

І. Ю. Повар¹, аспірант

ORCID: 0009-0000-1984-8894

А. С. Комар², інженер

ORCID: 0000-0001-7037-8402

¹Полтавський державний аграрний університет²Таврійський державний агротехнологічний університет

імені Дмитра Моторного

e-mail: didur.vv@gmail.com

ОЧИЩЕННЯ ОЛІЙ ЦЕНТРИФУГУВАННЯМ

Анотація. У статті розглянуто процес очищення рослинних олій центрифугуванням як один із найпоширеніших фізичних способів видалення механічних домішок із олії-сирцю. Показано, що ефективність центрифугування істотно перевищує гравітаційне відстоювання, оскільки в полі відцентрових сил осадження частинок відбувається значно інтенсивніше. Наведено фізичні передумови процесу, базові аналітичні залежності для опису сил, що діють на тверді частинки, а також узагальнено особливості роботи дискових, барабанних, вертикальних фільтрувальних і конічних центрифуг. Встановлено, що центрифугування є ефективним насамперед на стадії попереднього очищення олій від грубодисперсних механічних домішок, однак не забезпечує повного вилучення дрібнодисперсної зависі та первинних продуктів окиснення. Обґрунтовано доцільність поєднання центрифугування з фільтрацією або адсорбційним доочищенням для покращення якості готового продукту.

Ключові слова: рослинна олія, центрифугування, очищення олії, механічні домішки, відцентрова сила, осадження, дискова центрифуга, конічний очищувач, фільтрація, адсорбція.

Постановка проблеми. Нерафіновані рослинні олії після пресування або екстрагування містять механічні домішки, частинки оболонки, білкові та слизові речовини, фосфоліпіди, вільні жирні кислоти, пігменти та продукти початкового окиснення, які погіршують прозорість, стабільність і термін зберігання продукту [3–5]. Тому первинне очищення олій є обов'язковою стадією технологічного процесу. Одним із найпоширеніших способів механічного очищення є центрифугування. На відміну від відстоювання, де поділ фаз відбувається лише під дією сили тяжіння, у центрифугуванні розділення інтенсифікується відцентровим прискоренням, що істотно скорочує тривалість процесу й підвищує ступінь вилучення грубих частинок. Водночас навіть за високої інтенсивності обертання центрифугування не завжди забезпечує видалення тонкодисперсної зависі та продуктів окиснення, через що виникає потреба у вдосконаленні технології очищення.

Аналіз останніх досліджень. У сучасних дослідженнях з очищення рослинних олій значна увага приділяється комбінуванню фізичних і фізико-хімічних методів очищення. Огляди з рафінації рослинних олій підкреслюють, що механічне очищення є лише початковою стадією і переважно спрямоване на видалення зважених домішок, тоді як стабільність, колір і безпечність олії істотно залежать також від фосфоліпідів, вільних жирних кислот, пігментів та окиснених сполук [3–5]. У роботах українських дослідників показано, що для малих і середніх підприємств особливого значення набуває розроблення компактних систем первинного очищення рослинної олії, де центрифугування використовується як базова операція вилучення механічних домішок [1, 2]. Разом з тим у сучасних публікаціях щодо режимів періодичної роботи центрифуг для очищення рослинних олій зазначено, що саме густина частинок домішок, швидкість обертання ротора й тривалість процесу визначають ефективність вилучення зависі із соняшникової та ріпакової олії [6]. Отже, сучасний стан досліджень підтверджує



високу ефективність центрифугування як методу попереднього очищення, але також вказує на його обмеження щодо вилучення колоїдних і окиснених домішок [7]. Це зумовлює необхідність обґрунтування оптимальних режимів центрифугування та розгляду комбінованих схем очищення [1–6, 8].

Формулювання мети статті. Метою роботи є узагальнення теоретичних та технологічних основ очищення рослинних олій центрифугуванням, аналіз ефективності різних конструкцій центрифуг і визначення меж застосування цього методу в технології первинного очищення олій.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- розглянути фізичну сутність очищення олій центрифугуванням;
- подати основні аналітичні залежності, що описують процес осадження частинок;
- проаналізувати конструктивні особливості найпоширеніших центрифуг;
- визначити переваги й недоліки центрифугування як способу очищення;
- обґрунтувати напрями вдосконалення процесу [1–6].

