

Паламарчук І. П.

Полєвода Ю. А.

Янович В. П.

Вінницький
державний
аграрний
університет

УДК 621.921

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ВІБРАЦІЙНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ГЛІЦЕРИНУ

В статтє проведено обзор конструктивных схем оборудования для разделения неоднородных жидких смесей, на основе которых была разработана вибрационная машина для очистки технического глицерина.

Review of constructive equipment schemes for the separation of non – homogenous liquid mixtures, on the basis of which a vibration machine cleaning industrial glycerin was developed, is carried out in the article.

Вступ

Фармакопейний або дистильований гліцерин набуває все більш широкого попиту в кондитерських, мікробіологічних, фармацевтичних, ферментних та інших переробних виробництвах. Завдяки вмісту гліцерину істотно покращується якість таких продуктів як шоколад, горілка, хліб та хлібопродукти тощо.

Однією із основних проблем отримання високоякісного гліцерину є очищення його від небажаних домішок механічним, фізико-механічним та фізико-хімічним методами. Тому є **актуальним** пошук конструктивних та технологічних схем обладнання для реалізації ефективного очищення гліцериномісткої сировини, що становить **мету** даного наукового дослідження.

Досягнення означеної мети передбачає вирішення наступних **задач**:

- аналіз сучасних технологій виготовлення гліцерину;

- дослідження конструкцій машин механічної дії для розділення неоднорідних систем;

- обґрунтування конструктивної схеми вібраційної машини для очищення гліцерину.

Викладення основного матеріалу

На теперішній час в агропромисловому виробництві можна відзначити дві основних технології, при реалізації яких отримують гліцерин: в процесі виробництва біопалива та мила. При виготовленні біопалива із рослинної

сировини вихід гліцерину складає 15 %. В процесі виробництва мила класичним методом при миловарінні утворюються три основних фракції: ядро, клея та підмільний луг. Підмільний луг містить 83% води, 10% солі та 4...7% гліцерину. Подальша переробка полягає у обезводненні підмільного луга на випарній установці, центрифугування для відділення солі та здійсненні операцій з очищення виділеного гліцерину шляхом механічної та фізико – механічної обробки.

При отриманні гліцерину означеними способами його концентрація складає 80–85 %, що свідчить про необхідність подальшого його очищення та концентрування, так як використання гліцерину в медичній, харчовій промисловості потребує більш високої концентрації, а саме до 99,5% і нульової кольорності, відсутності різних небажаних домішок: жирів, кислот, солей тощо.

Процес отримання гліцерину із рослинної сировини містить наступні основні етапи [8]. Неочищений (сирий) гліцерин подається до ємкості 1 (рис.1) для довгострокового зберігання, в якій і відбувається перший етап обробки шляхом механічного відстоювання. Для подальшого очищення гліцерину його концентрують до місткості не менше як 80%. Такий гліцерин потребує механічного очищення із застосуванням хімічних речовин (сульфату алюмінію $Al_2(SO_4)_3$), що являє собою другий етап обробки при застосуванні процесу абсорбції. Із резервуара для довгострокового



зберігання вже частково очищений гліцерин заливають в ємкість 2 і підігрівають до температури 80...120⁰С за допомогою пари, яка подається у спеціальні змієвикові теплообмінники. Далі додають в робочу ємкість сульфат алюмінію, інтенсифікуючи процес перемішування барботуванням. Технологічна

маса за допомогою відцентрового насоса подається на прес-фільтр 4, з якого гліцеринова субстанція зливається до накопичувальної ємкості 5. Наступним етапом очищення гліцерину є молекулярна дистиляція. Попередньо до суміші додається каустична

