

## ОЧИЩЕННЯ СОАПСТОКІВ ПІДПРИЄМСТВ ОЛІЙНО-ЖИРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ФІЗИКО-ХІМІЧНИМИ МЕТОДАМИ

Лариса Саблій<sup>1</sup>, Вероніка Жукова<sup>2</sup>, Людмила Єпішова<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, пр. Перемоги, 36, корпус 4

<sup>3</sup>КП «Харківводоканал». Харків, вул. Шевченка, 2

<sup>1</sup>докт. техн. наук, професор, larisasabliy@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4217-3535

<sup>2</sup>канд. техн. наук, доцент, verolis86@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8296-7519

<sup>3</sup>ludmila\_yepishova@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-3368-9719

DOI:10.32347/2524-0021.2022.39.53-60

**Анотація.** Виробничі стічні води олійно-жирової промисловості містять різноманітні забруднюючі речовини, які переходять в стічні води в процесі переробки соапстоків: жири і жирні кислоти та їх солі (водні розчини мил), гліцерин, фосфогліцериди, нейтральний жир, фосфати, білки, вуглеводи, забарвлюючі речовини (каротин, каротиноїди, хлорофіл та ін.), речовини, які не омилюються, та воскоподібні, солі - сульфат і хлорид натрію, механічні домішки та ін. Соапстоки мають складний і непостійний склад, який залежить від природи і властивостей його компонентів, кількості супутніх жирам речовин у ньому. У роботі запропоновано та досліджено дію на соапстоки реагентів-підлужувачів та коагулянту. Отримані результати дозволяють встановити раціональні дози реагентів для ефективного видалення забруднюючих речовин із соапстоків. У досліджуваній стічній воді концентрація органічних речовин за показником ХСК становила 40000 мг/дм<sup>3</sup>, низький показник рН 2, при якому спостерігається стабільність стану органічних забруднюючих речовин у воді (відсутність піноутворення, осадоутворення). В якості реагентів-підлужувачів використовували розчини карбонату кальцію та гідроксиду натрію. Порівняння ефектів, отриманих при дії карбонату кальцію, порівняно з ефектами, отриманими з гідроксидом натрію, показали в 2,4-2,5 рази більшу ефективність за ХСК. Ефекти видалення завислих речовин і органічних речовин за ХСК при дозі сульфату алюмінію 2 г/дм<sup>3</sup> становили, відповідно, 85,6% і 72% при забезпечення рН 5,5 за допомогою дії карбонату кальцію. Проте видалити органічні речовини до допустимих величин при скиданні у міську каналізацію в один ступінь очищення не представляється можливим. Тому, і після підлужування карбонатом кальцію, і після коагуляції сульфатом алюмінію пропонується використовувати флотаційний метод розділення фаз, наприклад, з використанням подачі повітря через пористі матеріали.

**Ключові слова:** соапсток, рослинна олія, стічні води.

### ВСТУП

Стічні води підприємств олійно-жирової промисловості є складними системами з високим вмістом органічних речовин, більшість з яких складають жири та жирні кислоти, що зумовлює їх негативний вплив на процеси біологічного очищення в аеротенках: зростання органічного навантаження на активний мул, яке призводить до його вспухання; поява

адгезійно-сорбційних процесів між жирами і поверхнею пластівців активного мулу, що спричинює погіршення або припинення надходження життєво необхідних клітинам мікроорганізмів речовин зі стічної води і кисню та ін.

Соапсток – побічний продукт, що утворюється в результаті лужного рафінування рослинних олій та жирів на стадії нейтралізації. Він має складний і не-