Основна частина. Теоретичні основи очищення олій центрифугуванням. Ефективність очищення олій центрифугуванням істотно вища, ніж за звичайного відстоювання. Якщо при відстоюванні на частинку діє сила тяжіння:

$$G_0 = mg, \quad (1)$$

де m – маса твердої частинки, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с²,

то при центрифугуванні ця сила замінюється відцентровою:

$$G_u = m \frac{v^2}{R}, \quad (2)$$

де v – колова швидкість руху суспензії, м/с;

R – радіус обертання, м.

За умов ламінарного осадження швидкість осідання частинки при гравітаційному полі може бути описана законом Стокса, а в полі центрифуги замість g використовується відцентрове прискорення. Це означає, що зі зростанням швидкості обертання та радіуса розділення швидкість вилучення твердих частинок зростає, а час очищення зменшується.

Термінальна швидкість осадження частинки в гравітаційному полі:

$$u_g = \frac{d^2 (\rho_p - \rho_l) g}{18\mu}, \quad (3)$$

а в полі центрифуги:

$$u_c = \frac{d^2 (\rho_p - \rho_l) \omega^2 r}{18\mu}, \quad (4)$$

де d – діаметр частинки;

ρ_p – густина частинки;

ρ_l – густина рідкої фази;

μ – динамічна в'язкість олії;

ω – кутова швидкість ротора;

r – поточний радіус осадження.

Таким чином, центрифугування особливо ефективно для вилучення частинок більшої густини та діаметра. Проте дрібнодисперсні частинки, густина яких близька до густини олії, можуть не встигати осідати на робочих поверхнях центрифуги і виносяться разом

з очищеною фракцією. Саме цим пояснюється обмежена глибина очищення при одноразовому центрифугуванні.

Принцип дії класичної центрифуги. У класичному варіанті суспензія надходить до центральної труби ротора, потрапляє в барабан із пакетом конічних тарілок і під дією відцентрових сил розділяється на важку та легку фази. Більш важкі механічні домішки переміщуються до периферії барабану, а очищена олія відводиться окремим каналом. Саме тарілчастий пакет значно збільшує площу осадження, що підвищує інтенсивність очищення. Однак таке очищення слід вважати переважно попереднім, оскільки з рідкої фази вилучаються, передусім, грубі конгломерати твердих частинок. Дрібнодисперсна завесь і продукти початкового окиснення в олії залишаються, а з часом можуть спричиняти помутніння, коагуляцію та втрату харчової придатності продукту. Подібні небажані компоненти дійсно належать до ключових факторів зниження стабільності сирих рослинних олій.