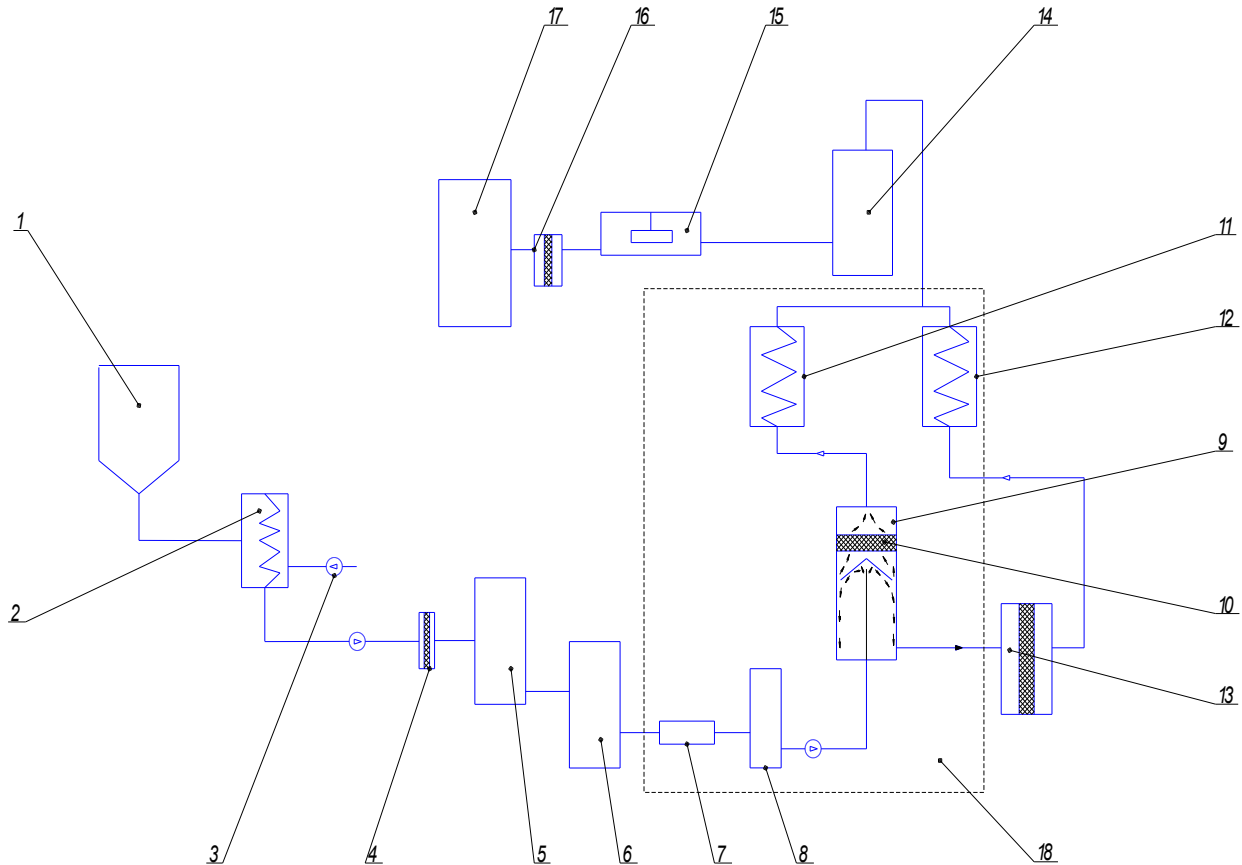


Рис. 1. Технологічний процес отримання фармакопейного гліцерину із рослинної сировини:

- 1 – ємкість для довгострокового зберігання гліцерину; 2 – ємкість для підігріву; 3 – насос барботера; 4 – прес-фільтр; 5 – накопичувальна ємкість; 6 – ємкість для підготовки гліцерину до дистиляції; 7 – теплообмінник; 8 – сушильна установка; 9 – сепаратор; 10 – демістр; 11, 12 – конденсатори; 13 – тонкоплівочний апарат; 14 – дезодоратор; 15 – ємкість для накопичування із змішувачем; 16 – фільтр; 17 – накопичувальна ємкість для відвантажування; 18 – дистилятор**

сода (CaCO_3), що дозволяє значно покращити умови розділення.

