

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ПРАКТИЧНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ
“ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ЖИРІВ”
ДЛЯ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ
6.051701 – ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРІЯ
СПЕЦІАЛЬНОСТІ – ТЕХНОЛОГІЯ ЖИРІВ ТА ЖИРОЗАМІННИКІВ

ЧАСТИНА 1. РАФІНАЦІЯ ЖИРІВ ТА ОЛІЙ

Затверджено на засіданні кафедри хімічної
технології високомолекулярних сполук
Протокол № 12 від 25.05.2012р.

Дніпропетровськ ДВНЗ ДХТУ 2013

Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни “Технологія переробки жирів” для студентів напряму підготовки 6.051701 – Харчові технології та інженерія спеціальності – Технологія жирів та жирозамінників. Частина 1. Рафінація жирів та олій. / Укл.: А.О.Філінська, О.В.Черваков, Т.Г.Філінська – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2013. – 44с.

Укладачі: А.О.Філінська,
О.В.Черваков, д-р хім. наук,
Т.Г. Філінська

Відповідальний за випуск О.В.Черваков, д-р хім. наук

Навчальне видання

Методичні вказівки
до практичних робіт з дисципліни
“Технологія переробки жирів”
для студентів напряму підготовки 6.051701 – Харчові технології та інженерія
спеціальності – Технологія жирів та жирозамінників

ЧАСТИНА 1. РАФІНАЦІЯ ЖИРІВ ТА ОЛІЙ

Укладачі: ФІЛІНСЬКА Антоніна Олександрівна
ЧЕРВАКОВ Олег Вікторович
ФІЛІНСЬКА Тетяна Геннадіївна

Редактор Л.М. Тонкошкур
Коректор О.Л. Кремньова

Підписано до друку 15.02.13. Формат 60x84 1/16. Папір ксерокс. Друк різнограф.
Ум.-друк. акр. 2,01. Обл.-вид. акр. 2,09. Тираж 100 прим. Зам. № 183.

Свідоцтво ДК №303 від 27.12.2000.

ДВНЗ УДХТУ, 49005, м. Дніпропетровськ-5, просп. Гагаріна, 8.

Видавничо-поліграфічний комплекс Інком центру

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
Основні підходи до вивчення дисципліни	4
Рафінація жирів та олій	5
Тема 1. Первинне очищення олій і жирів від домішок	7
Контрольні запитання до теми “Первинне очищення олій від домішок”	12
Задачі до теми “Первинне очищення олій від домішок”	12
Тема 2. Гідратація олій	15
Контрольні запитання до теми “Гідратація олій”	18
Задачі до теми “Гідратація олій”	19
Тема №3. Нейтралізація жирів	22
Контрольні запитання до теми “Нейтралізація жирів”	29
Задачі до теми “Нейтралізація жирів”	30
Тема 4. Адсорбційна рафінація жирів(відбілювання)	32
Контрольні запитання до теми “ Адсорбційна рафінація жирів ”	35
Задачі до теми “ Адсорбційна рафінація жирів ”	35
Тема 5. Дезодорація жирів	38
Контрольні запитання до теми “ Дезодорація жирів ”	41
Задачі до теми “ Дезодорація жирів ”	41
Тема 6. Вилучення восків з олій (вінтеризації)	42
Контрольні запитання до теми “ Вилучення восків з олій ”	43
Список літератури	44

ВСТУП

Дисципліна “Технологія переробки жирів” викладається студентам протягом двох семестрів після вивчення таких дисциплін як неорганічна, органічна, аналітична, фізична та колоїдна хімія, хімія ліпідів та їх похідних, основи фізіології, гігієни харчування, теоретичні основи технології харчових виробництв, які є по суті базовими для цієї дисципліни.

Для успішного засвоєння курсу, вміння застосовувати одержані результати в практичній діяльності, передбачені практичні роботи.

Метою практичних робіт є:

- вивчення і закріплення на практиці основних технологічних процесів, які використовуються у переробці жирів;
- придбання практичних навичок у проведенні розрахунків процесів рафінації жирів (відстоювання, гідратація, нейтралізація, відбілювання, вінтеризація, дезодорація та ін.), гідрогенізації і переетерифікації жирів, виробництва маргарину і майонезу.

Домашні завдання студент виконує в зошиті для практичних робіт, оформлює розбірливо, грамотно, державною мовою. Контрольні запитання до кожного розділу (практичного заняття) повинні бути опрацьовані студентом з використанням лекцій і рекомендованої літератури та закріплені на практичних заняттях.

Викладач, який проводить практичні заняття, зобов'язаний опитати студентів (в усній або письмовій формі) і за результатами опитування та перевірки задач виставити оцінку в зошиті для практичних робіт і в журналі обліку поточної успішності студента (в тому числі і в електронному рейтинговому журналі).

ОСНОВНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.

Основними технологічними процесами переробки олій і жирів для отримання широкого асортименту продуктів харчового і технічного (промислового) призначення являються:

рафінація – складний, багатостадійний технологічний процес на основі хімічних, фізико-хімічних і фізичних методів обробки олій і жирів з метою підвищення їх якості, харчової і біологічної цінності, а також покращення їх технологічних властивостей;

каталітична гідрогенізація – складний технологічний процес, спрямований на зниження ступеню ненасиченості жирних кислот, що сприяє підвищенню стійкості до окислювання і зміни консистенції (від рідкої до твердої) олій і жирів; зміна складу і властивостей досягається за рахунок приєднання водню до етиленових зв'язків та ізомеризацією;

каталітична переетерифікація – перерозподіл ацильних груп в тригліцеридах, який призводить до зміни властивостей олій і жирів, перш за все консистенції, без зміни ступеню ненасиченості та рівня ізомеризації етиленових зв'язків;

процес створення жирових стабільних емульсій жирової і водної фаз з використанням емульгаторів і різноманітних добавок для виробництва широкого асортименту маргаринів і майонезу;

змішування жирів і олій різної природи з метою отримання безводних сумішей для виробництва кулінарних, кондитерських жирів і сумішей рослинних олій різної природи та ін.;

фракціонування жирів і жирних кислот і виділення окремих складових цих жирів із спеціальними споживчими якостями – виділення бавовняного пальмітину, фракціонування пальмової олії та ін.;

високотемпературний гідроліз жирів і олій та виділення складових компонентів – гліцерину і жирних кислот;

омилення – лужна обробка гліцеридів або їх жирних кислот з метою отримання солей жирних кислот – мил різного призначення.

РАФІНАЦІЯ ЖИРІВ ТА ОЛІЙ

Промисловість випускає жири і олії різного призначення:

- для прямого використання як харчового продукту;
- для виготовлення гідрогенізованих жирів, маргарину та майонезу;
- для виробництва мила, гліцерину, жирних кислот, оліф.

У залежності від призначення олій і вимоги до їх якості різні. Нерафіновані олії характеризуються смаком, запахом, кольором, кількістю відстою. Крім того нерафіновані олії характеризуються такими показниками як кислотне та йодне число, масова доля фосфоліпідів та ін. В оліях, залежно від їх природи, способу видобування та умов зберігання, крім тригліцеридів знаходяться супроводжуючі речовини. Деякі з них небезпечні для здоров'я людини і підлягають обов'язковому вилученню.

Процес вилучення з олій та жирів супроводжуючих речовин і домішок називається рафінацією.

Враховуючи процеси, які лежать в основі методів рафінації, їх можна умовно можна поділити на такі три основні групи:

- 1) гідромеханічні процеси (відстоювання, центрифугування, фільтрування);
- 2) лежать фізико-хімічні процеси (гідратація, нейтралізація, промивка, виморожування (вінтеризація);
- 3) масообмінні процеси (сушіння, відбілювання (адсорбційна рафінація), дезодорація, дистиляційна рафінація).

Особливу увагу слід звернути на те, що крім небажаних домішок під час рафінації, з олій вилучаються і біологічно-активні речовини, що суттєво знижує харчову цінність олій. До таких речовин відносяться жиророзчинні вітаміни, вільні незамінні жирні кислоти та фосфоліпіди.

В залежності від виду рафінації, виробляють олії нерафіновані, гідратовані, рафіновані, відбілені і салатні. Послідовність процесів рафінації і види олій, які при цьому одержують, можна зобразити наступною схемою:



ТЕМА 1. ПЕРВИННЕ ОЧИЩЕННЯ ОЛІЙ І ЖИРІВ ВІД ДОМІШОК

Первинною очисткою прийнято називати процес вилучення механічних домішок із рослинних олій після пресування. Вміст твердої фази в неочищеній олії коливається в межах від 2 до 10%. Після первинної очистки олія повинна містити не більше 0,05% твердої фази. Вилучати механічні домішки з олій можна відстоюванням, фільтруванням і сепарацією.

Відстоювання в широкому розумінні являє собою процес розподілу фаз різної густини під дією гравітаційного поля, в даному випадку – вилучення твердої фази з рідкої. Швидкість відстоювання умовно кулькоподібної частинки за законом Стокса дорівнює:

$$v(r) = [d^2 \cdot q \cdot (\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{о}})] / (18 \cdot \mu) \quad [1.1]$$

де: $v(r)$ – швидкість відстоювання, м/с;
 d – діаметр частинки, м;
 q – прискорення вільного падіння (9,81 м/с²);
 $\rho_{\text{ч}}$ – густина частинки, кг/м³;
 $\rho_{\text{о}}$ – густина рідкої фази (олії), кг/м³;
 μ – динамічна в'язкість олії, Па·с

В нерафінованих оліях можуть знаходитися домішки і супутні речовини в твердому або рідкому стані, у вигляді частинок різної дисперсності, великих конгломератів або тонкодисперсних суспензій.

Характеристики механічних домішок та деяких видів олій, необхідні для проведення розрахунків, приведені в табл.1, 2, 3,4

Таблиця 1.1

Характеристики соєвої та соняшnikової олій та домішок, які в них знаходяться

Показники	Значення	
	Соняшnikова олія	Соєва олія
Умовний діаметр частинок (домішок), мкм:		
1. найбільший	424	443
2. середній	267	195
3. найменший	150	69
Густина домішок, кг/м ³	1324 – 1398	1978
Густина олій, кг/м ³	920 – 923	922 – 934

Таблиця 1.2

Динамічна в'язкість олій різного способу отримання при різних температурах
($10^2 \text{ Па}\cdot\text{с}$)

Тип олії	Температура, $^{\circ}\text{C}$									
	0	20	25	30	35	40	45	60	80	100
Олія соняшникова форпресова:										
-нерафінована	166,0	60,3	46,2	38,5	32,4	27,6	23,8	15,4	9,64	6,62
-рафінована	-	58,4	46,2	38,9	33,0	28,2	24,2	20,6	9,3	-
Олія соняшникова екстракційна:										
-рафінована	-	59,1	46,9	39,2	33,0	27,4	-	20,5	9,5	-
Олія бавовняна форпресова:										
-нерафінована	-	70,1	54,1	44,4	37,7	31,7	27,0	-	-	-
-рафінована	-	67,3	52,5	43,2	36,4	31,1	26,7	-	-	-
Олія бавовняна екстракційна:										
-нерафінована	-	73,3	55,0	45,3	38,0	32,1	27,4	-	-	-
-рафінована	-	67,5	52,3	43,3	36,4	30,9	26,5	-	-	-
Олія соєва форпресова:										
-нерафінована	-	59,7	46,6	38,5	32,3	27,5	23,6	-	-	-
-рафінована	-	60,8	47,9	39,6	33,3	28,3	24,4	-	-	-
Олія соєва екстракційна:										
-нерафінована	-	57,4	45,8	38,3	32,2	27,5	23,5	-	-	-
-рафінована	-	59,9	47,1	39,3	33,2	28,0	24,5	-	-	-
Арахісова олія	-	75,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Кокосова олія	-	-	-	-	-	25,1	-	13,0	7,75	5,14
Кісточкова олія	-	72,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Кукурудзяна олія	-	72,3	-	45,9	-	30,5	-	-	-	-
Пальмова олія	-	-	-	-	-	38,3	-	19,5	11,4	7,47
Пальмовий стеарин	-	-	-	-	-	-	-	19,5	11,4	7,47
Рапсова олія	-	92,8	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця 1.3