постійний склад, що залежить від природи олії або жиру та їх властивостей (кислотного числа, кількості супутніх речовин і ін.), методу рафінування, точності здійснення технологічного процесу та концентрації розчину луку [1, 2]. Соапсток є лужною водною емульсією, основними компонентами якого є вода - майже 45%, жири і жирні кислоти, зокрема вільні жирні кислоти та їх натрієві солі, що утворюються в результаті омилення жирів - 10%, фосфоліпіди - 9%, тригліцериди та диацилгліцерини - 12%, гліцерин, пігментні речовини (каротин, каротиноїди, хлорофіл та ін.), мінеральні і механічні домішки та інші другорядні компоненти - 24% [3]. Соапсток, як правило, становить близько 6% рафінованої сирової олії [4]. Для стабілізації та виділення частини жирних кислот з соапстоку його розбавляють, підкислюють сірчаною кислотою при нагріванні до 85-90°C, обробляють надлишком сірчаної кислоти та подають отриману суміш на розділення, яке проводять при рН 2-2,5. Таким чином отримують верхній шар – жирні кислоти та неокиснені компоненти соапстоку, або кислу олію [5], яку можна використовувати в якості корму для тварин, для виробництва біодизеля та як відновлювану сировину для виробництва високоцінних хімічних речовин, таких як поверхнево-активні речовини, пластифікатори та добавки [6,7 -10]. Нижній шар - кислі стічні води, які відводять в міську каналізацію. Отримана стічна вода має темно-коричневий колір і такі показники: рН 0,7-1,23; температура 46-53°C; завислі речовини – 10,95-22,4 г/дм<sup>3</sup>; ХСК – 89,45-205,8 г/дм<sup>3</sup>; БСК<sub>5</sub> – 36,3-84,0 г/дм<sup>3</sup>; жири – 1,2-4,64 г/дм<sup>3</sup>; фосфати – 57,4 мг/дм<sup>3</sup> [7].

Зважаючи на характеристики стічних вод від переробки соапстоків, для них необхідна попередня механічна, фізико-хімічна очистка та підлужування до рН 6,5-8,5 перед їх відведенням на міські споруди біологічного очищення.

Для очищення стічних вод від завислих речовин, ПАР, нафтопродуктів, жи-

рів, масел, смол, волокон, часток фарби й інших речовин, використовується метод флоатації [11, 12]. Для видалення жирів із соапстоків олійної галузі запропоновано спосіб флоатації з розрідженим повітрям – DAF (dissolved air flotation), за допомогою якого можна видаляти від 80 до 98% завислих речовин, а також жири, забарвлені речовини та ін. [12].

Перед флоатацією доцільно використовувати коагуляцію та/або флокуляцію. В якості коагулянту найчастіше застосовують алюміній сульфат (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·18H<sub>2</sub>O) дозою 250 мг/дм<sup>3</sup>, що дозволяє знизити ХСК на 88%, вміст олії та жирів - на 81% [11, 12].

Застосування мембранних технологій, таких як мікрофільтрація, ультрафільтрація, нанофільтрація та зворотний осмос, можливе для очищення соапстоків [12-14, 15]. Використання мембранних технологій найбільш доцільне для очищення стабільних емульсій, особливо з водорозчинними маслянистими відходами [13], і кілька авторів підкреслювали корисність видалення високомолекулярних сполук (зокрема поліфенолів) перед біологічною обробкою [16, 17]. У [15] показано, що при мікрофільтрації соапстоків було досягнуто зниження завислих речовин на 91%, жирів та олій на 96%, ХСК на 60%, що покращить роботу станції біологічної очистки.

Біологічні методи очищення соапстоків – аеробні в SBR-реакторах, з використанням окремих видів мікроорганізмів-деструкторів олій та жирів, можуть бути використані тільки у випадку попередньої підготовки соапстоку за показниками рН, температури, вмісту органічних речовин, жирів та ін. для забезпечення сприятливих умов для мікроорганізмів [18-20].

## МЕТА І МЕТОДИ

Метою роботи є вибір реагентів для нейтралізації та коагуляції соапстоків та встановлення їх раціональних доз для ефективної підготовки стічних вод перед

наступним процесом флотаційного очищення.

Проби соапстоків були відібрані на олійному підприємстві міста Харкова, були проведені аналізи проб та дослідження науковцями кафедри біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології КПІ ім. Ігоря Сікорського на базі лабораторії кафедри.

В результаті аналізів проб були отримані показники соапстоків, наведені в табл. 1.