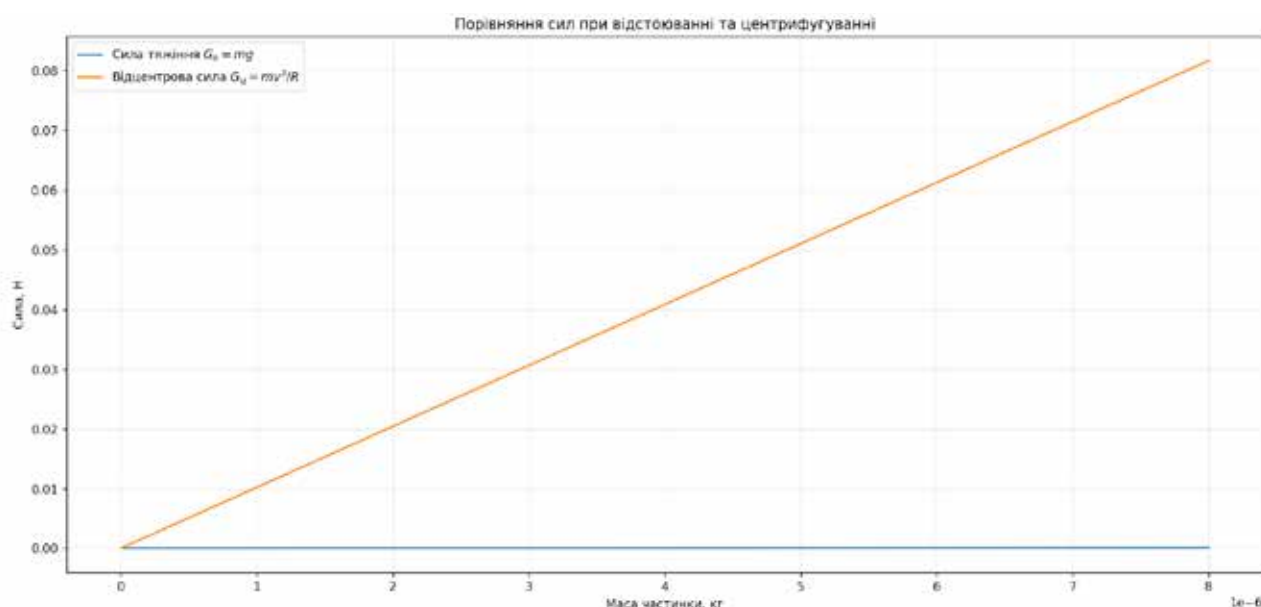


Рис. 1. Схема дії сил при відстоюванні та центрифугуванні

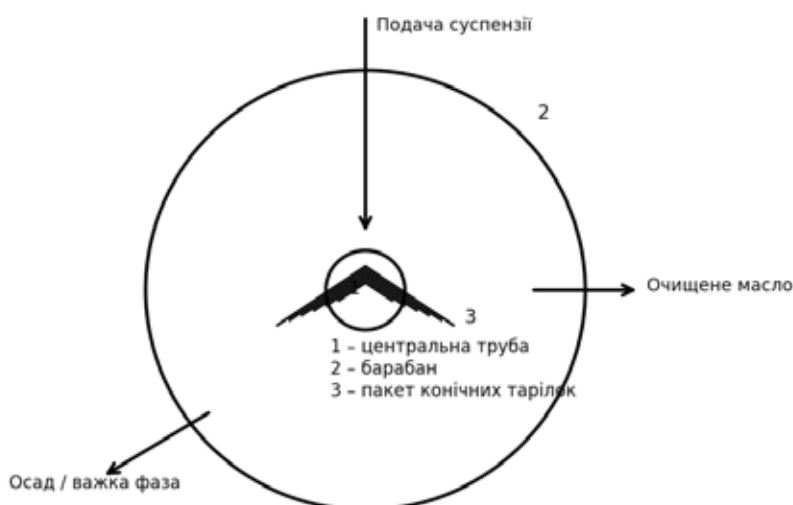


Рис. 2. Схематична будова тарілчастої центрифуги для очищення олій

Основні типи центрифуг для очищення олій. У виробництві сирих і нерафінованих соняшникових олій застосовують товстостінні, циліндричні, трубчасті, тонкостінні, спіральні-відцентрові, конічні та комбіновані центрифуги. Для малотоннажних виробництв найбільш поширеними є тонкостінні та конічні очищувачі.

Вертикальна фільтрувальна центрифуга з вертикальною віссю обертання розділяє суспензію на тверду і рідку фази, але працює циклічно: після накопичення осаду потрібне розвантаження і очищення фільтроелемента. Це знижує стабільність процесу й погіршує якість очищення при повторному завантаженні. Барабанні центрифуги забезпечують механічний поділ суспензії за рахунок наростання шару осаду на фільтрувальній перегородці. Їх перевага полягає у вищій продуктивності, однак вони теж не усувають проблему тонкодисперсної зависі. Окремий інтерес становлять тонкостінні й конічні очищувачі типу ГЦН, які завдяки значній площі осадження мають вищу тонкість розділення та можуть ефективніше вилучати важкі й легкі домішки. Водночас навіть вони не забезпечують повного вилучення первинних продуктів окиснення, тому часто потребують доочищення. Центробіжно-адсорбційні установки, у яких поєднано відцентровий поділ і шар сорбенту, дозволяють одночасно зменшувати вміст механічних домішок і частково вилучати продукти окиснення. Їх недоліком є засмічення картриджів і необхідність періодичної заміни. Ця ідея загалом відповідає сучасній тенденції комбінувати центрифугування з додатковими стадіями очищення.

Технологічні переваги та обмеження методу. До основних переваг центрифугування належать:

- висока інтенсивність поділу фаз;
- відсутність потреби в нагріванні або хімічних реагентах на стадії первинного очищення;
- можливість механічного видалення домішок без істотного впливу на харчову цінність олії;
- придатність для безперервних і періодичних режимів роботи.