Динамічна в'язкість деяких тваринних жирів при різних температурах

Жир	Температура, $^{\circ}\text{C}$					
	40	50	60	70	80	90
Яловичий	39,9	28,0	20,7	17,0	12,5	10,2
Свинячий	40,7	28,3	20,5	15,5	12,2	9,8
Баранячий	44,6	30,51	23,39	17,23	13,71	11,23
Молочний	33,0	23,6	17,3	12,8	9,7	7,4
Кістковий	-	26,0	-	-	-	-

Таблиця 1.4

Коефіцієнти в'язкості деяких олій при різних температурах

Температура , °C	Коефіцієнт в'язкості для різних видів олій при різних температурах, Па·с				
	олія				
	арахісова	кунжутна	льняна	оливкова	соєва
15	9670	9020	6580	9970	7230
20	7590	7120	5270	7810	5780
25	6050	5700	4340	6250	4710
30	4940	4660	3520	5080	3890
35	4060	3860	3040	4150	3250
40	3390	3180	2570	3430	2760
45	2850	2700	2200	2890	2330
50	2420	2320	1900	2450	2020
60	1800	1710	1450	1810	1510
70	1380	1320	1130	1380	1180
80	1090	1040	910	1080	940
90	870	840	750	870	760
100	710	690	620	710	630
120	510	490	450	510	450
150	330	320	300	330	300

Процес осідання частинок тривалий. Для підвищення швидкості відстоювання процес здійснюють при підвищеній температурі, що спричиняє часткове розчинення частини дисперсної фази. Процес низько ефективний, здійснюється в громіздкій апаратурі, можливості його інтенсифікації обмежені. Для розподілу фаз відстоюванням використовують уловлювачі гущі (в схемах первинного очищення олій), тарілчасті відстійники, тонкошарові пластинчасті відстійники (для відділення фосфоліпідної емульсії від гідратованої олії в процесах рафінації).

Очищення олій сепарацією (центрифугування). Відстоювання в гравітаційному полі малоефективне, здійснюється в громіздкій апаратурі, можливості його інтенсифікації обмежені. Ефективніше відбувається розділення фаз у відцентрованому полі, яке створюється в центрифугах (сепараторах).

Порівняти швидкості осідання частинок у відцентрованому і гравітаційному полях можна проаналізувавши рівняння сил, які діють на частинки. Сила, яка діє на частинку у відцентрованому полі визначається за формулою [1.2], а в гравітаційному полі – за формулою [1.3]:

$$C(\omega) = (m \cdot \omega^2)/R \quad [1.2]$$

$$C(g) = q \cdot m \quad [1.3]$$

Де: $C(\omega)$ – сила, яка діє на частинку у відцентрованому полі, Н;
 $C(g)$ – сила яка діє на частинку в гравітаційному полі, Н;

m – маса частинки, кг;
 q – прискорення вільного падіння ($9,81 \text{ м/с}^2$);
 R – радіус обертання, м;
 ω – окружна швидкість обертання, м/с.

Відповідно, швидкості осідання частинок визначаються для гравітаційного поля за формулою [1.1], а для відцентрового – за формулою [1.4]:

$$v(\pi) = [d^2 \cdot \omega^2 \cdot (\rho_{\pi} - \rho_o)] / (18 \cdot \mu \cdot R) \quad [1.4]$$

Співвідношення $C(\pi)/C(\Gamma)$ і $v(\pi)/v(\Gamma)$ показують у скільки разів збільшується сила, яка діє на частинку, або швидкість її осідання у відцентровому полі в порівнянні з гравітаційним. Підставимо у співвідношення відповідні значення та отримаємо:

$$C(\pi)/C(\Gamma) = v(\pi)/v(\Gamma) = \omega^2 / (R \cdot q)$$

Відношення відцентрового прискорення до прискорення вільного падіння називають фактором розділення $\Phi(p)$:

$$\Phi(p) = \omega^2 / (R \cdot q) \quad [1.5]$$

Де $\omega = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot n$; n – частота обертання, 1/с

Підставимо значення окружної швидкості обертання в формулу [1.5] і одержимо:

$$\Phi(p) = 4 \cdot R \cdot n^2 \quad [1.6]$$

Фактор розділення прямо пропорційний квадрату частоти обертання і радіусу обертання. Фактор розділення – важлива характеристика відцентрових машин, оскільки розділяюча дія центрифуги зростає пропорційно величині $\Phi(p)$. В промисловості в залежності від величини $\Phi(p)$ розрізняють нормальні і швидкісні центрифуги. Нормальні центрифуги (сепаратори) з $\Phi(p) < 3500$ використовують головним чином для розділення різних суспензій, за виключенням тих, які мають низьку концентрацію дисперсної фази. Швидкісні центрифуги з $\Phi(p) > 3500$ використовують для розділення емульсій і тонкодисперсних суспензій.

Відцентрові машини по призначенню ділять на:

- кларифікатори, які використовують для розділення суспензій;
- пурифікатори для розділення рідин з незначними відмінностями густини.

До переваг відцентрових машин можна віднести високу їх продуктивність, легкість регулювання процесу та незначну його тривалість.

Фільтрування жирів. Цей спосіб базується на транспортуванні рідкої фази (олії) через пористу перегородку в результаті перепаду тиску до перегородки і після неї. На фільтрі залишаються частинки, розмір яких більший пор перегородки.

Фактично фільтрування здійснюється через шар осаду, який з часом накопичується на перегородці.

Питома швидкість фільтрування, віднесена до одиниці поверхні визначається за формулою:

$$v(\text{пит.}) = \Delta V / S d \tau \quad [1.7]$$

Основне диференціальне рівняння фільтрування має вигляд:

$$\Delta V / S d \tau = \Delta P / [\mu \cdot (R(\text{ос}) - R(\text{фп}))] \quad [1.8]$$

Де: V – об'єм фільтрату, м^3 ;
 S – поверхня фільтрування, м^2 ;
 τ – тривалість фільтрування, с
 ΔP – різниця тиску до і після перегородки, Н/м^2 ;
 μ – динамічна в'язкість фази суспензії, $\text{Па} \cdot \text{с}$;
 $R(\text{ос})$ – опір шару осаду, $1/\text{м}$;
 $R(\text{фп})$ – опір шару фільтрувальної перегородки, $1/\text{м}$

Підвищити швидкість фільтрування можна було б за рахунок збільшення тиску (ΔP), але при цьому буде зменшуватися пористість осаду і збільшуватися його гідралічний опір потоку рідкої фази, а це, як видно з рівняння [1.8], призведе до зменшення швидкості фільтрування.

Гідродинамічні процеси являються допоміжними і виконуються на окремих стадіях рафінації для розподілу фаз, які утворюються в результаті впливу на олію різних факторів. Самостійне значення ці процеси мають у випадку первинного очищення олії на заводах з випуску готової продукції. На виробництвах використовуються наступні схеми первинного очищення соняшникової олії:

Схема 1

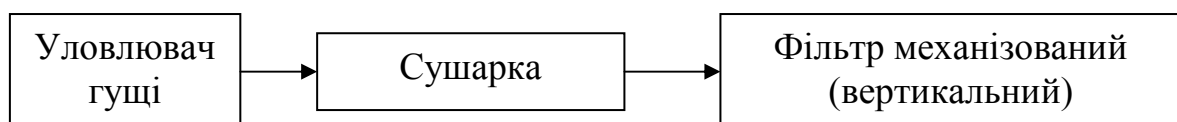


Схема 2

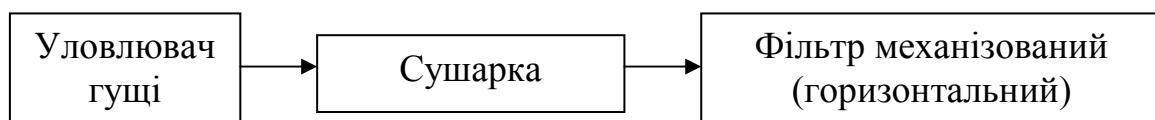


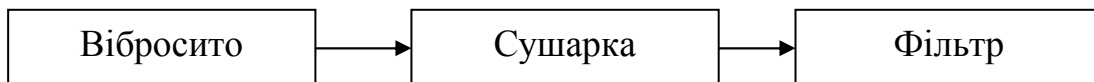
Схема 3



Схема 4



Схема 5



**Контрольні запитання
до теми “Первинне очищення олій від домішок”**

1. В чому полягає процес первинного очищення олій і жирів?
2. Який вміст твердої фази в неочищених жирах і оліях?
3. Якими способами можна вилучати механічні домішки з олій і жирів?
4. Дайте визначення процесу відстоювання.
5. Яким законом описується процес відстоювання олій?
6. Які чинники впливають на швидкість відстоювання?
7. В чому полягає процес сепарації (центрифугування)?
8. Що називають фактором розділення? Як його розраховують?
9. Які є види відцентрових машин в залежності від величини фактору розділення?
10. Які переваги і недоліки процесу розділення фаз центрифугуванням?
11. В чому полягає суть процесу фільтрування?
12. Які чинники впливають на швидкість фільтрування?
13. Аналіз схем первинного очищення олій.

**Задачі
до теми “Первинне очищення олій від домішок”**

Задача №1

Визначити швидкість осідання частинок діаметру (**d**) в олії вказаного типу при температурі (**t**).

№ варіанту	Тип олії	Діаметр частинок (d), мкм	Температура (t), °C
1	Соняшникова форпресова нерафінована	150	20
2	Соняшникова форпресова рафінована	420	45
3	Соняшникова екстракційна нерафінована	325	25
4	Соева форпресова нерафінована	70	20
5	Соева форпресова рафінована	250	40
6	Соева екстракційна нерафінована	440	30
7	Соева екстракційна рафінована	320	20
8	Соняшникова форпресова нерафінована	195	25
9	Соняшникова форпресова рафінована	230	60
10	Соняшникова екстракційна нерафінована	380	30
11	Соева форпресова нерафінована	90	25
12	Соева форпресова рафінована	410	45
13	Соева екстракційна нерафінована	360	35
14	Соева екстракційна рафінована	220	25
15	Соняшникова форпресова нерафінована	170	30
16	Соняшникова форпресова рафінована	415	80
17	Соняшникова екстракційна нерафінована	365	35
18	Соева форпресова нерафінована	110	30
19	Соева форпресова рафінована	290	20
20	Соева екстракційна нерафінована	150	40
21	Соева екстракційна рафінована	180	30
22	Соняшникова форпресова нерафінована	170	100
23	Соняшникова форпресова рафінована	215	25
24	Соняшникова екстракційна нерафінована	410	40
25	Соева форпресова нерафінована	150	35
26	Соева форпресова рафінована	230	25
27	Соева екстракційна нерафінована	340	45
28	Соева екстракційна рафінована	400	35
29	Соняшникова форпресова нерафінована	160	40
30	Соняшникова форпресова рафінована	330	30

Задача №2

Побудувати графік залежності швидкості осідання частинок (домішок) в соєвій олії від їх розміру (діаметру).

Задача №3

Побудувати графік залежності швидкості осідання частинок (домішок) в соняшниковій олії від їх розміру (діаметру).

Задача №4

Побудувати графік залежності швидкості осідання частинок (домішок) найменшого діаметру в соняшниковій олії в залежності від густини домішок.