**Таблиця 1.** Показники забруднень соапстоків олійного підприємства

**Table 1.** Pollution rates of oil plant soapstocks

№ з/п	Найменування показника	Розмірність	Величина
1	pH	-	1,8-2,0
2	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	5700-6300
3	Прокалені завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	650-720
4	Сухий залишок	мг/дм <sup>3</sup>	13200-13650
5	Прокалений залишок	мг/дм <sup>3</sup>	1100-1400
6	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	36000-40000

Хімічні аналізи проб соапстоків показали низьку величину показника pH 1,8-2, значний вміст у виробничих стічних водах забруднюючих речовин: завислих речовин – 5700...6300 мг/дм<sup>3</sup>; органічних речовин за ХСК – 36000...40000 мг/дм<sup>3</sup>, що не відповідають нормативним показникам при скиданні в міську систему каналізації м. Харкова, які становлять: pH 6,5-9, завислих речовин – не більше 300 мг/дм<sup>3</sup>, ХСК - не більше 750 мг/дм<sup>3</sup>.

Для збільшення pH соапстоків та зменшення вмісту завислих речовин та органічних забруднень за показником ХСК для доведення показників соапстоків до нормативних значень потрібно застосувати локальне очищення стічних вод з використанням фізико-хімічних методів [1].

Показник pH визначали потенціометричним методом за допомогою pH-метра. ХСК визначали за біхроматним методом (згідно КНД 211.1.4.021-95. «Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в поверхневих і стічних водах»). Концентрацію завислих речовин визначали гравіметричним методом.

Для встановлення оптимальної дози коагулянту дослідження проводили на пробах стічних вод без розбавлення і з розбавленням. Проби перед дослідженням підігрівали до 70°C (температури, з якою стічна вода відводиться на виробництві).

На першому етапі досліджували дію реагентів-підлужувачів на соапстоки. Величину pH після підлужування соапстоків було прийнято в діапазоні pH 5,2-7,8 для забезпечення ефективної коагуляції сульфату алюмінію, вибраного в якості коагулянту для подальшої обробки соапстоків.

Використовували розчини карбонату кальцію та гідроксиду натрію в концентраціях 1,5; 2; 2,5 г/дм<sup>3</sup>. При додаванні карбонату кальцію при підлужуванні проб стоків (від pH 2 до 5,5) відбувалось інтенсивне утворення газу CO<sub>2</sub>, бульбашки якого підіймались на поверхню рідини з утворенням піни (близько 10%), одночасно випадав осад (близько 5%). В отриманих пробах визначали pH і ХСК. За результатами аналізів проб за ХСК визначали ефекти очищення соапстоків за ХСК (рис. 1).

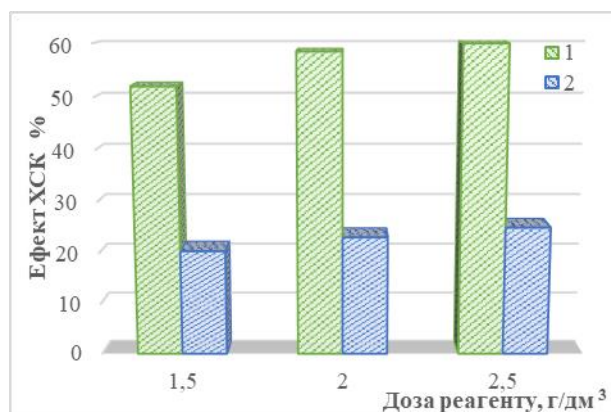
При додаванні гідроксиду натрію pH підвищилось і рідина отримала темний колір. В отриманих пробах визначали показники pH і ХСК. pH зростав до 7. За результатами аналізів проб за ХСК визначали ефекти очищення соапстоків за ХСК (рис. 1).

На другому етапі досліджували дію на соапстоки коагулянту сульфату алюмінію, який додавали в дозах 1,0; 2,0; 3,0 г/дм<sup>3</sup> після їх підлужування карбонатом кальцію дозою 2 г/дм<sup>3</sup>. Коагулянт швидко перемішували з пробами протягом 2-3

хв, а потім повільно перемішували протягом 15 хв, після чого відстоювали. Утворювалась піна (близько 5%) і осад (близько 10%). В отриманих пробах визначали концентрацію завислих речовин і ХСК. За результатами аналізів проб за вказаними показниками визначали ефекти очищення соапстоків за завислими речовинами і ХСК (рис. 2).