Кількість каустичної соди залежить від якості самого гліцерину і визначається лабораторним методом. Із ємкості 6 гліцерин надходить до теплообмінника 7, де підігрівається до температури 150⁰С. Далі підігрітий гліцерин подається до сушильної установки 8, де проходить миттєве випарювання води. Таким чином здійснюється теплофізичний етап обробки. Обезводнений гліцерин подається до сепаратора 9 насосом. При високій температурі (150⁰С) пари більш

очищеного гліцерину під дією вакууму проходять через демістр 10 і попадають в конденсатор 11 для охолодження. Решта гліцерину відстоюється у нижній частині сепаратора і шнековим насосом відбирається у тонкоплівочний апарат 13 для подальшого очищення. Далі гліцерин подається у другий конденсатор 12 для охолодження. З обох конденсаторів гліцерин надходить до дезодоратора 14, де відбувається його очищення від небажаного запаху; після якого спрямовується до ємкості для накопичення 15. В даній ємкості міститься активоване вугілля,



кількість якого визначається властивостями гліцерину, що обробляється. З метою поліпшення адсорбування гліцерину вугілля-адсорбент турбулізується мішалками або коливною опорною поверхнею.

Очищений після адсорбції гліцерин подається до фільтра 16 для фізико –

механічного розділення та далі надходить у накопичувальну ємкість для відвантаження 17.

Для реалізації процесу відцентрового відтискування використовуються машини, які характеризуються комбінованою вібраційною та відцентровою дією на продукцію [1,2,3,4,5,6,7,9].

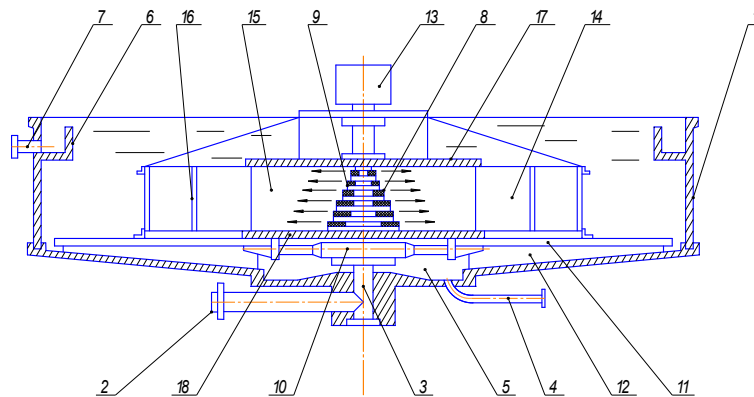


Рис. 2. Радіальний відстійник:

- 1 – корпус; 2 – патрубок; 3 – трубопровід; 4 – патрубок для відведення осаду; 5 – днище для осаду; 6 – жолоб; 7 – патрубок для відведення освітленої суміші; 8 – кільця; 9 – радіальні напрямні; 10 – скребковий механізм; 11 – ферма; 12 – скребки; 13 – привод; 14 – тонкоплівковий модуль; 15 – центральний отвір; 16 – пластини тонкоплівкового модуля; 17, 18 – диски

В радіальному відстійнику [1], що зображений на рис.2, неоднорідну суміш подають через підвідний патрубок 2, вмикають привод 13 для надання обертового моменту згрібаючому пристрою та тонкоплівковому модулю 14, куди і потрапляє рідина, що

очищається. Далі під дією відцентрових сил більш очищена рідина попадає до жолобу 6 і видаляється через патрубок 7, а менш очищена осідає по похилим пластинам, прямуючи до зони відстоювання.