Задача №5

Побудуйте графік залежності швидкості осідання частинок від температури для вказаного типу олії (жиру)

№ варіанту	Тип олії	№ варіанту	Тип олії
1	Яловичий жир	16	Льняна олія
2	Соняшникова форпресова рафінована	17	Соева форпресова рафінована
3	Свинячий жир	18	Оливкова олія
4	Соняшникова форпресова нерафінована	19	Соева екстракційна нерафінована
5	Баранячий жир	20	Кокосова олія
6	Соняшникова екстракційна нерафінована	21	Соева екстракційна рафінована
7	Молочний жир	22	Кісточкова олія
8	Бавовняна форпресова нерафінована	23	Соняшникова форпресова рафінована
9	Кістковий жир	24	Кукурудзяна олія
10	Бавовняна форпресова рафінована	25	Соняшникова форпресова нерафінована
11	Бавовняна екстракційна нерафінована	26	Пальмова олія
12	Арахісова олія	27	Соняшникова екстракційна нерафінована
13	Бавовняна екстракційна рафінована	28	Пальмовий стеарин
14	Кунжутна олія	29	Бавовняна форпресова нерафінована
15	Соева форпресова нерафінована	30	Рапсова олія

Задача №15

Визначити тип центрифуги, радіус обертання якої дорівнює R , а частота обертання – n .

Варіант	R , м	N , об/с	Варіант	R , м	N , об/с
№1	0,24	56	№16	0,21	65
№2	0,26	59	№17	0,23	57
№3	0,28	52	№18	0,25	60
№4	0,30	55	№19	0,27	53
№5	0,32	49	№20	0,29	57
№6	0,34	52	№21	0,31	50
№7	0,36	47	№22	0,33	54
№8	0,38	50	№23	0,35	48
№9	0,40	45	№24	0,37	52
№10	0,42	48	№25	0,39	46
№11	0,44	43	№26	0,41	50
№12	0,46	47	№27	0,43	44
№13	0,48	42	№28	0,45	48
№14	0,50	45	№29	0,47	43
№15	0,52	40	№30	0,49	46

ТЕМА 2. ГІДРАТАЦІЯ ОЛІЙ

До складу харчових жирів входить група складних ліпідів – фосфоліпіди. Це складні ефіри гліцерину, жирних кислот і фосфорної кислоти, яка в свою чергу сполучена з азотистою основою або амінокислотою. Фосфоліпіди входять до складу тваринних і рослинних тканин і проявляють себе як біологічно активні речовини. Вміст фосфатидів в рослинних оліях, як видно з таблиці 2 залежить від способу їх видобування.

До складу харчових жирів з фосфатидів входять лецитин і кефалін. Вони підвищують харчову цінність олій, але під час зберігання останніх на холоді, в присутності вологи, значна частина фосфоліпідів коагулює і випадає в осад, чим погіршує якість олії. Присутні в олії фосфоліпіди негативно впливають і на процес подальшої переробки, особливо - на гідрогенізацію.

Вилучають фосфоліпіди з олій гідратацією, шляхом обробки їх водою, або слабкими розчинами електролітів. Як правило, лецитин і кефалін зустрічаються разом. Кефалін на відміну від лецитину, погано розчиняється у спирті, і цю властивість використовують, щоб їх розділити.

Таблиця 2.1

Масова частка фосфоліпідів у різних видах рослинних олій

Олія	Густина олії, кг/м ³	Спосіб видобування	Масова частка фосфоліпідів, %
Соняшникова	920 – 927	Екстракційна	0,90 – 1,15
		Шнекпресова	0,70 – 1,01
		Форпресова	0,32 – 0,70
Сосєва	922 – 934	Екстракційна із форпресової черепашки	3,00 – 3,90
		Екстракційна із сирих пелюсток	2,00 – 3,50
		Шнекпресова	2,06 – 3,50
		Форпресова	1,07 – 1,58
Бавовняна	918 – 932	Екстракційна	1,43 – 2,84
		Шнекпресова	1,21 – 1,76
		Форпресова	1,06 – 1,63
Льняна	918 – 934	Екстракційна	1,00 – 1,88
		Шнекпресова	0,46 – 0,87
		Форпресова	0,19 – 0,50

Кількість води на гідратацію 1 тони олії визначають за формулою:

$$Q(\text{води}) = 10 \cdot Ж \cdot \Phi \quad [2.1]$$

Де: $Q(\text{води})$ – питомі витрати води на гідратацію олії, л/т;
 Φ – кількість фосфатидів в олії, %
 $Ж$ – кількість негідратованої олії, м³; $Ж = 1000/\rho$, де: ρ – густина олії, кг/м³.

В таблицях 2.2, 2.3 приведені необхідні кількості гідратуючого агента для рафінації різних видів олій, в тому числі і для нетрадиційних.

Таблиця 2.2

Необхідна кількість гідратуючого агента в залежності від вмісту фосфатидів в оліях

Олія	Вміст фосфатидів в олії до гідратації, %	Кількість гідратуючого агента, % від маси олії	Вміст фосфатидів в олії після гідратації, %
Соняшникова	0,66 – 0,92	3,5 – 4,0	0,03 – 0,06
Соєва	0,66 – 0,92	5,0 – 5,5	0,03 – 0,06
Соняшникова	1,0 – 1,3	0,5 – 0,6	0,04 – 0,12
Соняшникова	0,7 – 0,88	2,0	0,03 – 0,06
Арахісова	0,2 – 0,28	2,0	0,01 – 0,04
Соєва	1,22 – 1,46	4,0	0,04 – 0,18
Соняшникова	0,4 – 0,82	0,71 – 1,68	0,1 – 0,38
Соєва	1,4 – 1,67	0,61 – 1,24	0,03 – 0,42
Соняшникова	0,5	0,39 – 2,0	0,01 – 0,07
Соєва	1,02 – 1,35	0,39 – 2,0	0,16

Таблиця 2.3

Вміст фосфатидів та необхідна кількість гідратуючого агента для рапсової, пальмової та коріандрової олій

Олія	Вміст фосфоліпідів у негідратованій олії, %	Необхідна кількість гідратуючого агента, % від маси олії
Рапсова	0,28 – 3,6	1,5 – 3,0
Коріандрова	0,05 – 0,5	1,0 – 3,0
Пальмова	до 0,2	0,05 – 0,20

Фосфоліпіди, які вилучають з олій, мають промислове значення і широко використовуються як добавка для підвищення енергетичної цінності.

Повнота виділення фосфоліпідів залежить від їх вмісту в олії, способу гідратації, кількості та виду гідратуючого агента, умов гідратації та ін.

Механізм процесу гідратації складний і вивчений недостатньо. Існують дві основні теорії процесу гідратації.

Згідно першої теорії фосфоліпіди, які знаходяться в олії, поглинаючи гідратуючий агент, переходять в колоїдно-розчинений стан, набухають, втрачають розчинність в олії, і за певних умов у вигляді пластівців випадають в осад. Однак, одного зв'язку гідратуючого агента з фосфоліпідами недостатньо для втрати ними колоїдної розчинності в олії, оскільки існує міцний зв'язок молекул фосфоліпідів з олією за рахунок гідрофобних жирнокислотних радикалів, орієнтованих до тригліцеридів.

Друга теорія пропонує інший механізм процесу гідратації, який полягає в тому, що при внесенні в олію крапель гідратуючого агента (води), на їх поверхні виникає ліпідний шар, який складається з тригліцеридів і невеликої

кількості фосфоліпідів. Молекули фосфоліпідів, які характеризуються більшою ніж тригліцериди гідрофільністю, поступово витісняють з ліпідного шару молекули тригліцеридів. Таким чином, фосфоліпіди насичують міжфазний шар, знижуючи міжфазну енергію настільки, що стає можливим диспергування води і утворення термічно стійкої мікрогенної системи. Коли співвідношення фосфоліпідів і тригліцеридів сягає 70:30 спостерігається зниження термодинамічної і агрегативної стійкості системи. Одночасно з цим відбувається збільшення об'єму молекул фосфоліпідів за рахунок орієнтації диполів води навколо тієї частини молекул фосфоліпідів, яка проявляє полярні властивості. Наступає коагуляція, і вся система ділиться на дві фази.

До складу олій входять і негідратовані фосфоліпіди, які можна вилучити обробкою олій мінеральними і органічними кислотами, буферними розчинами, розчинами ПАР, адсорбентами та шляхом поляризації (механічною, акустичною, ультразвуковою, електромагнітною).

Технологія вилучення фосфатидів із рослинних олій включає наступні основні стадії:

- змішування олії з гідратуючим агентом;
- експозиція суміші олія / гідратуючий агент;
- розділення фаз олія / фосфоліпідна емульсія;
- вилучення негідратованих форм фосфоліпідів;
- висушування гідратованої олії;
- висушування фосфатидної емульсії і виготовлення фосфатидного концентрату.

Техніка і технологія процесу гідратації олій постійно вдосконалюються і розвиваються. В залежності від потужності і режиму роботи підприємств на них використовуються установки для гідратації невеликої продуктивності і оригінальні високопотужні технологічні схеми з раціональним компонуванням обладнання ("Альфа-Лаваль", "Вестфалія", "Кемтек" та ін.)

Відходи при гідратації. При проведенні розрахунків враховується кількість фосфатидів в олії до і після гідратації. Кількість відходів при гідратації, % до маси олії, яка надійшла на гідратацію, визначають за формулою:

$$H(\Gamma) = K(\Gamma) \cdot [\Phi - \Phi(\Gamma)] \quad [2.2]$$

Де: $H(\Gamma)$ – кількість відходів, %;

Φ – вміст фосфатидів в негідратованій олії, %;

$\Phi(\Gamma)$ – вміст фосфатидів в гідратованій олії, %;

$K(\Gamma)$ – коефіцієнт, який вказує в скільки разів кількість відходів перевищує вміст фосфоліпідів у негідратованій олії.

Коефіцієнт $K(\Gamma)$ залежить від схеми вилучення фосфоліпідів, його визначають виходячи з вмісту фосфоліпідів або ж розрахунковим методом. Встановлена норма відходів при гідратації соняшникової та соєвої олії з випуском фосфатидного концентрату складає:

- для схеми гідратації із використанням сепараторів безперервним способом

$$H(\Gamma) = 1,7 \cdot \Phi \quad [2.3]$$

- для схеми гідратації з використанням відстійників періодичним способом

$$H(\Gamma) = 2 \cdot \Phi \quad [2.4]$$

де 1,7 і 2 відповідно коефіцієнти $K(\Gamma)$.

Контрольні запитання до теми “Гідратація олій”

1. В чому полягає суть процесу гідратації олій?
2. Які явища протікають в процесі гідратації?
3. Які гідратуючі агенти використовують для проведення процесу вилучення з олій фосфоліпідів?
4. Обґрунтуйте необхідність вилучення фосфоліпідів з олій.
5. Види фосфоліпідів. Негідратовані фосфоліпіди.
6. Як можна розділити суміш лецитину і кефаліну?
7. Як розрахувати питомі витрати води на гідратацію?
8. Від яких чинників залежить кількість води, що необхідна для гідратації?
9. Який склад фосфоліпідної емульсії?
10. Чим обумовлюється присутність в складі фосфоліпідної емульсії певної кількості нейтрального жиру?
11. Як вилучають з олій не гідратовані фосфоліпіди?
12. З яких технологічних стадій складається процес гідратації олій?
13. Які чинники впливають на ефективність процесу гідратації?
14. Як розраховується кількість відходів, що утворюються в процесі гідратації?
15. Які чинники впливають на кількість відходів гідратації?
16. Як змінюються показники якості олії в процесі гідратації?

Задачі до теми “Гідратація олій”

Задача №1

Розрахуйте питомі витрати води (л/т) на гідратацію соняшникової олії різного способу видобування з вмістом фосфатидів Φ .

