

## **Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології»**

У підготовці бакалаврів за спеціальністю “Хімічна технологія та інженерія” (спеціалізації «Хімічна технологія харчових добавок та косметичних засобів») дисципліна «Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології» є важливим курсом, мета якого полягає у підготовці для виробничо-технологічної діяльності, що передбачає знання принципів моделювання і особливо оптимізації об'єктів хімічної технології.

Мета навчальної дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології» є підготовка студентів-бакалаврів до виконання обов'язків у виробничо-технологічній галузі, що передбачає розуміння сутності математичного моделювання, принципів створення різного типу моделей, формування у студентів теоретичних знань щодо розроблених стандартних моделей макро- та макрокінетики хімічних реакцій, стандартних моделей гідродинаміки, та практичних знань щодо використання стандартних моделей, їх вдосконалення та пристосування для конкретних об'єктів, а також проведення розрахунків матеріального та теплового балансів.

### Лабораторна робота

#### **РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ МАТЕРІАЛЬНОГО БАЛАНСУ ВИРОБНИЦТВА ОДНОГО ІЗ КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ СТВОРЕНОЇ МОДЕЛІ ЗАСОБАМИ MS EXCEL АБО ПОДІБНИХ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ**

##### ***Мета роботи:***

- 1) Розробка математичної моделі розрахунку матеріального балансу виробництва косметичного засобу.*
- 2) Реалізація розробленої моделі в MS Excel та подібних програмах зі створенням файлу*

##### ***Теоретичні відомості***

Обов'язковим елементом проектування будь якого хіміко-технологічного виробництва є матеріальні розрахунки. Саме розрахунок матеріального балансу визначатиме як кількість вихідних компонентів, необхідних для виробництва певної кількості продукту, так і власне ціну та ефективність виробництва.

Розрахунок матеріального балансу зазвичай проводять в узагальненому вигляді, використовуючи норми витрат. Однак ці норми не визначені для багатьох продуктів хіміко-технологічного виробництва. Для виробництва косметичних засобів, рецептури яких часто змінюються та розвиваються методи виробництва, такі норми витрат не визначені. До того ж розрахунок в

укрупненому узагальненому вигляді не дозволяє виявити місця найбільших втрат та оптимізувати процес з точки зору мінімізації втрат.

Розрахунок матеріального балансу у вигляді файлу (наприклад в MS Excel) дасть можливість автоматичного перерахунку матеріального балансу при зміні даних.

## ***1.2. Порядок виконання роботи***

Послідовність виконання лабораторної роботи.

Лабораторна робота складається із двох частин:

1. Створення математичної моделі розрахунку матеріального балансу косметичного засобу:

- а) вибір косметичного засобу;
- б) вибір технології виробництва косметичного засобу;
- в) розробка блок-схеми виробництва та структуру матеріального балансу.

2 Реалізація розробленої математичної моделі засобами MS Excel або подібних програм:

- а) визначення або пошук даних по розрахункам: продуктивність в кг/рік, відсоток браку, втрати при дозуванні та перенесенні сумішей;
- б) реалізація розрахунку матеріального балансу в програмі MS Excel;
- в) оформлення звіту

### **1а) Вибір косметичного засобу**

Тип косметичного засобу для розрахунку матеріального балансу задає викладач або студент обирає самостійно. Студент за допомогою літературних джерел обирає конкретний косметичний засіб та рецептуру цього конкретного засобу. Рецептура повинна бути вираженою у % мас.

### **2б) Вибір технології виробництва косметичного засобу**

Студент повинен за літературними даними обрати технологію виробництва обраного раніше косметичного засобу. Слід звернути увагу на кореляцію обраної рецептури та технології виробництва. Студент зобов'язаний знайти опис технології виробництва косметичного засобу, при цьому необхідно звертати увагу на чіткість опису процесу, розподілу на етапи приготування проміжних сумішей. Особливо слід звернути увагу на опис переміщення сумішей під час виробництва.

### **1в) Розробка блок-схеми виробництва та структуру матеріального балансу**

На основі опису технології студент повинен розробити блок схему для розрахунку матеріального балансу. Для цього необхідно зробити:

- зробити список речовин або компонентів, які використовуються при виробництві косметичного засобу;

- чітко розділити технологічний процес на паралельні та послідовні стадії, в яких чітко відзначити, які компоненти на якій стадії вводяться, які суміші отримуються як результат на кожній стадії. При цьому необхідно звернути увагу на опис, чи переносять отриману на цій стадії суміш в інший апарат.

#### 2а) Визначення або пошук даних по втратам: відсоток браку, втрачи при дозуванні та перенесенні сумішей

На цьому етапі необхідно визначити деякі параметри процесу. При відсутності деяких цифрових даних деякі з них можливо прийняти, виходячи з подібних даних або припущень. Однак слід розуміти, що при розрахунку реального матеріального балансу необхідно використовувати чіткі літературні дані або експериментально виміряні величини.