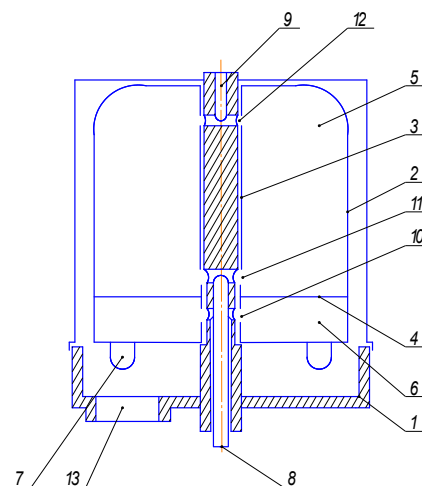
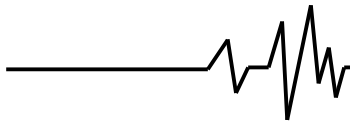


Рис. 3. Відцентрово-фільтруюча машина

- 1 – кожух; 2 – ротор; 3 – вертикальна вісь; 4 – перетинка; 5,6 – секції; 7 – сопло; 8,9,13 – канали; 10,11,12 – отвори

В Ленінградському інституті водного транспорту було розроблено машину [2] для

центрифугування рідких речовин (рис.3). При роботі машини рідина подається по каналу 8 і



прямуючи через отвори 11 поступає в секцію ротора 5 на очищення. В наступних досліджуваних машинах має місце

використання процесів фільтрування та центрифугування для розділення рідких неоднорідних систем.

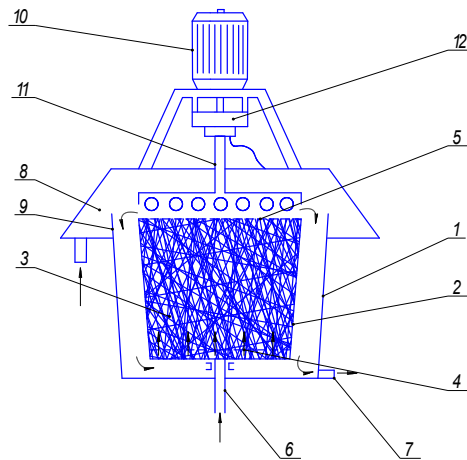


Рис. 4. Відцентровий фільтр для рідин:

1 – корпус; 2 – камера; 3 – фільтруючий елемент; 4,5,9 – перетинки; 6, 7 – патрубки; 8 – жолоб; 10 – електродвигун; 11 – приводний вал; 12 – вентилятор

На рис. 4 зображена машина для фільтрування рідин [3], яка містить корпус 1 із розміщеним приводним валом 11, на якому закріплений фільтруючий елемент 3. Внаслідок

дії відцентрових сил з даного фільтра відтискуються накопиченні в ньому небажані домішки.

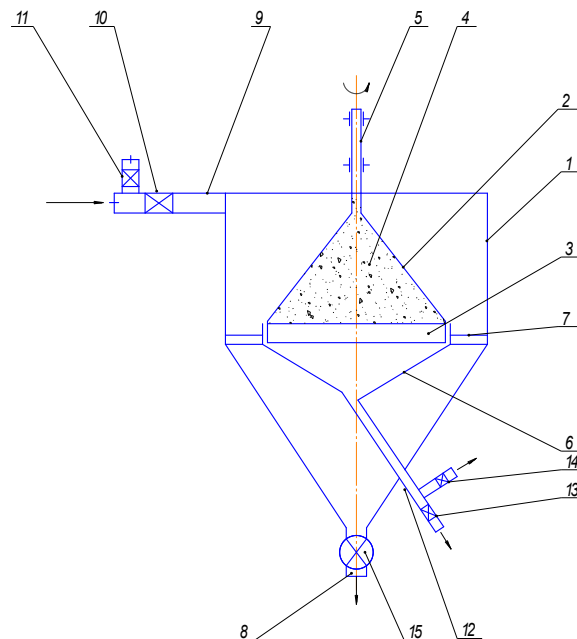
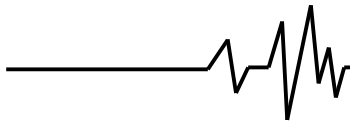