Вари- ант	Вид олії та спосіб її видобування	Φ , %	Вари- ант	Вид олії та спосіб її видобування	Φ , %
№1	Соняшникова екстракційна	0,90	№16	Соняшникова екстракційна	0,95
№2	Соняшникова шнекпресова	0,75	№17	Соняшникова шнекпресова	0,85
№3	Соняшникова форпресова	0,45	№18	Соняшникова форпресова	0,65
№4	Соева екстракційна із форпресової черепашки	3,55	№19	Соева екстракційна із форпресової черепашки	3,85
№5	Соева екстракційна із сирих пелюсток	2,25	№20	Соева екстракційна із сирих пелюсток	3,25
№6	Соева шнекпресова	2,35	№21	Соева шнекпресова	3,45
№7	Соева форпресова	1,15	№22	Соева форпресова	1,55
№8	Бавовняна екстракційна	1,95	№23	Бавовняна екстракційна	2,75
№9	Бавовняна шнекпресова	1,45	№24	Бавовняна шнекпресова	1,65
№10	Бавовняна форпресова	1,15	№25	Бавовняна форпресова	1,55
№11	Льняна екстракційна	1,05	№26	Льняна екстракційна	1,85
№12	Льняна шнекпресова	0,55	№27	Льняна шнекпресова	0,75
№13	Льняна форпресова	0,25	№28	Льняна форпресова	0,45
№14	Соняшникова екстракційна	1,11	№29	Соняшникова екстракційна	1,15
№15	Соева шнекпресова	3,05	№30	Соева форпресова	1,25

Задача №2

Розрахуйте об'єм води (л, м³), необхідний для гідратації X кг соняшникової олії з вмістом фосфатидів Φ .

Варіант	X , кг	Φ ,%	Варіант	X , кг	Φ , %
№1	125	0,35	№16	475	1,10
№2	150	0,40	№17	500	1,08
№3	150	0,45	№18	525	1,06
№4	175	0,50	№19	550	1,04
№5	200	0,55	№20	575	1,02
№6	225	0,60	№21	600	0,98
№7	250	0,65	№22	625	0,96
№8	275	0,70	№23	650	0,94
№9	300	0,75	№24	675	0,92
№10	325	0,80	№25	700	0,88
№11	350	0,85	№26	725	0,86
№12	375	0,90	№27	750	0,84
№13	400	0,95	№28	775	0,82
№14	425	1,05	№29	800	0,78
№15	450	1,15	№30	825	0,76

Задача №3

Розрахуйте об'єм води (л, м³), необхідний для гідратації **X** кг соєвої олії з вмістом фосфатидів **Ф**.

Варіант	X, кг	Ф, %	Варіант	X, кг	Ф, %
№1	1125	3,85	№16	1475	2,35
№2	1150	3,75	№17	1500	2,25
№3	1150	3,65	№18	1525	2,15
№4	1175	3,55	№19	1550	2,05
№5	1200	3,45	№20	1575	1,95
№6	1225	3,35	№21	1600	1,85
№7	1250	3,25	№22	1625	1,75
№8	1275	3,15	№23	1650	1,65
№9	1300	3,05	№24	1675	1,55
№10	1325	2,95	№25	1700	1,45
№11	1350	2,85	№26	1725	1,35
№12	1375	2,75	№27	1750	1,25
№13	1400	2,65	№28	1775	1,15
№14	1425	2,55	№29	1800	1,05
№15	1450	2,45	№30	1825	3,90

Задача №4

Розрахуйте об'єм води (л, м³), необхідний для гідратації **X** кг бавовняної олії з вмістом фосфатидів **Ф**.

Варіант	X, кг	Ф, %	Варіант	X, кг	Ф, %
№1	2125	1,05	№16	2475	1,80
№2	2150	1,10	№17	2500	1,85
№3	2150	1,15	№18	2525	1,90
№4	2175	1,20	№19	2550	1,95
№5	2200	1,25	№20	2575	2,05
№6	2225	1,30	№21	2600	2,10
№7	2250	1,35	№22	2625	2,15
№8	2275	1,40	№23	2650	2,20
№9	2300	1,45	№24	2675	2,25
№10	2325	1,50	№25	2700	2,30
№11	2350	1,55	№26	2725	2,35
№12	2375	1,60	№27	2750	2,40
№13	2400	1,65	№28	2775	2,45
№14	2425	1,70	№29	2800	2,50
№15	2450	1,75	№30	2825	2,55

Задача №5

Розрахуйте об'єм води (л, м³), необхідний для гідратації **X** кг льняної олії з вмістом фосфатидів **Φ**.

Варіант	X, кг	Φ, %	Варіант	X, кг	Φ, %
№1	3125	0,25	№16	3475	1,85
№2	3150	0,30	№17	3500	1,80
№3	3150	0,35	№18	3525	1,75
№4	3175	0,40	№19	3550	1,70
№5	3200	0,45	№20	3575	1,65
№6	3225	0,50	№21	3600	1,60
№7	3250	0,55	№22	3625	1,55
№8	3275	0,60	№23	3650	1,50
№9	3300	0,65	№24	3675	1,45
№10	3325	0,70	№25	3700	1,40
№11	3350	0,75	№26	3725	1,35
№12	3375	0,80	№27	3750	1,30
№13	3400	0,85	№28	3775	1,25
№14	3425	0,90	№29	3800	1,20
№15	3450	0,95	№30	3825	1,15

Задача №6

Розрахуйте граничну масу відходів при гідратації безперервним способом із використанням сепараторів **X** т соняшникової олії з вмістом фосфатидів **Φ**.

Варіант	X, т	Φ, %	Варіант	X, т	Φ, %	Варіант	X, т	Φ, %
№1	15	0,32	№11	115	0,40	№21	215	0,90
№2	25	0,42	№12	125	0,45	№22	225	0,91
№3	35	0,52	№13	135	0,50	№23	235	0,93
№4	35	0,62	№14	145	0,55	№24	245	0,95
№5	55	0,72	№15	155	0,60	№25	255	0,97
№6	65	0,82	№16	165	0,65	№26	265	0,99
№7	75	0,92	№17	175	0,70	№27	275	1,01
№8	85	1,02	№18	185	0,75	№28	285	1,03
№9	95	1,12	№19	195	0,80	№29	295	1,05
№10	105	0,35	№20	205	0,85	№30	305	1,07

Задача №7

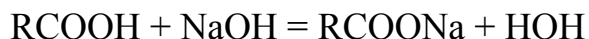
Розрахуйте граничну масу відходів при гідратації періодичним способом із використанням відстійників **X** т соєвої олії з вмістом фосфатидів **Φ**.

Варіант	X, т	Φ, %	Варіант	X, т	Φ, %	Варіант	X, т	Φ, %
№1	115	1,07	№11	215	2,06	№21	415	3,49
№2	225	1,17	№12	325	2,16	№22	525	3,39
№3	335	1,27	№13	435	2,26	№23	635	3,29
№4	435	1,37	№14	545	2,36	№24	745	3,19
№5	555	1,47	№15	655	2,46	№25	855	3,09
№6	665	1,57	№16	765	2,56	№26	965	2,99
№7	775	1,67	№17	875	2,66	№27	375	2,89
№8	885	1,77	№18	985	2,76	№28	485	2,79
№9	995	1,87	№19	295	2,86	№29	595	2,69
№10	905	1,97	№20	305	2,96	№30	605	2,59

ТЕМА 3. НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ ЖИРІВ.

До складу олій та жирів входять вільні жирні кислоти. Їх кількість залежить від багатьох факторів, в основному – від якості вихідної сировини та умов зберігання олій. Олії з високим вмістом вільних жирних кислот утворюються з недозрілого насіння. Зберігання олії у вологому середовищі також призводить до збільшення їх кислотності. Надлишковий вміст вільних жирних кислот суттєво змінює якісні показники олії і призводить до псування.

З метою зниження вмісту вільних жирних кислот проводять нейтралізацію олій. Вилучати вільні жирні кислоти можна дистиляційною рафінацією при високій температурі і вакуумі і екстракційною рафінацією за допомогою селективних розчинників. Найбільш поширеним способом пониження кислотного числа олій та жирів є лужна рафінація, в основі якої лежить взаємодія вільних жирних кислот з лужним агентом і утворенням мил, наприклад:



В якості лужного агента крім водного розчину NaOH використовують також розчини KOH, Ca(OH)₂, Na₂CO₃, Na₂SiO₃. Більш висока питома вага утворюваного мила в порівнянні з питомою вагою жиру дозволяє розділяти їх відстоюванням або сепарацією. В процесі лужної рафінації наряду з вільними жирними кислотами з олій вилучаються негідратовані фосфатиди, мікродомішки металів та забарвлюючі речовини. Частинки мила, які утворюються в процесі лужної нейтралізації сильно впливають на подальшу поведінку всієї гетерогенної системи (водний розчин лугу/олія), а саме: на агрегацію і коагуляцію дрібних частинок мила, на ефективність процесу розділення жирової і водної фази, на ступінь омилення нейтрального жиру, на вихід готового продукту.

Механізм процесу нейтралізації дуже складний і не обмежується лише хімічною реакцією взаємодії вільних жирних кислот з лужним агентом. Область молекулярно-хімічної взаємодії знаходиться на поверхні краплі лугу, де утворюється плівка мила, яка через певний проміжок часу відривається від краплі. Область поверхневих явищ найбільш повно дослідив А.А.Шмідт. Згідно його теорії на поверхні краплі лугу утворюється адсорбційний шар мила, який під дією сил тертя сповзає з краплі і відривається від неї у вигляді плівки. Відірвані плівки (мішечки) частково захвачують і втягують всередину олію і луг. На поверхні краплі лугу знову утворюється плівка і процес повторюється доки не витратиться весь луг або доки крапля лугу не опуститься на дно апарата. Такий механізм лужної нейтралізації пояснює необхідність використання для процесу надлишкової кількості лужного агента у порівнянні із стехіометрично необхідною кількістю.

В залежності від виду олії, її кислотного числа і способу нейтралізації беруться визначений надлишок лугу і концентрація його водного розчину, які наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Надлишок і концентрація лугу в залежності від виду жиру, його кислотного числа і способу нейтралізації.

Метод нейтралізації і вид жиру		Кислотне число К.Ч., мг КОН/г	Концентрація лугу С(р), г/л	Надлишок лугу А, %
ПЕРІОДИЧНИЙ СПОСІБ				
Соняшникова олія та інші світлі олії		До 5	40 – 45	5 – 10
		5 – 7	85 – 105	10 – 20
		Більше 7	125 – 145	10 – 20
Соєва олія		Більше 7	70 – 120	До 100
Кукурудзяна олія		Більше 5	180 – 200	Більше 100
БЕЗПЕРЕРВНИЙ СПОСІБ				
<i>Сепараційний метод:</i>				
Соняшникова олія та інші світлі олії		До 2	70 – 90	10 – 20
		2 – 5	100 – 150	10 – 20
		5 – 10	До 150	5 – 10
		Більше 10	150 – 170	10 – 30
Льняна олія		До 6	90 – 130	10 – 30
<i>Метод нейтралізації в мильно-лужному середовищі</i>				
Соняшникова олія та інші світлі олії		До 5	10 – 15	5 – 10
<i>Емульсійний метод</i>				
Бавовняна олія	попереднього пресування	4 – 14	125 – 140	0,3 – 1,2
	екстракційна	4 – 14	150 – 350	0,6 – 1,0

Методи нейтралізації жирів відрізняються в основному за принципом розподілу фаз: нейтралізований жир (олія) – мильний розчин. В періодичному методі розподіл фаз частіше відбувається в гравітаційному полі, а в безперервному – у відцентровому полі.

Основним недоліком періодичного способу є необхідність тривалого відстоювання олії з метою максимального вилучення з неї соапстоку, жирність соапстоку досить висока і складає 30-50%.

При безперервному методі нейтралізації незважаючи на те, що використовуються досить висококонцентровані розчини лугу, омилення недостатнє, тому що процес короткостроковий.

Окремо слід розглянути рафінацію бавовняної олії. У цьому випадку труднощі виникають в основному через присутність госиполу та його похідних і видозмінених форм. Останні мають більш інтенсивний спектр поглинання у видимій області світла. Вони не вміщують функціональних груп кислого характеру і тому не взаємодіють, або взаємодіють слабо навіть з концентрованими розчинами лугу. Рекомендовані концентрації і надлишок лугу для рафінації бавовняної олії різного сорту приведені в таблиці 6.

Таблиця 3.2

Рекомендовані концентрація і надлишок NaOH для рафінації бавовняної олії.