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОЯСНЕННЯ

Результати визначення ефектів очищення соапстоку при обробці реагентом-підлужувачем, наведені на рис. 1, показали, що із збільшенням дози реагентів ефект очищення за ХСК зростає. Порівняння ефектів, отриманих при дії карбонату кальцію, порівняно з ефектами, отриманими з гідроксидом натрію, показали в 2,4-2,5 рази більшу ефективність за ХСК, що пояснюється виділенням в результаті реакції бульбашок газу, утворенням комплексів «бульбашка-частинка жиру» та флотуванням їх на поверхню рідини. Тому, в якості реагенту-підлужувача для обробки соапстоків прийнято карбонат кальцію.

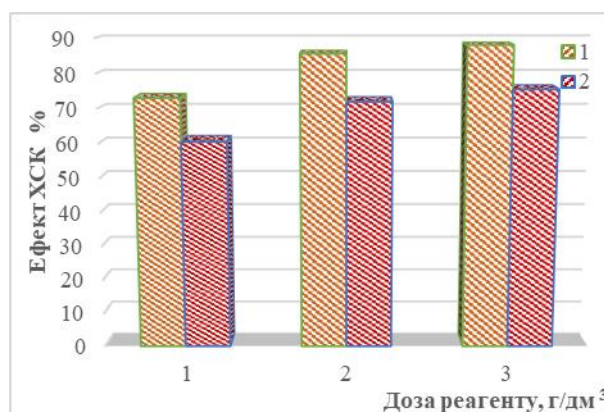


**Рис. 1.** Зміна ефектів зниження показника ХСК соапстоку в залежності від дози реагенту-підлужувача: 1 – CaCO<sub>3</sub>; 2 – NaOH, при початкових значеннях ХСК<sub>поч</sub> – 40000 г/дм<sup>3</sup>, рН<sub>поч</sub> – 2

**Fig. 1.** Changing the reducing the COD effects of soapstocks depending on the dose of the alkalinizing reagent: 1 – CaCO<sub>3</sub>; 2 – NaOH, at initial values of COD – 40000 g/dm<sup>3</sup>, pH – 2

Характер залежності ефекту зниження ХСК від дози карбонату кальцію показує зростання ефекту при збільшенні дози, але значення ефектів зниження ХСК соапстоку при дозах 2 г/дм<sup>3</sup> і 2,5 г/дм<sup>3</sup> відрізняються всього на 1,5%. Тому, з метою економії реагенту прийнято раціональну дозу 2 г/дм<sup>3</sup>, при якій було отримано 58,5% зниження показника ХСК при початковому значенні для соапстоку 40000 мг/дм<sup>3</sup>.

Результати коагулювання соапстоку сульфатом алюмінію після попереднього його підлужування для доведення рН від 2 до 5,5 представлені на рис. 2 у вигляді отриманих залежностей ефектів їх очищення за завислими речовинами і за органічних речовин за показником ХСК від дози реагенту. Початкові значення в соапстоку концентрації завислих речовин і ХСК становили, відповідно 6300 і 40000 мг/дм<sup>3</sup>.



**Рис. 2.** Зміна ефектів зниження показників концентрації завислих речовин (1) і ХСК (2) соапстоку в залежності від дози коагулянту Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> при початкових значеннях ЗР<sub>поч</sub> – 6300 мг/дм<sup>3</sup>, ХСК<sub>поч</sub> – 40000 мг/дм<sup>3</sup>, рН<sub>поч</sub> – 2 та дози CaCO<sub>3</sub> – 2 г/дм<sup>3</sup>

**Fig. 2.** Changing the reducing the concentration of suspended solids (1) and COD (2) effects of soapstocks depending on the dose of coagulant Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> at initial values of SS – 6300 mg/dm<sup>3</sup>, COD – 40000 mg/dm<sup>3</sup>, pH – 2 and dose CaCO<sub>3</sub> – 2 g/dm<sup>3</sup>

Наведені на рис. 2 результати свідчать про зростання ефектів очищення соапстоку від завислих речовин і за показником ХСК при зміні доз коагулянту від 1 до 3 г/дм<sup>3</sup> на 15% за завислими речовинами і ХСК. Проте, для доз сульфату алюмінію 2 і 3 г/дм<sup>3</sup> зростання невелике – 2,4% за завислими речовинами і 2,5% – за ХСК. З економічної точки зору, враховуючи значні величини доз, раціональною можна вважати дозу реагенту – 2 г/дм<sup>3</sup>.