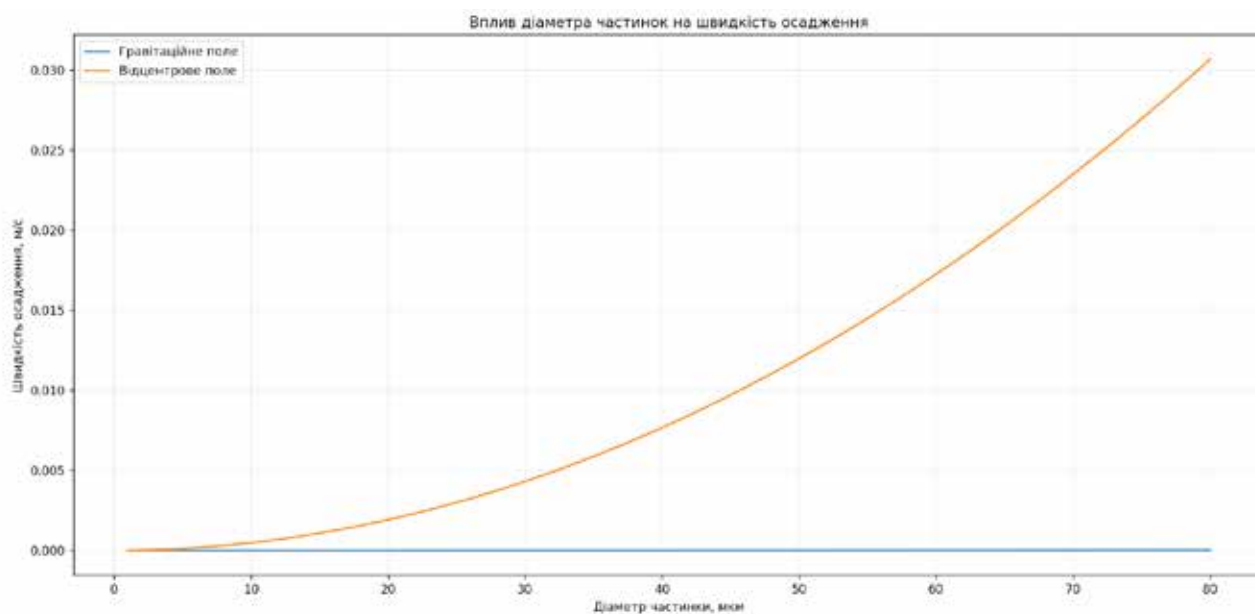


Рис. 3. Порівняльна залежність швидкості осадження від діаметра частинок у гравітаційному та відцентровому полі

Разом з тим центрифугування має й суттєві обмеження:

- неповне видалення дрібнодисперсних частинок;
- слабка ефективність щодо колоїдних домішок та продуктів окиснення;



- потреба в періодичному очищенні робочих елементів;
- залежність ефективності від в'язкості олії, густини та дисперсності домішок, а також режиму обертання ротора [4–11].

За результатами сучасних розрахунків для соняшникової олії рекомендовані режими роботи періодичної центрифуги можуть визначатися залежно від густини частинок і швидкості обертання ротора; для соняшникової олії в одній із моделей рекомендовано близько 3400 об/хв і час очищення порядку 6500 с для максимального вилучення зависі. Ці значення є прикладом розрахункової оптимізації, а не універсальною нормою для будь-якої машини.

Отже, центрифугування доцільно розглядати як ефективний етап попереднього очищення олій, який бажано доповнювати фільтрацією, гідратацією, адсорбцією чи іншими методами поглибленого очищення залежно від вимог до готового продукту [2–5].

Висновки. Центрифугування є високоефективним методом первинного очищення рослинних олій від механічних домішок, який значно перевищує відстоювання за інтенсивністю поділу фаз. Його ефективність зумовлена дією відцентрових сил, що багаторазово збільшують швидкість осадження частинок.

Найбільш придатними для очищення сирих та нерафінованих соняшникових олій є тарілчасті, тонкостінні та конічні центрифуги, які забезпечують велику площу осадження й відносно високу продуктивність. Водночас навіть ефективні центрифуги не забезпечують повного вилучення дрібнодисперсної зависі та продуктів окиснення.