Олія	Кислотне число К.Ч., мг КОН/г	Концентрація лугу С(р), г/л	Надлишок лугу А, %		
			Сорт олії		
			вищий	перший	другий
Форпресова	До 4	125 – 180	0,3	0,5	-
	4 – 7	250 – 300	1,0	0,7	-
	7 – 14	300 - 400	-	1,2	1,0
Екстракційна	До 4	150 – 250	0,6	0,5	-
		250 – 300	0,6	0,5	-
		350 – 450	0,5	-	-
Знегосиполена	До 4	100 – 150	0,5	-	-

Окремо виділяють нетрадиційні види рослинних олій такі як рапсову, коріандрову, пальмову. Для їх рафінації рекомендують наступні надлишок і концентрацію лугу, які приведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Рекомендовані надлишок і концентрація лугу для нейтралізації рапсової, коріандрової і пальмової олій.

Олія	Кислотне число К.Ч., мг КОН/г	Концентрація лугу С(р), г/л	Надлишок лугу А, %
Рапсова		130 – 150	20
Коріандрова	До 15	160 – 200	20 – 30
Пальмова	До 7	110 – 140	10 – 20
	Більше 7	160 – 180	5 – 20

Соапстоки, які утворюються в результаті лужної нейтралізації олій мають складний і непостійний склад. Однією з основних характеристик соапстоку є його жирність. Одним із чинників, які впливають на величину цього показника, є спосіб лужної нейтралізації, про що свідчать дані таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Характеристика соапстоків різних способів нейтралізації.

Спосіб нейтралізації	Жирність соапстоку (Жс), % до маси соапстоку
Періодичний	35 – 45
Періодичний з водно-солевою підкладкою	8 – 10
<i>БЕЗПЕРЕРВНІ</i>	
В мильно-лужному середовищі	12 – 20
З розподілом фаз на сепараторі	15 – 25
Емульсійний (бавовняна олія)	35 - 45

Порядок проведення розрахунку необхідної кількості лугу для проведення нейтралізації жиру.

А) теоретична, стехіометрично необхідна кількість сухого лужного агента для проведення повної нейтралізації жиру визначається за формулою:

$$X(\text{теор.}) = K.Ч. \cdot Q \cdot k \quad [3.1]$$

Де: $X(\text{теор.})$ – стехіометрично необхідна маса лугу (мг, г, кг);
 $K.Ч.$ – кислотне число жиру (мг, г, кг КОН);
 Q – маса жиру (г, кг, т);
 k – коефіцієнт перерахування КОН в лужний агент, яким проводиться нейтралізація

Для NaOH : $k = M.m.(NaOH)/M.m. (KOH) = 40/56=0,714$

Щоб визначити k для кальцинованої соди (карбонату натрію) у чисельник підставляють його еквівалентну масу, яка складає половину його молекулярної маси: $k = (106/2)/56 = 0,946$

Аналогічно проводяться розрахунки k для інших лужних агентів.

Якщо проводиться часткова нейтралізація вільних жирних кислот, кислотне число жиру понижають з $K.Ч.(1)$ до $K.Ч.(2)$, тоді теоретично необхідна кількість лугу для нейтралізації визначається за формулою:

$$X(\text{теор.}) = [K.Ч.(1) - K.Ч.(2)] \cdot Q \cdot k \quad [3.2]$$

Де: $K.Ч.(1)$ – кислотне число жиру до нейтралізації (мг, г, кг КОН);
 $K.Ч.(2)$ – кислотне число жиру після нейтралізації (мг, г, кг КОН)

Б) Масу лугу з надлишком знаходять як суму стехіометрично необхідної кількості лугу та надлишку:

$$X(\text{надл.}) = X(\text{теор.}) + [A \cdot X(\text{теор.})]/100 \quad [3.3]$$

Де: $X(\text{надл.})$ – маса лугу з надлишком (мг, г, кг);
 A – надлишок лугу, %

В) Кількість робочого розчину лугу, необхідного для нейтралізації визначають за формулами:

$$X(p) = [X(\text{надл.}) \cdot 100]/C(p) \quad [3.4]$$

Де: $X(p)$ – маса робочого розчину лугу (мг, г, кг);
 $C(p)$ – концентрація робочого розчину лугу, %

$$V(p) = X(p)/\rho(p) \quad [3.5]$$

Де: $V(p)$ – об'єм робочого розчину лугу, (мл, л, м³);

$\rho(p)$ – густина робочого розчину лугу (мг/мл, г/л, кг/м³)

Об'єм робочого розчину лугу можна розрахувати і за іншою формулою:

$$V(p) = [X(\text{надл.}) \cdot 1000] / C'(p) \quad [3.6]$$

Де: $V(p)$ – об'єм робочого розчину лугу, мл;

$X(\text{надл.})$ – маса лугу з надлишком, г;

$C'(p)$ – концентрація робочого розчину лугу, г/л

Г Кількість концентрованого розчину лугу, необхідного для нейтралізації визначають за формулами:

$$X(k) = [X(\text{надл.}) \cdot 100] / C(k) \quad [3.7]$$

Де: $X(k)$ – маса концентрованого розчину лугу (мг, г, кг);

$C(k)$ – концентрація концентрованого розчину лугу, %

$$V(k) = X(k) / \rho(k) \quad [3.8]$$

Де: $V(k)$ – об'єм концентрованого розчину лугу, (мл, л, м³);

$\rho(k)$ – густина концентрованого розчину лугу (мг/мл, г/л, кг/м³)

Об'єм концентрованого розчину лугу можна розрахувати і за іншою формулою:

$$V(k) = [X(\text{надл.}) \cdot 1000] / C'(k) \quad [3.9]$$

Де: $V(k)$ – об'єм концентрованого розчину лугу, мл;

$X(\text{надл.})$ – маса лугу з надлишком, г;

$C'(k)$ – концентрація концентрованого розчину лугу, г/л

Д Кількість води, необхідної для розбавлення концентрованого розчину лугу до робочої концентрації, визначають за формулами:

$$X(\text{води}) = X(p) - X(k) \quad [3.10]$$

Де: $X(\text{води})$ – маса води, (мг, г, кг);

$X(p)$ – маса робочого розчину лугу, (мг, г, кг);

$X(k)$ – маса концентрованого розчину лугу, (мг, г, кг)

$$V(\text{води}) = X(\text{води}) / \rho(\text{води}) \quad [3.11]$$

Де: $V(\text{води})$ – об'єм води, (мл, л, м³);

$\rho(\text{води})$ – густина води (мг/мл, г/л, кг/м³)

Для правильності розрахунків слід обов'язково проставляти розмірність.

Кислотне число (К.Ч.) – це кількість міліграмів КОН, необхідного для нейтралізації вільних жирних кислот, які знаходяться в 1 г жиру. Для зручності розрахунків розмірність К.Ч. краще вказувати як:

мгКОН/г; гКОН/кг; кгКОН/т

Визначення рафінаційного коефіцієнта.

Техніко-економічна ефективність того чи іншого методу лужної рафінації може бути перевірена шляхом визначення так званого рафінаційного коефіцієнта $R(\kappa)$, значення якого знаходиться за формулою:

$$R(\kappa) = \frac{Ж(c)}{F(1) - F(2)} \quad [3.12]$$

Де: $R(\kappa)$ – рафінаційний коефіцієнт;
 $Ж(c)$ – жирність соапстоку (загальна кількість жиру в соапстоці до нерафінованої олії), %;
 $F(1)$ – кислотність олії до рафінації, %
 $F(2)$ – кислотність олії після рафінації, %.

Чим нижчий рафінаційний коефіцієнт, тим ефективніше працює виробництво.

Кислотність (F) – це показник, який вказує на процентний вміст жирних кислот в олії. Знаючи тип олії та її кислотне число можна визначити її кислотність.

Для соняшникової олії перерахунок ведеться за олеїновою кислотою і кислотність визначається за формулою:

$$F = 0,503 \cdot \text{К.Ч.} \quad [3.13]$$

Де: F – кислотність;
К.Ч. – кислотне число.

Якщо в олії переважають інші жирні кислоти, то для розрахунку кислотності використовують інші коефіцієнти, а саме:

- для рицинової олії перерахунок ведуть за рицинолевою кислотою:

$$F = 0,530 \cdot \text{К.Ч.} \quad [3.14]$$

- для кокосової і пальмоядрової – за лауриною кислотою:

$$F = 0,346 \cdot K.Ч. \quad [3.15]$$

- для пальмової – за пальмітиною кислотою:

$$F = 0,456 \cdot K.Ч. \quad [3.16]$$

- для гірчичної – за еруковою кислотою:

$$F = 0,602 \cdot K.Ч. \quad [3.17]$$

В таблицях 3.5, 3.6 наведені величини густини розчинів NaOH і Na₂(CO)₃ різної концентрації.

Таблиця 3.5

Густина водних розчинів NaOH

Густина при 15°C, кг/м³	Концентрація розчину NaOH		Густина при 15°C, кг/м³	Концентрація розчину NaOH	
	%	г/л		%	г/л
1007	0,59	6,0	1220	19,65	239,7
1014	1,20	12,0	1231	20,60	253,6
1022	1,85	18,9	1241	21,55	267,2
1029	2,50	25,7	1252	23,50	281,8
1036	3,15	32,6	1263	23,60	296,9
1045	3,79	39,6	1274	24,48	311,7
1052	4,50	47,3	1285	25,50	327,7
1060	5,20	55,0	1297	26,58	344,7
1067	5,86	62,5	1308	27,65	361,7
1075	6,58	70,7	1320	28,83	380,6
1083	7,30	79,1	1332	30,00	399,6
1091	8,07	88,0	1345	32,20	419,6
1100	8,78	96,6	1357	32,50	441,0
1108	9,50	105,3	1370	33,73	462,1
1116	10,30	114,9	1383	35,00	484,1
1125	11,06	124,4	1397	36,86	507,9
1134	11,90	134,9	1410	37,65	530,9
1142	12,69	145,0	1424	39,06	556,2
1152	13,50	155,5	1438	40,47	582,0
1162	14,35	166,7	1453	42,02	610,8
1171	15,15	174,4	1468	43,58	639,8
1180	16,00	188,8	1483	45,16	669,7
1190	16,91	201,2	1498	46,73	700,0
1200	17,81	213,7	1514	48,41	732,9
1210	18,71	226,4	1530	50,80	766,5

Таблиця 3.6

Густина водних розчинів $\text{Na}_2(\text{CO})_3$

Густина при 20°C, г/см ³	Концентрація розчину $\text{Na}_2(\text{CO})_3$ (безв.)		Густина при 15°C, г/см ³	Концентрація розчину $\text{Na}_2(\text{CO})_3$ (безв.)	
	%	моль/л		%	моль/л
1,000	0,19	0,018	1,100	9,75	1,012
1,005	0,67	0,063	1,105	10,22	1,065
1,010	1,14	0,109	1,110	10,68	1,118
1,015	1,62	0,155	1,115	11,14	1,172
1,020	2,10	0,202	1,120	11,60	1,226
1,025	2,57	0,248	1,125	12,05	1,279
1,030	3,05	0,296	1,130	12,52	1,335
1,035	3,54	0,346	1,135	13,00	1,392
1,040	4,03	0,395	1,140	13,45	1,446
1,045	4,50	0,444	1,145	13,90	1,501
1,050	4,98	0,493	1,150	14,35	1,557
1,055	5,47	0,544	1,155	14,75	1,607
1,060	5,95	0,595	1,160	15,20	1,663
1,065	6,43	0,646	1,165	15,60	1,714
1,070	6,90	0,696	1,170	16,03	1,769
1,075	7,38	0,748	1,175	16,45	1,823
1,080	7,85	0,800	1,180	16,87	1,878
1,085	8,33	0,853	1,185	17,30	1,934
1,090	8,80	0,905	1,190	17,70	1,987
1,095	9,27	0,958			

Контрольні запитання
до теми “Нейтралізація жирів”

1. Призначення процесу нейтралізації жирів.
2. Хімічні процеси, що протікають при лужній рафінації.
3. Які лужні агенти використовують в процесі нейтралізації?
4. Які чинники впливають на умови проведення лужної рафінації?
5. Як розраховується потрібна кількість лужного агенту для нейтралізації?
6. Які поверхневі явища протікають в процесі нейтралізації?
7. Який склад соапстоку?
8. Чим обумовлена величина жирності соапстоку?
9. Як і навіщо обробляють соапсток?
10. В чому полягають особливості процесу нейтралізації з водно-сольовою підкладкою?
11. Який технологічний режим і параметри процесу нейтралізації у водно-лужному середовищі?
12. Особливості рафінації бавовняної олії.
13. Які технологічні параметри і режим емульсійної нейтралізації?
14. Від яких чинників залежить ефективність процесу лужної рафінації?
15. Як розраховується рафінаційний коефіцієнт?
16. Конструктивні особливості нейтралізаторів різних типів.