Враховуючи високі показники завислих речовин і ХСК соапстоку, а також хімічний склад органічних речовин, які містяться у ньому, отримані дози реагентів виправдані. Проте видалити органічні речовини до допустимих величин при скиданні у міську каналізацію в один ступінь очищення не представляється можливим. Тому, і після підлужування карбонатом кальцію, і після коагуляції сульфатом алюмінію пропонується використовувати флотаційний метод розділення фаз – наприклад, флотацію з подачею повітря через пористі матеріали. На першому ступені – після підлужування соапстоку, така флотація посилить процес впливання флококомплексів, утворення флотаційного шламу і його видалення. На другому ступені – після коагуляції соапстоку, за рахунок флотації буде забезпечено видалення із соапстоку пластівців коагулянту із адсорбованими частинками забруднень (завислих речовин, жиру, олії, забарвлених речовин та ін.) на поверхню рідини у флотаційний шлам, його збір та утилізацію.

### ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Враховуючи складний характер забруднюючих речовин, які містяться у соапстоках, та високі концентрації органічних речовин, що за показником ХСК становлять 40000 мг/дм<sup>3</sup>, а також низький показник рН 2, при якому спостерігається стабільність стану органічних забруднюючих речовин у стічних водах (відсутність піноутворення, осадо-

утворення тощо), було запропоновано та досліджено дію на соапстоки реагентів-підлужувачів та коагулянту, що дозволило встановити раціональні дози реагентів для ефективного видалення забруднюючих речовин із соапстоків. Ефекти видалення завислих речовин і органічних речовин за ХСК при дозі сульфату алюмінію 2 г/дм<sup>3</sup> становили, відповідно, 85,6% і 72% при забезпечення рН 5,5 за допомогою дії карбонату кальцію. Завдяки підлужуванню соапстоку та коагуляції, відбувається руйнування зв'язків між розчиненими органічними речовинами та водою, утворення пінного шламу, твердої фази, які спливають або осідають, що дозволяє видалити органічні забруднюючі речовини із стічної води, наприклад, в процесі наступної флотації. Результати експериментальних досліджень показали високу ефективність очищення соапстоків виробництва олії від завислих речовин і органічних забруднень за показником ХСК. Отже, запропоновані і досліджені процеси очищення соапстоків можуть бути впроваджені на олійних виробництвах в якості методів попереднього очищення таких стічних вод перед їх відведенням на міські очисні споруди.

### ЛІТЕРАТУРА

1. **Саблій Л. А., Жукова В. С., Єпішова Л. Д.** Проблеми попереднього локального очищення стічних вод виробництва олії та їх ефективне вирішення // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. К.: КНУБА, 2021, вип. 35. С. 48-55.
2. **Шнип И. А., Слепнева Л. М., Краецкая О. Ф. та ін.** Способы утилизации соапстока – техногенного отхода жироперерабатывающей промышленности // Вестник Белорусского национального технического университета: научно-технический журнал. 2011. №2. С. 68–71.
3. **Casali B., Brenna E., Parmeggiani F. et al.** Enzymatic Methods for the Manipulation and Valorization of Soapstock from Vegetable Oil Refining Processes // Sustainable Chemistry. 2021. №1. С. 74–91.