Рис. 5. Фільтр для рідин:

1 – корпус; 2 – фільтруючий елемент; 3 – основа фільтруючого конуса; 4 – фільтруюче завантаження; 5 – приводний вал; 6 – накопичувальний корпус; 7 – рейка; 8, 9, 12 – патрубки; 10, 11, 13, 14 – крани; 15 – шлюз

В Одеському технологічному інституті харчової промисловості було представлено фільтр для очищення рідин [4], в якому рідина через патрубок 9 (рис. 5) попадає всередину

корпуса 1, після чого поступово переходить до обертального руху за допомогою фільтруючого елемента 2, який закріплений до приводного вала 5. В результаті відцентрової сили більш



очищена суміш осідає на внутрішні стінки корпусу, а інша частина суміші, яка знаходиться на зовнішній поверхні корпусу в результаті процесу відстоювання стікає шлюзом 15 і видаляється із фільтра. Очищена рідина

проходить через фільтруючий елемент і потрапляє до накопичувального корпусу 6, звідки через патрубок 12 виводиться із установки.

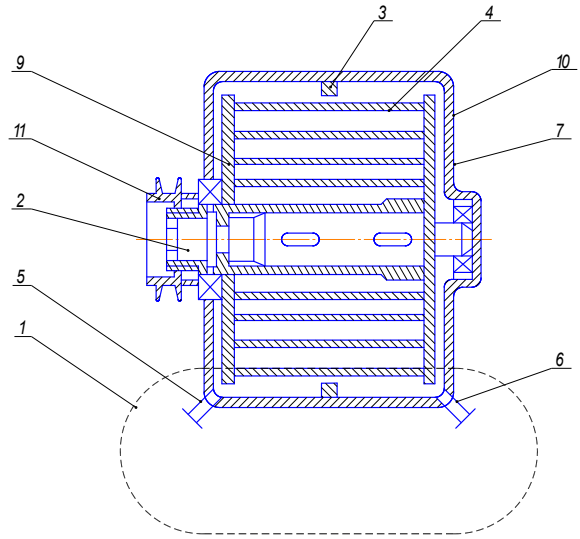


Рис. 6. Машина для очищення рідини:
1 – корпус; 2 – канал; 3 – перетинка; 4 – обертовий елемент; 5, 6 – канали виведення рідини; 7, 10 – герметичні стінки; 9 – стінка з отворами; 11 – шків

На рис.6 зображений пристрій для очищення рідини [5], який складається із корпусу 1 та обертаючого елемента 4, виконаного у вигляді Архімедової спіралі. Для виділення очищеної рідини передбачені отвори 9, які розташовані на протилежних стінках. Обертання спірального елемента здійснюється

від привода через шків 11. Потік рідин, що поступає на розділення в корпус, спрямовується до обертового спірального елемента, де під дією інерційних сил розділяється на шари очищеної та менш очищеної рідини.

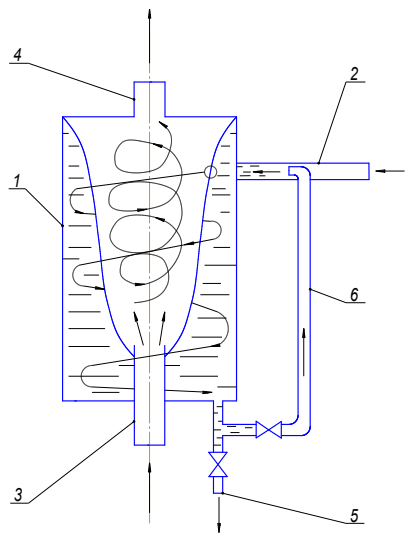
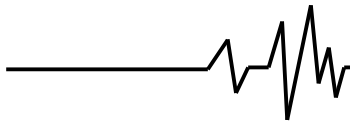