Для підвищення якості очищення доцільно поєднувати центрифугування з фільтраційним або адсорбційним доочищенням. Такий підхід відповідає сучасним тенденціям у технології очищення рослинних олій і дозволяє підвищити стабільність, прозорість і термін зберігання продукту.

Список використаних джерел

1. Осадчук П. І., Дударев І. І. Формування технології очистки рослинної олії в умовах міні-цехів. *Наукові праці ОНАХТ*. 2018. Т. 82, вип. 1. С. 99–103.
2. Осадчук П. І. Теоретичні основи технології очищення рослинних олій. *Наукові праці ОНАХТ*. 2010. Вип. 37. С. 135–139.
3. Sonawane A., Waghmode S. *A Review on Vegetable Oil Refining: Process, Advances and Value Addition to Refining By-Products*. IntechOpen, 2023. DOI: 10.5772/intechopen.108752.
4. Gharby S. *Refining Vegetable Oils: Chemical and Physical Refining*. Foods. 2022.
5. Lv Y. et al. Removal strategies for the undesirable components from crude vegetable oils: A review. *Journal of Cleaner Production*. 2024.
6. Osadchuk P. I., Domuschi D. P., Enakiev Y. I., Elenov B. Theoretical justification of the operating modes of periodic activity of vegetable oil purification. *Research in Agricultural Engineering*. 2022. Vol. 68, No. 1. P. 35–40. DOI: 10.17221/107/2020-RAE. .
7. Дідур, В. В., В'юник, О. В., Білокінь, Я. В., Петриченко, Є. А. Основні закономірності процесів фільтрації. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*, Запоріжжя. ТДАТУ, 2025. Вип. 25, том 3, С.112-117. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2025-25-3-15>
8. Дідур В. В., Лещенко І. А., В'юник О. В. Проблеми очищення рослинних олій. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання*. Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. Вип. 24, т. 1. С. 63-74. DOI 10.32782/2078-0877-2024-24-1-4
9. Marvin Winkler, Heiko Sonner, Marco Gleiss, Hermann Nirschl Fractionation of aultrafineparticles: Evaluation of separation efficiency by UV–visspectroscopy. *Chemical Engineering Science*. 2020. Vol. 213. e115374. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2019.115374>.
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. Деллап'яне Хуан, Пельосо, Хосе. Процес очищення рослинних олій шляхом виділення твердих речовин центрифугуванням на стадії міцели. Патент. 2014. US8692004B <https://www.researchgate.net/publication/302724382> (дата звернення 04.01.2024).

Дата першого надходження статті до видання: 06.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 27.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 25.05.2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)



I. Povar¹, A. Komar²

¹*Poltava State Agrarian University*

²*Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University*

OIL PURIFICATION BY CENTRIFUGATION

Summary

Unrefined vegetable oils after pressing or extraction contain mechanical impurities, shell particles, protein and mucous substances, phospholipids, free fatty acids, pigments and initial oxidation products, which impair the transparency, stability and shelf life of the product. Therefore, primary purification of oils is a mandatory stage of the technological process. The aim of the work is to generalize the theoretical and technological foundations of vegetable oil purification by centrifugation, analyze the efficiency of various centrifuge designs, and determine the limits of application of this method in the technology of primary oil purification. The article presents the results of an analysis of modern research, considers vegetable oil purification by centrifugation as one of the main physical methods for removing mechanical impurities from crude oil. It is shown that centrifugation is substantially more effective than gravitational settling because the separation of solid particles occurs under centrifugal acceleration. The physical basis of the process, the main analytical equations, and the design features of disc-stack, drum, vertical filtering, and conical centrifuges are summarized. It is established that centrifugation is highly effective at the stage of preliminary purification of oils from coarse suspended particles, but it does not ensure complete removal of fine-dispersed impurities and primary oxidation products. Therefore, for deeper purification, centrifugation should be combined with filtration or adsorption treatment. To enhance the purification process, centrifugation with filtration or adsorption purification is necessary. This approach corresponds to current trends in the technology of purification of vegetable oils and allows us to improve the stability, purity and conservation of the product.

Keywords: vegetable oil, centrifugation, oil purification, mechanical impurities, centrifugal force, sedimentation, disc-stack centrifuge, conical purifier, filtration, adsorption.