Задачі до теми “Нейтралізація жирів”

Задача №1

Розрахуйте необхідну кількість кристалічного NaOH, взятого з надлишком (А), і води для приготування розчину лугу робочої концентрації **С(р)**, необхідного для нейтралізації вказаної маси жиру (**Q**) з кислотним числом **К.Ч.**

№ варіанту	Надлишок лугу (А), %	Робоча концен-трація розчину лугу С(р) , %	Маса жиру (Q), кг	К.Ч. , мгKOH/г	№ варіанту	Надлишок лугу (А), %	Робоча концен-трація розчину лугу С(р) , %	Маса жиру (Q), кг	К.Ч. , мгKOH/г
1	1	30,00	120	1,25	16	24	7,30	870	6,25
2	5	13,50	230	1,50	17	2	25,50	980	6,50
3	10	1,20	340	1,75	18	12	10,30	130	6,75
4	15	10,30	450	2,25	19	22	2,5	240	7,25
5	20	5,20	560	2,50	20	6	30,00	350	7,50
6	25	1,20	670	2,75	21	16	20,60	460	7,75
7	30	1,85	780	3,25	22	26	4,50	570	8,25
8	3	20,60	890	3,50	23	8	25,50	680	8,50
9	13	1,85	910	3,75	24	18	11,90	790	8,75
10	23	4,50	210	4,25	25	28	3,15	970	9,25
11	7	16,00	320	4,50	26	9	16,00	860	9,50
12	17	7,30	430	4,75	27	19	9,50	750	9,75
13	27	3,15	540	5,25	28	29	2,5	640	10,25
14	4	11,90	650	5,50	29	11	13,50	530	10,50
15	14	9,50	760	5,75	30	21	5,20	420	10,75

Задача №2

Розрахуйте необхідну кількість води і кристалічного NaOH для приготування розчину лугу для нейтралізації періодичним способом вказаної маси (**Q**) соняшникової олії з кислотним числом **К.Ч.**

№ варіанту	Q , т	К.Ч.	№ варіанту	Q , т	К.Ч.	№ варіанту	Q , т	К.Ч.
1	5	1,0	11	55	6,0	21	105	7,2
2	10	1,5	12	60	6,2	22	110	7,4
3	15	2,0	13	65	6,3	23	115	7,6
4	20	2,5	14	70	6,4	24	120	7,8
5	25	3,0	15	75	6,5	25	125	8,0
6	30	3,5	16	80	6,6	26	130	8,2
7	35	4,0	17	85	6,7	27	135	8,4
8	40	4,5	18	90	6,8	28	140	8,6
9	45	5,2	19	95	6,9	29	145	8,8
10	50	5,5	20	100	7,1	30	150	9,0

Задача №3

Розрахуйте необхідну кількість кристалічного Na_2CO_3 , взятого з надлишком (А), і води для приготування розчину лугу робочої концентрації C(p) , необхідного для нейтралізації вказаної маси жиру (Q) з кислотним числом К.Ч.

№ варіанту	Надлишок лугу (А), %	Робоча концен-трація розчину лугу C(p) , %	Маса жиру (Q), кг	К.Ч., мгКОН/г	№ варіанту	Надлишок лугу (А), %	Робоча концен-трація розчину лугу C(p) , %	Маса жиру (Q), кг	К.Ч., мгКОН/г
1	1	1,14	120	1,25	16	24	8,33	870	6,25
2	5	1,62	230	1,50	17	2	8,80	980	6,50
3	10	2,10	340	1,75	18	12	9,27	130	6,75
4	15	2,57	450	2,25	19	22	9,75	240	7,25
5	20	3,05	560	2,50	20	6	10,22	350	7,50
6	25	3,54	670	2,75	21	16	10,68	460	7,75
7	30	4,03	780	3,25	22	26	11,14	570	8,25
8	3	4,50	890	3,50	23	8	11,60	680	8,50
9	13	4,98	910	3,75	24	18	12,05	790	8,75
10	23	5,47	210	4,25	25	28	12,52	970	9,25
11	7	5,95	320	4,50	26	9	13,00	860	9,50
12	17	6,43	430	4,75	27	19	13,45	750	9,75
13	27	6,90	540	5,25	28	29	13,90	640	10,25
14	4	7,38	650	5,50	29	11	14,35	530	10,50
15	14	7,85	760	5,75	30	21	14,75	420	10,75

Задача №6

Розрахуйте необхідну кількість води і концентрованого 30%-ного розчину NaOH для приготування розчину лугу необхідної концентрації для проведення нейтралізації безперервним сепараційним методом вказаної маси жиру (Q) з кислотним числом К.Ч.

№ варіанту	(Q) Т	К.Ч.	№ варіанту	(Q) Т	К.Ч.	№ варіанту	(Q) Т	К.Ч.
1	50	0,50	11	100	3,25	21	200	6,25
2	55	0,75	12	110	3,50	22	210	6,75
3	60	1,00	13	120	3,75	23	220	7,25
4	65	1,25	14	130	4,00	24	230	7,75
5	70	1,50	15	140	4,25	25	240	8,25
6	75	1,75	16	150	4,50	26	250	8,75
7	80	2,25	17	160	4,75	27	260	9,25
8	85	2,50	18	170	5,25	28	270	9,75
9	90	2,75	19	180	5,50	29	280	10,25
10	95	3,00	20	190	5,75	30	290	10,75

ТЕМА 4. АДСОРБЦІЙНА РАФІНАЦІЯ ЖИРІВ (ВІДБІЛЮВАННЯ)

До складу рослинних олій входять забарвлюючі речовини різного складу і з різними властивостями. Ксантофіли надають оліям жовтого відтінку, хлорофіли – зеленого, каротиноїди – червоного, а госипол в бавовняній олії – темно коричневого. Крім того до складу олій входять ще й хромогенні речовини, які самі по собі прозорі, але при дії кисню повітря або при взаємодії з деякими реагентами, можуть ставати сильно забарвленими. Цю властивість хромогенів використовують для аналітичного визначення природи жиру. Необхідність вилучення забарвлюючих речовин виникає у разі подальшої гідрогенізації олій та використання їх у виробництві майонезу та маргаринової продукції.

Процес вилучення забарвлюючих речовин з олій називають адсорбційною рафінацією або відбілюванням.

Адсорбція в широкому розумінні – це процес концентрування речовини із розчину або газу на поверхні твердого тіла або рідини. Адсорбція відбувається під дією молекулярних сил на поверхні адсорбенту і призводить до зменшення вільної поверхневої енергії.

Для відбілювання олій використовують активовані відбільні глини, які одержують в результаті термічної та кислотної обробки природних бентонітових глин (алюмосилікатів). У зв'язку з тим, що процес адсорбції проходить на поверхні глин, необхідно щоб сорбенти (глини) мали більш розгалуджену і активну поверхню. Здатність сорбенту поглинати та утримувати олію визначається показником масловмісткості.

Масловмісткість (М) – це кількість олії, яка утримується в 100 грамах сорбенту. Вона визначається у відсотках і коливається від 40 до 100% і вище, визначається за формулою:

$$M = [m(o) / m(c)] \cdot 100 \quad [4.1]$$

Де: V – масловмісткість, %;
 $m(o)$ – маса олії, яку утримує сорбент, г;
 $m(c)$ – маса сорбенту, г.

Про активність відбільної глини судять за кольором відбіленої олії. Цю характеристику сорбентів описує фактор відбілювання $F(v)$, який визначається за формулою:

$$F(v) = H(n) / H(v) \quad [4.2]$$

Де: $H(n)$ – колірне число олії до відбілювання;
 $H(v)$ – колірне число олії після адсорбційної рафінації.

Колірне число – визначається кількістю міліграмів вільного йоду, який вміщується в 100 мл стандартного розчину йоду і має при однаковій з олією товщині шару в 1см таку ж саму інтенсивність забарвлення як і олія.

За допомогою процесу адсорбційної рафінації жирів крім забарвлюючих речовин вилучаються також фосфоліпіди, мила, продукти первинного та вторинного окислення, метали.

У таблиці 4.1 приведено характеристики деяких сорбентів, які використовуються в промисловості останні 50 років.

Таблиця 4.1

Показники масловмісткості і фактора відбілювання сорбентів, які використовуються для адсорбційної рафінації жирів.

Сорбент		Фактор відбілювання F(в)	Масловмісткість М, %
Гумбрин		1,4 – 2,0	61 – 62
Альзил		6,97	59
Трепел		3,5 – 3,8	111,8
Ізарит		8,03	74
Детськосельські глини		2,8 – 3,2	55 – 72
Відбільна земля №7		1,29	29
Інфузорна земля		1,5 – 2	110 – 130
Активоване вугілля		3,2 – 4,5	60 – 70
Чехословацька глина		1,8 – 1,9	70
Тонсил АС		7,08	63
Сильгідроль	А	7,78	41
	Високоактивний	7,78	65
Франконіт	F	3,11	35
	FC	3,02	36
	CI	1,41	26
	S	1,32	24

На масложирових підприємствах для відбілювання олії широко використовують адсорбенти марок “Трисил – 300” і “Фумонд”.

“Трисил – 300”:

- використовується для світлих рослинних олій і гідрогенізованих жирів;
- характеризується високою адсорбційною активністю по відношенню до хлорофілів, фосфоліпідів та мікродомішок важких металів;
- практично виключає можливість попадання натрієвих мил жирних кислот в рафіновані жири;
- підвищує стійкість жирів до процесу автоокислення;
- характеризується високою вологоутримуючою здатністю (до 65%), що технологічно дозволяє виключати стадію глибокої вакуумної сушки;
- підвищує швидкість фільтрування на 20 – 25%, запобігає закупорюванню пор фільтрпресів і полегшує процес їх очищення (шар знімається суцільним пластом);
- забезпечує зменшення втрат жиру з відпрацьованим адсорбентом;
- вводиться в кількості 0,1 – 1% від маси жиру;
- має показник масловмісткості не вище 50%;

- забезпечує зменшення величини йодного числа з 25 до 4-5 (по соняшниковій олії).

“Фумонд”:

- використовується для відбілювання темних рослинних олій, які важко рафінувати;
- активний по відношенню до госиполу і хлорофілу;
- характеризується високою відбільною активністю;
- має низький показник масловмісткості не більше 53%;
- забезпечує зменшення величини йодного числа з 30 до 5 (по соєвій олії).

До адсорбентів, які використовуються в масложировій промисловості висуваються наступні основні вимоги:

- мати високу адсорбційну ємність і активність;
- мати розвинену поверхню (пористість) і значну кількість активних центрів;
- мати низький показник масловмісткості;
- не вступати у хімічну взаємодію з тригліцеридами жирів;
- легко відділятися від олії відстоюванням або фільтруванням.

Самі по собі природні відбільні глини малоактивні. Активують їх кислотною і термічною обробкою.

Витрати відбільних земель залежать від якості, природи і сорту жиру, від застосування попередніх фізичних чи хімічних методів очистки, від якості відбільної землі. В таблиці 4.2 приведена кількість адсорбентів, рекомендована для відбілювання нетрадиційних видів олій.

Таблиця 4.2

Рекомендовані кількості сорбентів для відбілювання рапсової, коріандрової і пальмової олій.