Рис. 7. Пристрій для циклонування рідких неоднорідних мас:
1 – корпус; 2, 3 – трубопроводи для подачі рідини; 4, 5 – трубопроводи для вилучення рідини; 6 – трубопровід для рециркуляції очищеної рідини



Машина для циклонування [6] (рис.7) використовується для розділення рідин із різною питомою вагою. Потік, що очищається, подають тангенціально по трубопроводу 2 в корпус 1, де технологічне завантаження набуває спіралевидного руху. В нижню частину апарату по трубопроводу 3 подають інший потік рідини. При закручуванні двох потоків частки речовини, що містяться в розчині, під дією відцентрових сил прямують до внутрішньої поверхні воронки та зливаються з обвідною рідиною, а очищена маса

концентрується біля стінок корпуса 1 і відводиться по трубопроводу 5.

На основі проведеного аналізу (табл.1) технологічних машин представлених для механічного очищення гліцерину пропонується використати вібровідцентрову фільтруючу барабанну машину з дебалансним приводом. Дана машина складається із електродвигуна 7 (рис.8), який передає крутний момент через пружну муфту 6 на приводний вал вібробуджувача 1 та через клинопасову передачу на вал 2, на якому монтується фільтруючий елемент 10.

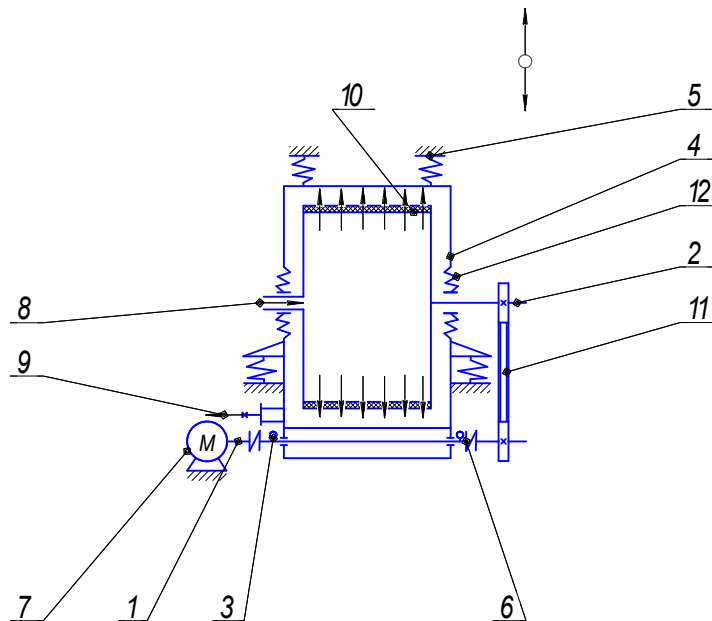


Рис. 8. Вібровідцентрова фільтруюча машина для очищення гліцерину, що розробляється:

1 – приводний вал; 2 – вал фільтруючого елемента; 3 – дебаланси; 4 – контейнер; 5 – пружні елементи; 6 – муфта; 7 – електродвигун; 8, 9 – завантажувальний і розвантажувальний патрубку; 10 – фільтруючий елемент; 11 – клинопасова передача; 12 – додатковий пружний елемент

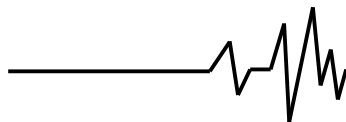
Пружні елементи 12 дозволяють виключити передачу вібрацій на вал 2.

При використанні розроблених механізмів регулювання дебалансів 3, пружних елементів 5 та клинопасової передачі 11 можна корегувати робочі параметри виконавчих органів вібраційної машини.

В процесі очищення технологічної маси частки останньої під дією відцентрових сил проходять через фільтруючий елемент та притискаються до внутрішніх стінок контейнера 4. В результаті такої технологічної дії обертовий рух фільтруючого елемента 10 та коливний рух робочого контейнера 4 дозволяє істотно збільшити ефект розділення.