4. **Haas M.** Improving the economics of biodiesel production through the use of low value lipids as feedstocks: vegetable oil soapstock // *Fuel Processing Technology*. 2005. №10. С. 1087–1096.
5. **Горелова О. М., Сапунова М. В., Вельможина К. А.** Выделение жирных кислот из жиросодержащих отходов производства растительного масла URL: [http://edu.secna.ru/media/f/environmental\\_technology\\_tez\\_2017.pdf](http://edu.secna.ru/media/f/environmental_technology_tez_2017.pdf).
6. **Демидов И. Н., Муниршавкат С., Гранкина К. В.** Использование жирных кислот соапстока для получения бутиловых эфиров жирных кислот // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ": сб. науч. тр. Темат. вып.: Новые решения в современных технологиях. Харьков : НТУ "ХПИ". 2013. № 4 (978). С. 130-134.
7. **Chatoui M., Lahsaini S., Souabi S. et al.** Study of refining wastewater pollution: case of vegetable oil refining industry Morocco // *J. Mater. Environ. Sci.*. 2016. №10. С. 3906–3915.
8. **Aslan S., Alyü B., Bozkurt Z., Bakaoglu M.** Characterization and Biological Treatability of Edible Oil Wastewaters // *Pol. J. Environ. Stud.*. 2008. №4. С. 533–538.
9. **Verla A., Verla E., Adowei P. et al.** Quality Assessment of Vegetable Oil Industry Effluents in Port Harcourt, Rivers State, Nigeria // *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*. 2014. С. 179–189.
10. **Yamani M. El, Sakar E., Boussakouran A.** Physicochemical and microbiological characterization of olive mill wastewater (OMW) from different regions of northern Morocco // *Environmental Technology*. 2020. №23. С. 3081–3093.
11. **Саблій Л. А.** Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. Рівне: НУВГП, 2013. 292 с.
12. **Azbar N., Yonar T.** Comparative evaluation of a laboratory and full-scale treatment alternatives for the vegetable oil refining industry wastewater (VORW) // *Process Biochemistry*. 2004. №7. С. 869–875.
13. **Cheryan M., Rajagopalan N.** Membrane processing of oily streams. Wastewater treatment and waste reduction // *Journal of Membrane Science*. 1998. №1. С. 13–28.
14. **Chang I., Kim S.** Wastewater treatment using membrane filtration—effect of biosolids concentration on cake resistance // *Process Biochemistry*. 2005. №3-4. С. 1307–1314.
15. **Decloux M., Lameloise M., Brocard A. et al.** Treatment of acidic wastewater arising from the refining of vegetable oil by crossflow microfiltration at very low transmembrane pressure // *Process Biochemistry*. 2007. №4. С. 693–699.
16. **Sabbah I., Basheer S., Marsook T.** The effect of pretreatment on anaerobic activity of olive mill wastewater using batch and continuous systems // *Process Biochemistry*. 2004. №12. С. 1947–1951.
17. **Sayadi S., Allouche N., Jaoua M., Aloui F.** Detrimental effects of high molecular-mass polyphenols on olive mill wastewater biotreatment // *Process Biochemistry*. 2000. №7. С. 725–735.
18. **Rajkumar K., Muthukumar M., Sivakumar R.** Novel approach for the treatment and recycle of wastewater from soya edible oil refinery industry—An economic perspective // *Resour. Conserv. Recycl.* 2010. Vol. 54, № 10. P. 752–758.
19. **Yu D. et al.** Refined soybean oil wastewater treatment and its utilization for lipid production by the oleaginous yeast *Trichosporon fermentans* // *Biotechnol. Biofuels*. 2018. Vol. 11, № 1. P. 299.
20. **Dohare. D., Meshram R.** Biological Treatment of Edible Oil Refinery Wastewater using Activated Sludge Process and Sequencing Batch Reactors – A Review // *Int. J. Eng. Sci. Res. Technol.* 2014. №12. С.251–260.

## REFERENCES

1. **Sabliy, L., Zhukova, V., & Epishova, L. (2021).** Problems of preliminary local wastewater treatment of oil production and their effective solution. *Problems of water supply, drainage and hydraulics*, 35. 48-55. <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2021.35.48-55> [in Ukrainian]
2. **Shnip, I., Slepneva, L., & Kraetskaya, O. (2011).** Ways of utilization of soapstock - technogenic waste of the fat processing industry. *Bulletin of the Belarusian National Technical University: scientific and technical journal*, 2. 68–71. [in Russian]
3. **Casali, B., Brenna, E., Parmeggiani, F., Tessaro, D., & Tentori, F. (2021)** Enzymatic Methods for the Manipulation and Valorization of Soapstock from Vegetable Oil Refining