Олія	Сорбент	Рекомендована кількість сорбенту (А), % від маси олії
Рапсова	Відбільна глина: активоване вугілля від 1:0,4 до 1:1	0,7 – 1,0
Коріандрова	Відбільні глини	1,0 – 2,0
Пальмова	Відбільні глини	2,0

Відходи при відбілюванні залежать від виду, кількості та масловмісткості використовуваного сорбенту, а також від умов фільтрування олії. Кількість відходів при адсорбційній рафінації олій визначають за формулою:

$$H(\text{відх.}) = (M \cdot A)/100 \quad [4.3]$$

Де: $H(\text{відх.})$ – кількість відходів при відбілюванні, %;
 A – кількість сорбенту, % до маси відбілюваної олії;
 M – масловмісткість сорбенту, %

Якщо використовують фільтри з механічним вивантаженням осаду, в яких передбачено його знежирювання, тоді відходів під час відбілювання вдвічі менше і визначаються вони за формулою:

$$H(\text{відх.}) = (M \cdot A) / (100 \cdot 2) \quad [4.4]$$

Технологія адсорбційної рафінації жирів включає наступні основні стадії:

- приготування концентрованої масляної суспензії адсорбенту;
- підготовка олії до відбілювання (деаерація);
- попереднє відбілювання;
- остаточне відбілювання;
- відділення адсорбенту від відбіленої олії (фільтрування);
- знежирення, сушка і вивантаження відпрацьованого адсорбенту.

Контрольні запитання до теми “Адсорбційна рафінація жирів (відбілювання)”

1. Які речовини забарвлюють жири?
2. Обґрунтуйте необхідність адсорбційної рафінації жирів.
3. Які віддільні глини використовуються для процесу адсорбційної рафінації?
4. Якими показниками якості характеризуються віддільні глини?
5. З яких технологічних стадій складається процес адсорбційної рафінації?
6. Як розраховують кількість втрат при відбілюванні?

Задачі до теми “Адсорбційна рафінація жирів (відбілювання)”

Задача №1

Визначте масловмісткість сорбенту, X кг якого утримує Y кг олії.

№ варіанту	X , кг	Y , кг	№ варіанту	X , кг	Y , кг	№ варіанту	X , т	Y , кг
1	10	8	11	110	114	21	210	207
2	20	25	12	120	119	22	220	223
3	30	22	13	130	127	23	230	224
4	40	46	14	140	144	24	240	246
5	50	43	15	150	143	25	250	242
6	60	67	16	160	166	26	260	261
7	70	69	17	170	161	27	270	265
8	80	81	18	180	193	28	280	283
9	90	88	19	190	180	29	290	288
10	100	101	20	200	205	30	300	304

Задача №2

Яку масу олії може утримувати X кг вказаного сорбенту?

№ варіанту	Сорбент	X, кг	№ варіанту	Сорбент	X, кг
1	Гумбрин	10	16	Гумбрин	160
2	Альзил	20	17	Альзил	170
3	Трепел	30	18	Трепел	180
4	Ізарит	40	19	Ізарит	190
5	Детськосельські глини	50	20	Детськосельські глини	200
6	Відбільна земля №7	60	21	Відбільна земля №7	210
7	Інфузорна земля	70	22	Інфузорна земля	220
8	Активоване вугілля	80	23	Активоване вугілля	230
9	Чехословацька глина	90	24	Чехословацька глина	240
10	Тонсил АС	100	25	Тонсил АС	250
11	Сильгідроль А	110	26	Сильгідроль А	260
12	Франконіт F	120	27	Франконіт F	270
13	Франконіт FC	130	28	Франконіт FC	280
14	Франконіт CI	140	29	Франконіт CI	290
15	Франконіт S	150	30	Франконіт S	300

Задача №3

Чому дорівнюватиме колірне число олії після відбілювання її вказаним сорбентом, якщо до відбілювання колірне число дорівнювало $H(n)$?

№ ва-ріанту	Сорбент	H(n)	№ ва-ріанту	Сорбент	H(n)
1	Гумбрин	5,3	16	Гумбрин	8,2
2	Альзил	5,5	17	Альзил	8,4
3	Трепел	5,7	18	Трепел	8,6
4	Ізарит	5,9	19	Ізарит	8,8
5	Детськосельські глини	6,1	20	Детськосельські глини	9,2
6	Відбільна земля №7	6,3	21	Відбільна земля №7	9,4
7	Інфузорна земля	6,5	22	Інфузорна земля	9,6
8	Активоване вугілля	6,7	23	Активоване вугілля	9,8
9	Чехословацька глина	6,9	24	Чехословацька глина	10,2
10	Тонсил АС	7,1	25	Тонсил АС	10,4
11	Сильгідроль А	7,3	26	Сильгідроль А	10,6
12	Франконіт F	7,5	27	Франконіт F	10,8
13	Франконіт FC	7,7	28	Франконіт FC	11,2
14	Франконіт CI	7,9	29	Франконіт CI	11,4
15	Франконіт S	8,1	30	Франконіт S	11,6

Задача №4

Чому дорівнювало колірне число олії до відбілювання її вказаним сорбентом, якщо після відбілювання колірне число дорівнює **H(n)**?

№ ва-ріанту	Сорбент	H(n)	№ ва-ріанту	Сорбент	H(n)
1	Гумбрин	1,3	16	Гумбрин	1,2
2	Альзил	1,5	17	Альзил	1,4
3	Трепел	1,7	18	Трепел	1,6
4	Ізарит	1,9	19	Ізарит	1,8
5	Детськосельські глини	2,1	20	Детськосельські глини	2,2
6	Відбільна земля №7	2,3	21	Відбільна земля №7	2,4
7	Інфузорна земля	2,5	22	Інфузорна земля	2,6
8	Активоване вугілля	2,7	23	Активоване вугілля	2,8
9	Чехословацька глина	2,9	24	Чехословацька глина	3,2
10	Тонсил АС	3,1	25	Тонсил АС	3,4
11	Сильгідроль А	3,3	26	Сильгідроль А	3,6
12	Франконіт F	3,5	27	Франконіт F	3,8
13	Франконіт FC	3,7	28	Франконіт FC	3,2
14	Франконіт CI	3,9	29	Франконіт CI	3,4
15	Франконіт S	4,1	30	Франконіт S	3,6

Задача №5

Розрахуйте масу відходів при відбілюванні вказаним сорбентом **X** т олії з використанням фільтрів з механічним вивантажуванням осаду, в яких передбачено його знежирювання. Кількість взятого сорбенту складає 1,5% від маси відбілюваної олії.

№ ва-ріанту	Сорбент	X,т	№ ва-ріанту	Сорбент	H(n)
1	Гумбрин	3	16	Гумбрин	33
2	Альзил	5	17	Альзил	35
3	Трепел	7	18	Трепел	37
4	Ізарит	9	19	Ізарит	39
5	Детськосельські глини	11	20	Детськосельські глини	41
6	Відбільна земля №7	13	21	Відбільна земля №7	43
7	Інфузорна земля	15	22	Інфузорна земля	45
8	Активоване вугілля	17	23	Активоване вугілля	47
9	Чехословацька глина	19	24	Чехословацька глина	49
10	Тонсил АС	21	25	Тонсил АС	51
11	Сильгідроль А	23	26	Сильгідроль А	53
12	Франконіт F	25	27	Франконіт F	55
13	Франконіт FC	27	28	Франконіт FC	57
14	Франконіт CI	29	29	Франконіт CI	59
15	Франконіт S	31	30	Франконіт S	61

ТЕМА 5. ДЕЗОДОРАЦІЯ ЖИРІВ

В жирах містяться речовини, які обумовлюють їх запах і смак. Це – леткі низькомолекулярні жирні кислоти, альдегіди, кетони, ефіри та інші сполуки, які характеризуються низькими граничними концентраціями смаку і запаху. Процес вилучення з жирів цих речовин називається дезодорацією. Дистиляція, як одна із найважливіших стадій процесу рафінації жирів, має особливо важливе значення для підготовки жирів до гідрогенізації, переестерифікації, а також у виробництві майонезу та маргаринової продукції.

Процес дезодорації здійснюється періодичним або безперервним методом і полягає в обробці жирів гострим паром при високій температурі під вакуумом і складається з трьох основних стадій:

- дифузії молекул летких речовин з шару жиру до поверхні випаровування;
- випаровування молекул летких речовин;
- вилучення речовин, які випарувалися, з зони випаровування.

Одоруєчі речовини являють собою складний комплекс різноманітних за якісним і кількісним складом речовин, які мають значно більшу пружність парів ніж тригліцериди жирів, тобто вони мають досить високий показник леткості. Ефективність процесу дезодорації залежить від:

- складу, леткості і пружності парів летких одоруєчих речовин;
- параметрів процесу (температури, тиску, тривалості)
- кількості і якості гострої пари та інтенсивності процесу змішування пари з жиром;
- конструкції і характеристик основного обладнання (деаераторів, дезодораторів та ін.)

Температура жирів в процесі дезодорації повинна бути досить високою (понад 180°) для підвищення пружності парів одоруєчих летких речовин, але не перевищувати температуру полімеризації або термічного розпаду тригліцеридів жиру. Підвищення температури до оптимальної величини для конкретного виду жиру (олії) прискорює процес дезодорації.

Олії з високим вмістом низькомолекулярних жирних кислот (кокосова, пальмоядрова) задовільно дезодоруються при порівняно низьких температурах (170°С– 185°С).

Олії зі значним вмістом ненасичених жирних кислот (рапсова) вимагають більш високої температури дезодорації (210°С – 230°С).

Соняшникову, бавовняну та соєву олії дезодорують при температурі 200°С – 220°С.

Витрати водяного пару на дезодорацію жиру можна розрахувати за формулами:

- для періодичного процесу:

$$W_{\Pi} = \frac{P_1 \cdot W_{\text{ж}}}{E \cdot P_2} \ln \frac{A}{a} \quad [5.1]$$

- для безперервного процесу:

$$G_{\text{п}} = \frac{18 \cdot G_{\text{ж}} \cdot (A - a) \cdot (P_1 - P_2 \cdot X_2)}{M_{\text{м.}} \cdot P_2 \cdot X_2 \cdot E} \quad [5.2]$$

Де: $W_{\text{п}}$ – кількість молів водяного пару;
 $W_{\text{ж}}$ – кількість молів жиру;
 $G_{\text{п}}$ – витрати водяного пару за одиницю часу, кг/годину
 $G_{\text{ж}}$ – потужність установки по жиру, кг/годину
 E – коефіцієнт випаровування ($E = 0,8$);
 P_1 – тиск в дезодораторі (кН/м²; мм.рт.ст.);
 P_2 – пружність парів летких речовин (кН/м²; мм.рт.ст.);
 A – початкова концентрація летких речовин;
 a – концентрація летких речовин в жирі після дезодорації;
 X_2 – мольна доля леткого компонента на виході з дезодоратора;
 $M_{\text{м.}}$ – молекулярна маса леткого компонента;
 18 – молекулярна маса води

В таблицях 5.1, 5.2 наведено необхідні для проведення розрахунків молекулярні маси летких речовин і олій. Пружність парів деяких летких речовин, які вилучаються дезодорацією при різних температурах, зображена на рис.1.

Таблиця 5.1

Молекулярні маси летких одоруючих речовин.

Назва леткої речовини	Молекулярна маса
Метилгептилкетон	142
Метилнонілкетон	170
Метилундецилкетон	198
Метилнонілкарбинол	172
Олеотридецен	302
Олеогексадецен	344
Олеононадецен	386
Олеотрикозен	442
Пентадецен – 1	210
Нонадецен – 1	266
Олеотетракозен	456
Олеогексакозен	484
Лауринова кислота	200,3
Міристинова кислота	228,4
Пальмітинова кислота	256,4
Стеаринова кислота	284,5

Таблиця 5.2

Середні молекулярні маси деяких олій.