Таким чином збільшення величини параметрів відцентрового поля та застосування фільтруючого елемента дозволяє значно інтенсифікувати процес відстоювання та освітлення очищеного гліцерину.

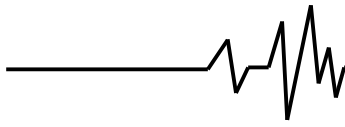
На підприємстві "Укрхімресурс" очищення відбувається методом відстоювання, що здійснюється протягом 700-720 год. для отримання гліцерину з потрібними кондиціями. Очікується зменшення часу обробки при використанні розробленої машини в 30 разів, хоча ємкість робочої машини є меншою в 500 разів, то продуктивність розробленої машини буде вища за існуючу в 2-3 рази.



Таблиця 1

Класифікація машин для очищення гліцерину

№п/п	Класифікаційна ознака	№п/п	Тип вібраційної машини
1	Механізм реалізації процесу	1.1	Центрифуги
		1.2	Циклони
		1.3	Фільтри
		1.4	Відстійники
		1.5	Вібраційні відстійники
		1.6	Комбіновані агрегати
		1.6.1	Вібровідцентрові
		1.6.2	Відстійники-фільтри
		1.6.3	Циклони-центрифуги
		1.6.4	Вібровідцентрові фільтри
2	Ступінь механізації технологічного процесу	2.1	Частково механізовані
		2.2	Механізовані
		2.3	Автоматизовані
3	Рівень спеціалізації процесу обробки	3.1	Спеціальні
		3.2	Спеціалізовані
		3.3	Універсальні
4	Періодичність технологічного циклу обробки	4.1	Періодичної дії
		4.2	Напівбезперервної дії
		4.3	Безперервної дії
5	Жорсткість робочої камери	5.1	Машини, із жорсткою робочою камерою
		5.2	Машини із частково гнучкою робочою камерою
		5.3	Машини із гнучкою робочою камерою
		5.4	Машини із додатковими пружними елементами робочого контейнера
6	Характер нерівноваження силового поля	6.1	Машини із врівноваженою механічною системою
		6.2	Машини із силовою нерівноваженістю механічної системи
		6.2.1	при дії спрямованої змушуючої сили
		6.2.2	при дії кругової змушуючої сили
		6.2.3	при дії еліптичної змушуючої сили
		6.3	Машини з моментною нерівноваженістю механічної системи
		6.3.1	при дії кругового змушуючого момента
		6.3.2	при дії спрямованого змушуючого момента
		6.3.3	при дії еліптичного змушуючого момента
6.4	Машини з комбінованою нерівноваженістю механічної системи		
7	Характер навантаження на опорні вузли контейнера	7.1	Машини з коливним приводним валом
		7.2	Машини з обертовим приводним валом
		7.3	Машини з неколивним приводним валом
8	Особливості приводного механізму машини	8.1	Машини з силовим віброзбуджувачем
		8.1.1	з дебалансним віброприводом
		8.1.2	з планетарним віброприводом
		8.1.3	з самобалансним віброприводом
		8.2	Машини з кінематичним віброзбуджувачем
		8.2.1	з примусовим кінематичним віброприводом
		8.2.2	з ексцентриковим приводом і пружним демпфером
		8.2.3	з ексцентриковим приводом і частково пружним шатуном
		8.2.4	з ексцентриковим приводом і пружним шатуном
		8.2.5	з ексцентриковим приводом і пружним опорним вузлом
		8.3	Машини з комбінованим віброзбуджувачем
		8.4	Машини з електромагнітним приводом обертового руху