- Processes. *Sustainable Chemistry*, 1. 74–91. <https://doi.org/10.3390/suschem2010006>
4. **Haas, M. (2005)** Improving the economics of biodiesel production through the use of low value lipids as feedstocks: vegetable oil soapstock. *Fuel Processing Technology*, 10. 1087–1096. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2004.11.004>
  5. **Gorelova, O., Sapunova, M., & Velmozhina, K. (2017)**. Isolation of fatty acids from fat-containing wastes of vegetable oil production. Retrieved from [http://edu.secna.ru/media/f/environmental\\_tech\\_nology\\_tez\\_2017.pdf](http://edu.secna.ru/media/f/environmental_tech_nology_tez_2017.pdf). [in Russian]
  6. **Demidov, I., Munirshavkat, S., & Grankina, K. (2013)**. The use of fatty acids of soapstock to obtain butyl esters of fatty acids. *Vestnik Nat. tech. HPI University: Sat. scientific tr.*, 4(978). 130-134. [in Russian]
  7. **Chatoui, M., Lahsaini, S., Souabi, S., Bahlaoui, M. A., Hobaizi, S., & Pala, A. (2016)**. Study of refining wastewater pollution: case of vegetable oil refining industry Morocco. *Journal of Materials and Environmental Science*, 10. 3906–3915. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/309427253\\_Study\\_of\\_refining\\_wastewater\\_pollution\\_Case\\_of\\_vegetable\\_oil\\_refining\\_industry\\_Morocco](https://www.researchgate.net/publication/309427253_Study_of_refining_wastewater_pollution_Case_of_vegetable_oil_refining_industry_Morocco)
  8. **Aslan, S., Alyü, B., Bozkurt, Z., & Bakaoglu, M. (2008)**. Characterization and Biological Treatability of Edible Oil Wastewaters. *Pol. J. Environ. Stud.*, 4. 533–538. Retrieved from <http://www.pjoes.com/Characterization-and-Biological-Treatability-r-nof-Edible-Oil-Wastewaters-r-n,88265,0,2.html>
  9. **Verla, A., Verla, E., Adowei, P., Briggs, A., & Horsfall, M. (2014)**. Quality Assessment of Vegetable Oil Industry Effluents in Port Harcourt, Rivers State, Nigeria. *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*, 33. 179–189. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ilcp.a.33.179>
  10. **Yamani, M. El, Sakar, E., & Boussakouran, A. (2020)** Physicochemical and microbiological characterization of olive mill wastewater (OMW) from different regions of northern Morocco. *Environmental Technology*, 41(23). 3081–3093. <https://doi.org/10.1080/09593330.2019.1597926>
  11. **Sabliy, L. (2013)** *Physico-chemical and biological treatment of highly concentrated wastewater* [Monograph]. Rivne: NUVGP. [in Ukrainian]
  12. **Azbar, N., & Yonar, T. (2004)** Comparative evaluation of a laboratory and full-scale treatment alternatives for the vegetable oil refining industry wastewater (VORW). *Process Biochemistry*, 39(7). 869–875. [https://doi.org/10.1016/s0032-9592\(03\)00193-6](https://doi.org/10.1016/s0032-9592(03)00193-6)
  13. **Cheryan, M., & Rajagopalan, N. (1998)** Membrane processing of oily streams. Wastewater treatment and waste reduction. *Journal of Membrane Science*, 151(1). 13–28. [https://doi.org/10.1016/s0376-7388\(98\)00190-2](https://doi.org/10.1016/s0376-7388(98)00190-2)
  14. **Chang, I., & Kim, S. (2005)** Wastewater treatment using membrane filtration—effect of biosolids concentration on cake resistance *Process Biochemistry*, 40(3-4). 1307–1314. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2004.06.019>
  15. **Decloux, M., Lameloise, M., Brocard, A., Bisson, E., Parmentier, M., & Spiraers, A. (2007)** Treatment of acidic wastewater arising from the refining of vegetable oil by crossflow microfiltration at very low transmembrane pressure. *Process Biochemistry*, 42(4). 693–699. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2006.10.013>
  16. **Sabbah, I., Basheer, S., & Marsook, T. (2004)** The effect of pretreatment on anaerobic activity of olive mill wastewater using batch and continuous systems. *Process Biochemistry*, 39 (12). 1947–1951. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2003.09.026>
  17. **Sayadi, S., Allouche, N., Jaoua, M., & Aloui, F. (2000)** Detrimental effects of high molecular-mass polyphenols on olive mill wastewater biotreatment. *Process Biochemistry*, 35 (7). 725–735. [https://doi.org/10.1016/s0032-9592\(99\)00134-x](https://doi.org/10.1016/s0032-9592(99)00134-x)
  18. **Rajkumar, K., Muthukumar, M., & Sivakumar, R. (2010)** Novel approach for the treatment and recycle of wastewater from soya edible oil refinery industry—An economic perspective. *Resour. Conserv. Recycl.*, 54(10). 752–758. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.12.005>
  19. **Yu, D., Wang, X., Fan, X., Ren, H., Hu, S., Wang, L., ... Qiao, N. (2018)**. Refined soybean oil wastewater treatment and its utilization for lipid production by the oleaginous yeast *Trichosporon fermentans*. *Biotechnology for Biofuels*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13068-018-1306-6>
  20. **Dohare, D., & Meshram, R. (2014)**. Biological Treatment of Edible Oil Refinery