Назва олії.	Молекулярна маса
Пальмова	858
Кокосова	838
Соєва	881
Соняшникова	877
Кукурудзяна	881
Бавовняна	761
Рапсова	1053
Арахісова	864

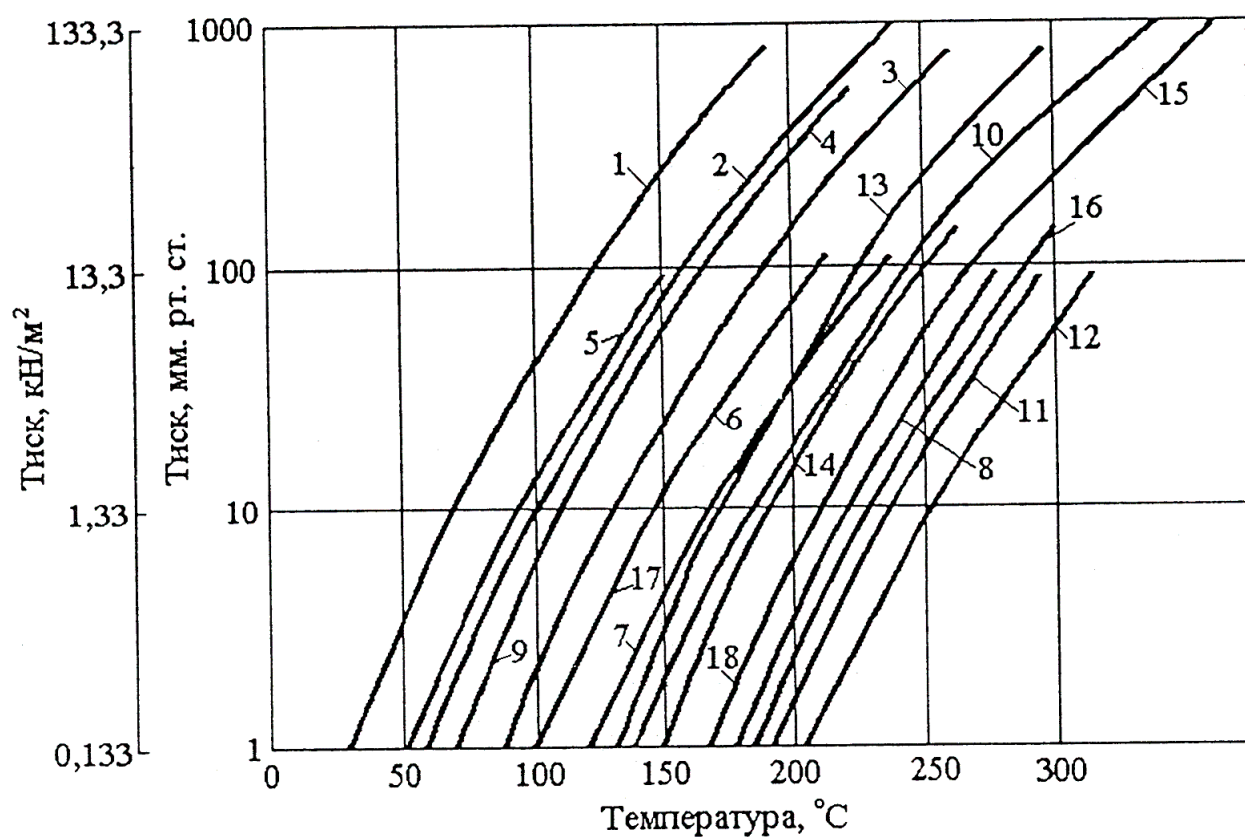


Рис.1. Пружність парів деяких летких речовин при різних температурах:

- 1 – метилгептилкетон; 2 – метилнонілкетон; 3 – метилундецилкетон;
 4 – метилнонілкарбинол; 5 – олеотридецен; 6 – олеогексадецен; 7 – олеонадецен;
 8 – олеотрикозен; 9 – пентадецен – 1; 10 – нонадецен – 1; 11 – олеотетракозен;
 12 – олеогексакозен; 13 – лауринова кислота; 14 – міристинова кислота; 15 – пальмітинова
 кислота; 16 – стеаринова кислота; 17 – гіпогеїн; 18 – арахідеїн

Технологія дезодорації жирів включає наступні основні стадії:

- деаерацію жирів (вилучення повітря і вологи з метою запобігання їх окислення в процесі дезодорації);
- попереднє нагрівання жиру (за рахунок теплообміну з дезодорованим жиром);
- остаточне нагрівання жиру до температури дезодорації (за рахунок теплообміну з органічним теплоносієм, паром високого тиску або електронагрівом);
- дезодорація жиру (проводиться в горизонтальних або вертикальних дезодораторах);
- охолодження дезодорованого жиру (за рахунок теплообміну з не дезодорованим жиром і водою)
- поліровочне фільтрування.

Контрольні запитання до теми “Дезодорація жирів ”

1. Які речовини надають жирам смак і запах?
2. В чому полягає суть процесу дезодорації жирів?
3. Макрокінетика процесу дезодорації жирів.
4. Які чинники впливають на ефективність процесу дезодорації жирів?
5. Як розраховується потрібна кількість водяної пар для проведення процесу дезодорації?
6. З яких технологічних стадій складається процес дезодорації?
7. Основні типи дезодораторів, принцип їх роботи.

Задачі до теми “Дезодорація жирів ”

Задача №1

Визначте пружність парів вказаної леткої речовини при температурі T .

№ ва-ріанту	Летка речовина	$T, ^\circ\text{C}$	№ ва-ріанту	Летка речовина	$T, ^\circ\text{C}$
1	Метилгептилкетон	100	16	Гіпогеїн	150
2	Метилнонілкетон	150	17	Арахідеїн	300
3	Метилундецилкетон	200	18	Метилундецилкетон	225
4	Метилнонілкарбінол	175	19	Метилнонілкарбінол	200
5	Олеотридецен	75	20	Олеотридецен	150
6	Олеогексадецен	125	21	Олеогексадецен	200
7	Олеонадецен	225	22	Олеонадецен	150
8	Олеотрикозен	230	23	Олеотрикозен	250
9	Пентадецен – 1	130	24	Пентадецен – 1	100
10	Нонадецен – 1	300	25	Нонадецен – 1	250
11	Олеотетракозен	260	26	Олеогексакозен	280
12	Лауринова кислота	240	27	Лауринова кислота	275
13	Міристинова кислота	200	28	Міристинова кислота	250
14	Пальмітінова кислота	325	29	Пальмітінова кислота	300
15	Стеаринова кислота	275	30	Стеаринова кислота	225

Задача №2

Розрахуйте витрати водяного пару на дезодорацію періодичним способом X молів олії при температурі T і тиску в дезодораторі P , якщо в процесі дезодорації в олії вміст вказаної леткої речовини зменшився в Y разів.

№ варіанту	X , моль	$T^{\circ}\text{C}$	P , кН/м ²	Летка речовина	Y
1	100	125	6,5	Метилгептилкетон	1,5
2	125	175	10,5	Метилнонілкетон	2,0
3	150	150	0,9	Метилундецилкетон	2,5
4	175	200	12,5	Метилнонілкарбінол	3,0
5	200	150	3,5	Олеотридецен	3,5
6	225	175	1,5	Олеогексадецен	4,0
7	250	225	5,5	Олеонадецен	4,5
8	275	250	2,5	Олеотрикозен	5,0
9	300	160	4,5	Пентадецен – 1	5,5
10	325	230	2,5	Нонадецен – 1	6,0
11	350	270	1,1	Олеотетракозен	6,5
12	375	280	9,5	Лауринова кислота	7,0
13	400	200	1,3	Міристинова кислота	7,5
14	425	270	5,5	Пальмітінова кислота	8,0
15	450	290	7,5	Стеаринова кислота	8,5
16	475	210	3,5	Гіпогеїн	9,0
17	500	230	0,7	Арахідеїн	9,5
18	525	250	12,5	Метилундецилкетон	10,0
19	550	180	5,6	Метилнонілкарбінол	2,2
20	575	140	2,1	Олеотридецен	2,8
21	600	200	4,4	Олеогексадецен	3,2
22	625	210	3,3	Олеонадецен	3,8
23	650	260	2,7	Олеотрикозен	4,2
24	700	180	9,7	Пентадецен – 1	4,8
25	725	275	12,1	Нонадецен – 1	5,2
26	750	290	1,5	Олеогексакозен	5,8
27	775	250	9,1	Лауринова кислота	6,2
28	800	240	2,3	Міристинова кислота	6,8
29	825	250	1,6	Пальмітінова кислота	7,2
30	850	230	0,9	Стеаринова кислота	7,8

ТЕМА 6. ВИЛУЧЕННЯ ВОСКІВ З ОЛІЙ (ВІНТЕРИЗАЦІЯ)

Воски, які входять до складу олій, являють собою складні суміші ефірів вищих жирних кислот, вищих жирних спиртів, спиртів каротиноїдної природи (кольорові воски). Вони вміщують ненасичені кислоти з числом атомів вуглецю від 18 до 32. У воскову фракцію ліпідів входять також вільні високомолекулярні жирні кислоти і спирти, стероли, стериди, вуглеводи, лактони, естоліпіди та інші високоплавкі компоненти.

Воски в основному знаходяться в оболонці насіння і в процесі видобування переходять в олію. Кількість воскових речовин в олії коливається

від 0,01 до 0,3%. В пресовій соняшниковій олії воски складають 0,05 – 0,1%, в екстракційній – 0,08 – 0,4%.

Присутні в олії воски впливають на ступінь її прозорості. Внаслідок високої температури плавлення воскові речовини при охолодженні утворюють в олії тонку і досить стійку сітку, яка суттєво погіршує товарний вигляд олії і створює певні труднощі під час переробки.

Жодна з стадій рафінації олії (гідратація, лужна нейтралізація, відбілювання) не призводить до вилучення восків. В процесі дезодорації воски також не вилучаються, вони практично не леткі, оскільки мають досить велику молекулярну масу.

Процес вилучення восків з жирів називають вінтеризацією, або виморожуванням. Він заключається в повільному охолодженні олії, витримуванні її при низькій температурі (4 – 12°C) і наступному відділенні осаду фільтруванням. Виморожена олія являє собою низькоконцентровану суспензію, розділення якої ускладнюється із-за невеликої кількості кристалів воскових речовин, високої в'язкості олії і складу воскової фракції. Для інтенсифікації процесу фільтрування використовують допоміжні фільтрувальні порошки, які покращують дренажні властивості осаду (кізельгур, фільтрперліт та ін.) Олія після виморожування повинна бути прозорою і не мутніти при низьких температурах (до 5°C) протягом 24 годин.

Вилучення восків з олії можна здійснити іншим способом, використавши для цього гель кремнієвої кислоти. Останній має розвинену поверхню, високі адсорбційні властивості і здатний в момент утворення утримувати полярні сполуки, в тому числі воски.

Контрольні запитання до теми “Вилучення восків з олій ”

1. Яка хімічна будова і властивості восків?
2. Обґрунтуйте необхідність вилучення восків з олій?
3. В чому полягає суть процесу вінтеризації?
4. Технологічні стадії і режим процесу вінтеризації?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология переработки жиров /Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена, А.И. Янова и др. Под ред. проф. Н.С. Арутюняна. – 3-е изд. – М.: Пищепромиздат, 1999.- 452с.
2. М.П. Азнаурьян, Н.А. Калашева. Современные технологии очистки жиров, производства маргарина и майонеза. – М.: Сампо-Принт, 1999. – 493с.
3. Файнберг Е.Е., Товбин И.М., Луговой А.В. Технологическое проектирование жироперерабатывающих предприятий. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 41с.
4. Тютюнников Б.Н., Науменко П.В., Товбин И.М., Фаниев Г.Г. Технология переработки жиров. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 652с.
5. Тютюнников Б.Н., Юхновский Г.Л., Маркман А.Л. Технология переработки жиров. – М.: Пищепромиздат, 1950. – 770с.
6. Щербаков В.Г. Технохимический контроль производства жиров и жирозаменителей. – М.:Колос, 1996. – 207с.
7. Васильев Г.Ф. Дезодорация масел и жиров. – СПб: ГИОРД, 2000. – 192с.
8. Плесовских В.Аа, Безденежных А.А. Физико-химические и теплофизические свойства веществ и материалов мыловаренных и косметических производств. – М.: Пищепромиздат, 2001, 140с.