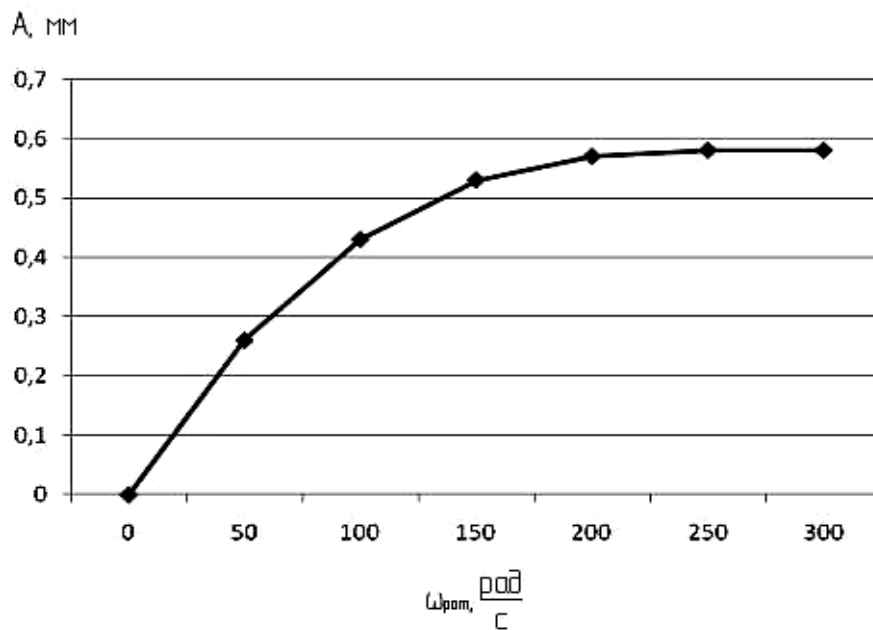


Рис. 5. Амплітудно-частотна характеристика процесу відцентрової сепарації гліцерину