По-перше, необхідно прийняти продуктивність виробництва вибраного косметичного засобу.

По-друге, необхідно визначити процент браку. Це обґрунтовується тим, що коли на етапі контролю якості виявляється брак, на виробництво цієї бракованої продукції було використано вихідні речовини та інгредієнти. НЕ ІСНУЄ виробництва без браку. Зазвичай на виробництві відсоток браку складає 0,5 – 5 %. При високій культурі виробництва брак складає 0,5-0,7 %.

В-третє, необхідно визначити або прийняти відсоток втрат при дозуванні інгредієнтів. Втрати відбуваються в наслідок того, що при дозуванні та переміщенні частина речовини або фази залишається в трубопроводах або на стінках ємностей. Відсоток втрат суттєво залежить від агрегатного стану та дороговартості компонента (0,005 – 2 %). При цьому відсоток втрат необхідно визначити не тільки для вихідних інгредієнтів, а і для проміжних фаз та сумішей (при умові, що ці проміжні фази для наступного етапу переміщуються в інший апарат). Обов'язково необхідно відзначити необхідність врахувати відсоток втрат при фасуванні продукту.

#### 2б) Реалізація розрахунку матеріального балансу в програмі MS Excel або подібних програмах

При реалізації розрахунку матеріального балансу слід структурувати файл. В файлі повинні бути:

– Головна вкладка, де будуть відображені по-компонентні розрахунки з окремими колонками:

Склад;

Маса на продуктивність;

Маса на продуктивність з урахуванням браку;

Маса на продуктивність з урахуванням браку та втрат

Продуктивність та відсоток браку повинні бути винесені окремо.

– На кожний етап блок-схеми виробництва необхідно виділити окрему вкладку.

При цьому, якщо на цьому етапі додається вихідний інгредієнт, його масу треба брати з головної вкладки (з колонки Маса на продуктивність з

урахуванням браку). Якщо використовується проміжна суміш, її маса береться з відповідної вкладки. На кожній вкладці вказується відсоток втрат. Розрахунок маси з урахуванням втрат відбувається за формулою:

$$m_{\text{з урах втрат}} = m * (1 + \% \text{втрат} / 100) \quad (1)$$

В кінці кожної вкладки необхідно підрахувати сумарну масу, отриману на даному етапі.

Після розрахунку по останньому етапу необхідно повернутися до Головної вкладки та провести розрахунки по вихідним інгредієнтам з урахуванням всіх втрат інгредієнта на кожному етапі, використовуючи формулу (1), але необхідно отримати добуток маси на ВСІ втрати (з урахуванням проміжних та урахуванням втрат при фасуванні продукту)

### ПРИКЛАД ФАЙЛУ РОЗРАХУНКУ МАТЕРІАЛЬНОГО БАЛАНСУ



Microsoft Excel window: Мещидова\_Е\_К\_4-КвДК-7 [Режим совместимости] - Microsoft Excel

Formulas bar:  $=Рецептура '!ES*(1+Мат.баланс водной фазы'!D7/100)$

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7	Вода	64,2	64,2	0,1	64585,521
8	Ксантанова камедь	0,3	0,3	0,0001	301,5003015
9					
10	Всего				64887,0213
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

Taskbar: EN, 23:33, 01.04.2018

Рис. 2. Вкладка 1 этапа

Медвідова\_Е\_К\_1-КРДК-7 [Режим совместимости] - Microsoft Excel

Вкладка: Главная | Вставка | Разметка страницы | Формулы | Данные | Вид | Рцензирование

Буфер обмена | Вставить | Шрифт | Выравнивание | Объединить и поместить в центре | Вынос текста | Стили | Ячейки | Редактирование

Общий: Число | % 000 | % 000 | Число

Формула: =Рецептура '!E10'\*(1+мат.баланс жир.ф.!D8/100)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2					Матеріальний баланс жирової фази													
3																		
4																		
5																		
6																		
7						Емульгатор	3	0,0003										
8						Репляхова олія	9,5	0,1										
9						Олія жожоба	9	0,1										
10						Ланолін	4	0,002										
11																		
12						Всього												
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		

Готово | Рецепт | мат.баланс водної фази | мат.баланс двох фаз | мат.баланс акт.фази | Готовий мат.баланс