Продовження таблиці 1

9	Наявність примусового збуджувача коливань	9.1	Циркуляційні
		9.1.1	З саморегульованим збуджувачем коливань
		9.1.2	З гідродинамічним збуджувачем коливань
		9.1.3	З технологічним збуджувачем коливань
		9.2	Активаційні
10	Особливості вібраційного впливу	10.1	Машини з віброючим робочим контейнером
		10.2	Машини з віброючим приводним валом
		10.3	Машини з локальним вібруванням робочої зони
11	Засіб транспортування технологічного завантаження в робочій зоні	11.1	Гравітаційні
		11.2	Примусові
		11.2.1	Зі спеціальним транспортуємим пристроєм
		11.3	Відцентрові
12	Засіб збуджування коливань	12.1	Машини з силовим або інерційним віброзбуджувачем
		12.2	Машини з кінематичним віброзбуджувачем
		12.3	Машини з комбінованим віброзбуджувачем
		12.4	Машини з гідродинамічним віброзбуджувачем
13	Схема встановлення віброзбуджувача	13.1	Машини з під'єднаним віброзбуджувачем
		13.2	Машини із вбудованим віброзбуджувачем
		13.3	Машини з комбінованим розташуванням віброзбуджувачів
14	Засіб здійснення технологічної дії	14.1	Вібраційні
		14.1.1	З одновимірною вібраційною дією
		14.1.2	З двовимірною вібраційною дією
		14.1.3	З тривимірною вібраційною дією
		14.2	Полічастотні вібраційні
		14.3	Віброімпульсні
		14.4	Віброконвесрні
		15.5	Вібровідцентрові
		16.6	Вібропланетарні

Висновки

1. Проведений аналіз технологічної лінії отримання фармакопейного гліцерину із рослинної сировини дозволив обґрунтувати основні ланки досліджуваного виробництва, зокрема процес механічного очищення гліцерину із застосуванням інерційних сил.

2. На основі дослідження технологічних та конструктивних способів механічної обробки гліцерину була розроблена конструкція вібровідцентрової фільтруючої машини для очищення означеної продукції.

3. Розроблена машина дає можливість реалізувати процес механічного розділення рідкої неоднорідної маси, що дозволяє значно скорити час технологічного процесу очищення гліцерину та збільшити продуктивність використаного технологічного обладнання в 2-3 рази.

Література

1. А.с. 1263296 А1 СССР. Радиальный отстойник / В.Ф. Шебеченко, Г.А. Романов, Б.И. Сырников, В.П. Семенов, В.С. Буяров // Бюл. изобр. – 1986. - №38

2. А.с. 452362 СССР. Реактивная центрифуга / А.Б. Генин, Ю.Л. Шепельский // Бюл. изобр. – 1974. - №45

3. А.с. 1333363 А1 СССР. Центробежный фильтр / Е.П. Якубовський, Н.В. Васин, В.Н.Яромський, Е.П. Дмухайло // Бюл. изобр. – 1987. - №32

4. А.с. 1680264 А1 СССР. Фильтр / М.М. Зацерклянный, В.О. Путинцев, Т.Б. Столевич, В.А. Квантидзе // Бюл. изобр. – 1991. - №36

5. А.с. 1629075 А1 СССР. Устройство для очистки жидкости / В.А. Дудар, А.Н. Руденко, В.Б. Юдовинский, С.Г. Каргашев, Н.А. Кириенко, П.Т. Мелянцов // Бюл. изобр. – 1991. - №7

6. А.с. 1263286 А1 СССР. Устройство для очистки неоднородных мас / М.С.Неупокоев // Бюл. изобр.–1986.- №38

7. Берник П.С., Паламарчук І.П. Конвесрні вібраційні машини для оздоблювально – зміцнювальної обробки. – К.: Вища школа, 1996. – 238 с.

8. Тютюнников Б.Н., Науменко П.В., Товбин И.М., Фаниев Г.Г. Технология переработки жиров. – К.: Пищепромиздат, 1956.– 487с.

9. Гончаревич И.Ф., Урьев Н.Б., Талейсник М.А. Вибрационная техника в пищевой промышленности. – М.: Издательство "Пищевая промышленность", 1977. - 227с.