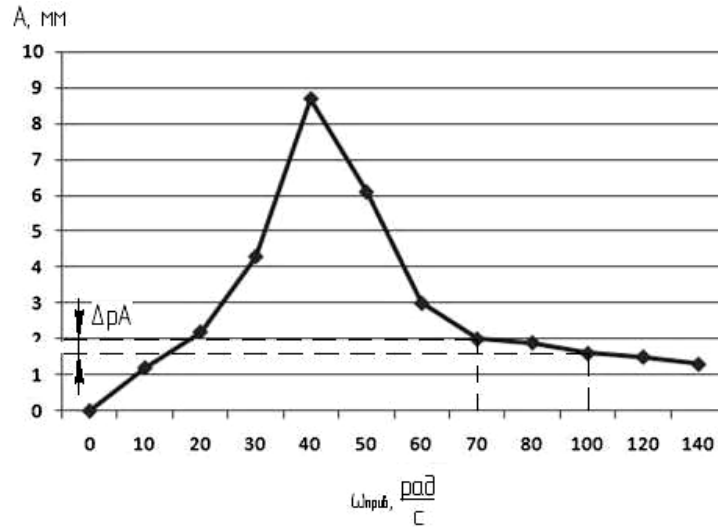


Рис. 6. Амплітудно-частотна характеристика вібровідцентрової сепарації гліцерину

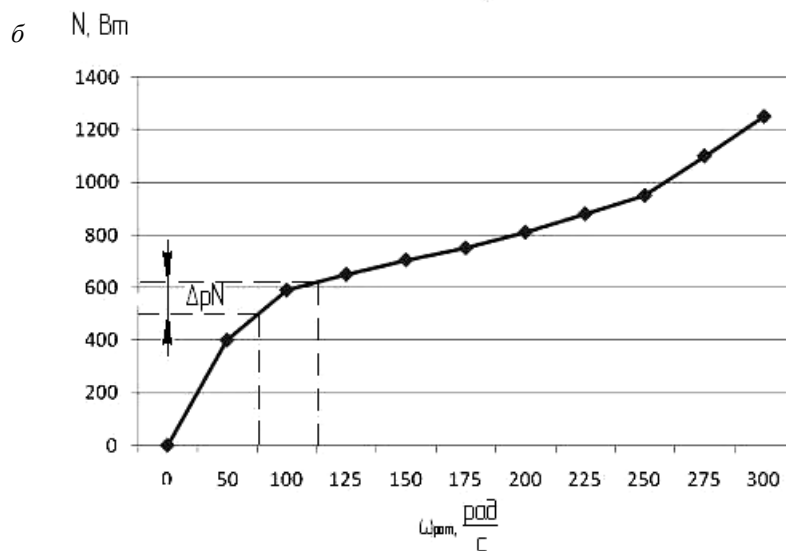
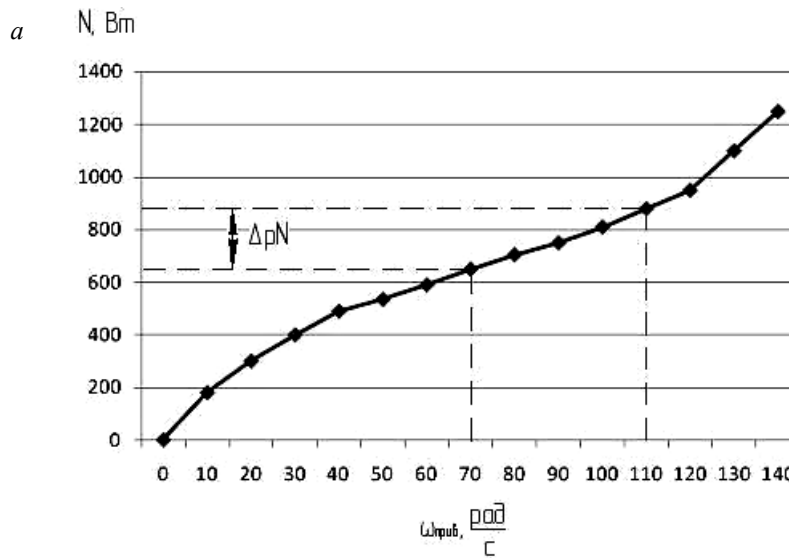


Рис. 7. Енергетична характеристика вібровідцентрової сепарації гліцерину: а – за вібраційної технологічної дії; б – за відцентрової технологічної дії

Висновки: 1. Достатньо інтенсивна технологічна обробка сирого гліцерину спостерігається за умов стабілізації амплітуди коливань контейнера за помірних енерговитрат у межах обертання привідного вала вібробуджувача 70...110 рад/с.

2. Для вібровідцентрової сепарації сирого гліцерину спостерігаються витрати енергії у межах 700...900 Вт, що у 1,5...1,7 раза перевищують енерговитрати для режиму з відцентровим фільтруванням.

1. Берник П.С. *Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва* / П.С. Берник, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук. – К.: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2008. – 336 с. 2. Бредихин В.В. *Обоснование параметров процесса вибропневмоцентробежного разделения семенных смесей по плотности семян: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11* / Бредихин Вадим Викторович. – Харьков, 2003. – 243 с. 3. *Глицерин сырой. Общие технические условия: ГОСТ 6823-2000.* – М.: Госстандарт Украины, 2000. – 8 с. – (Межгосударственный стандарт). 4. Калетник Г. М. *Біопаливо. Продовольча, енергетична та екологічна безпека України: монографія.* – К.: „Хай-Тек Прес”, 2010. – 516 с. 5. *Конструкция и расчеты фильтрующих центрифуг* / В.И. Аснер, В.С. Каминский, Г.П. Клочко, В.К. Пресняков, А.В. Шлау. – М.: Недра, 1976. – 216 с. 6. *Октавный анализатор 01 024. Инструкция по эксплуатации.* – ГДР, Дрезден: Народное предприятие Роботрон-Мессэлектроник "Отто Шен", 1988. – 73 с. 7. *Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості* / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець, М.М. Пушанко, В.М. Гуцалюк, В.Л. Яровий, Ю.О. Заєць, М.М. Даценко, І.М. Заплетников. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с. 8. *Соколов В.И. Современные промышленные центрифуги.* – 2-е изд., перераб. и доп. / В.И. Соколов. – М.: Машиностроение, 1967. – 514 с. 9. *Шарипов А. Г. Повышение эффективности процесса разделения соевой суспензии путем обоснования параметров и режимов работы фильтрующей центрифуги: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01* / Азат Гибатович Шарипов. – Курган, 2005. – 177 с.