23:35 | 01.04.2018

Рис. 3. Вкладка 2 етапу

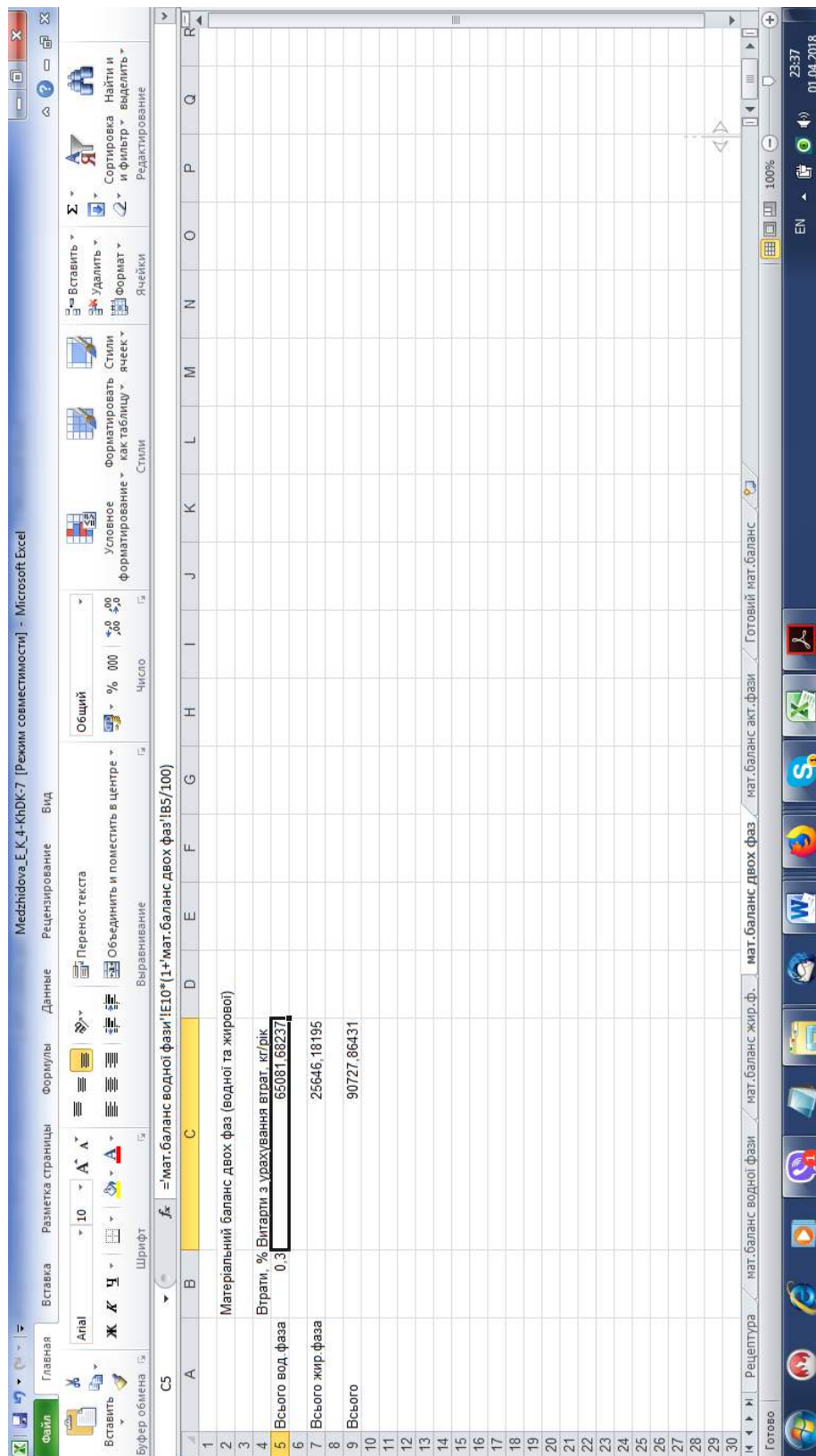


Рис. 4. Вкладка 3 етапу

Medhidova\_E\_K\_4-KhDK-7 [Режим совместимости] - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7	НЗФ	м.г	%	Втраги, %	Витрати з урахуванням втрат, кг/рік													
8	Петиди шоку	4,5	4,5	0,02	1005,001005													
9	Рідкий кератин	3	3	0,02	4523,4045													
10	Молочна кислота	0,5	0,5	0,00001	502,5000503													
11	Еф. олія жасміну	0,5	0,5	0,0001	502,5005025													
12	Консервант	0,5	0,5	0,0001	502,5005025													
13																		
14	Всього				10051,50956													
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		

Матеріальний баланс активної фази

Готово

Рис. 5. Вкладка 4 етапу

## 2в) Оформлення звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

- Титульний аркуш;
- Опис обрано косметичного засобу, в т.ч. рецептури та технології виготовлення (не менш 3 сторінок)
- Опис вибору даних для розрахунку
- Роздруковані вкладки файлу
- Список використаної літератури