Wastewater using Activated Sludge Process and Sequencing Batch Reactors – A Review. *Int. J. Eng. Sci. Res. Technol*, 3(12). 251–260. <http://www.ijesrt.com/issues%20pdf%20file/Archives-2014/December->

[2014/40\\_Biological%20Treatment%20of%20Edible%20Oil%20Refinery%20Wastewater%20using%20Activated%20Sludge%20Process%20and%20Sequencing%20Batch%20Reactors%20-%20A%20Review.pdf](http://www.ijesrt.com/issues%20pdf%20file/Archives-2014/December-2014/40_Biological%20Treatment%20of%20Edible%20Oil%20Refinery%20Wastewater%20using%20Activated%20Sludge%20Process%20and%20Sequencing%20Batch%20Reactors%20-%20A%20Review.pdf)

## Cleaning of soapstocks of oil and fat industry enterprises by physico-chemical methods

*Larysa Sabliy, Veronika Zhukova, Lyudmyla Yepishova*

**Abstract.** Industrial wastewater from the oil and fat industry contains a variety of pollutants that pass into wastewater during processing of soapstocks: fats and fatty acids and their salts (aqueous soap solutions), glycerin, phosphoglycerides, neutral fat, phosphatides, proteins, carbohydrates dyes (carotene, carotenoids, chlorophyll, etc.), unsaponifiable and waxy substances, salts - sodium sulfate and chloride, mechanical impurities, etc. Soapstocks have a complex and volatile composition, which depends on the nature and properties of its components, the amount of fat-related substances in it. The effect on alkaline reagents and coagulant reagents on co-stocks is proposed and investigated. The obtained results allow to establish rational doses of reagents for effective removal of pollutants from soapstocks. In the studied wastewater, the concentration of organic matter according to the HSC was 40,000 mg / dm<sup>3</sup>, low pH 2, at which the stability of the state of organic pollutants in the water (no foaming, sedimentation). Calcium carbonate and sodium hydroxide solutions were used as alkalizing reagents. Comparison of the effects obtained under the action of calcium carbonate, compared with the effects obtained with sodium hydroxide, showed 2.4-2.5 times greater efficiency for HSC. The effects of removal of suspended solids and organic substances by HSC at a dose of aluminum sulfate 2 g / dm<sup>3</sup> were, respectively, 85.6% and 72% when providing a pH of 5.5 by the action of calcium carbonate. However, it is not possible to remove organic matter to acceptable values when discharged into the city sewer in one stage of purification. Therefore, both after alkalization with calcium carbonate and after coagulation with aluminum sulfate, it is proposed to use the flotation method of phase separation, for example, using air supply through porous materials.

**Key words:** soapstock, vegetable oil, wastewater.

*Стаття надійшла до редакції 01.04.2022*