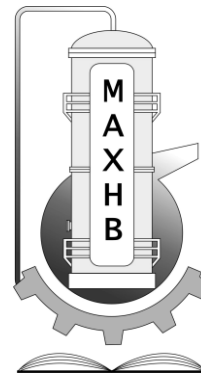




МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
МОЛОДІ І СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»



## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ**

для студентів спеціальності

“Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів”

з дисципліни

“Конструкторське проектування обладнання”

Київ-2012

Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності “Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів” з дисципліни “Конструкторське проектування обладнання” : [Електронний ресурс]: / НТУУ „КПІ”; уклад. О.Г.Зубрій, С.В. Гулієнко. – Київ: НТУУ „КПІ”, 2012. – 29 с.

*Гриф надано Методичною радою НТУУ „КПІ”  
(Протокол № 8 від «24» вересня 2012 р.)*

Для студентів інженерно-хімічного факультет.

Відповідальний редактор Корнієнко Ярослав Микитович професор д.т.н,

Рецензенти:

Малиновський Володимир Васильович, доцент, к.т.н.

Целень Богдан Ярославович, в. о. старшого наукового співробітника, к.т.н.

*Навчальне видання*

Зубрій Олег Григорович,  
Гулієнко Сергій Валерійович

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

### **ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ**

для студентів спеціальності

“Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів”

з дисципліни

“Конструкторське проектування обладнання”

## Зміст

Вступ	4
1. Мета та завдання курсового проекту	4
2. Завдання на курсовий проект	5
3. Склад, обсяг і структура курсового проекту	5
4. Вказівки до виконання розділів курсового проекту	5
5. Рекомендації до виконання пояснювальної записки	11
5.1 Структура пояснювальної записки	11
5.2 Вимоги до форматування пояснювальних записок	11
5.3 Виклад тексту пояснювальної записки	12
5.4 Оформлення розрахунків	13
5.5 Оформлення додатків	20
6. Рекомендації до виконання графічної частини проекту	21
7. Вказівки щодо порядку захисту проекту	21
8. Список рекомендованої літератури	22
Додаток А	24
Додаток Б	25
Додаток В	26
Додаток Г	27
Додаток Д	28

## Вступ

Шлях до впровадження у виробництво наукових розробок лежить через створення конструкторської документації. Розробка такої документації це творчий процес, який потребує від конструктора не тільки глибоких знань дисциплін, що викладаються у ВНЗ, але й уміння використовувати їх при проектуванні. Від якості конструкторської документації, як правило, залежить кінцевий результат наукової розробки, доля нових машин і апаратів.

Методичні вказівки складено у відповідності до ГОСТ 2.105-95.

### 1. Мета та завдання курсового проекту

Метою курсового проекту є набуття практичних умінь при виконанні технічної документації з дисципліни «Конструкторське проектування обладнання».

Завданнями курсового проекту є:

- описати технологічну схему;
- обґрунтувати вибір типу апарату для забезпечення процесу;
- провести порівняння апарату (машини) з аналогами;
- обґрунтувати вибір матеріалів для виготовлення апарату (машини);
- скласти матеріальний та тепловий баланси апарату (машини);
- визначити основні геометричні розміри апарату (машини);
- визначити розміри штуцерів;
- розрахувати гідравлічний опір апарату (машини);
- розрахувати елементи конструкції на міцність;
- розрахувати елементи конструкції та стійкість;
- перевірити міцність деталей конструкції в крайовій зоні;
- виконати укріплення отворів;
- оцінити ступінь стандартизації та уніфікації;
- розробити креслення апарату (машини) та його елементи;
- розробити необхідні специфікації;

- презентувати виконану роботу.

## **2 Завдання на курсовий проект**

Завдання видається кожному студенту особисто протягом перших двох тижнів навчання.

Текст завдання підписується студентом, що буде виконувати курсовий проект та керівником курсового проекту.

Зразок завдання розміщено у Додатку В.

## **3 Склад, обсяг і структура курсового проекту**

Курсовий проект складається з пояснювальної записки і графічної частини.

Пояснювальна записка складається з розділів, наведених у зразку змісту (Додаток Г). Орієнтовний обсяг пояснювальної записки 80...100 аркушів формату А4.

Графічна частина складається з складального креслення апарату (машини), складальні креслення основник елементів, специфікацій складального креслення апарату (машини) та складальних креслень основник елементів.

## **4 Вказівки до виконання розділів курсового проекту**

При виконанні розділів, необхідно звернути увагу на наступне:

Пояснювальна записка та креслення вкладаються до папки на титульну сторінку якої наклеюється аркуш з заголовком „Курсовий проект” (додаток А).

На внутрішній стороні папки розміщують „Опис вкладень” (додаток Д).

## **Розділ «Вступ».**

У вступі коротко надається інформація про актуальність продукції, яка виробляється на обладнанні роботи, що буде проектуватися. Далі у відповідності до змісту роботи ставляться мета та задачі розробки. В кінці вступу вказується, коли було видано завдання на проектування.

Приблизний обсяг розділу – 1 аркуш.

## **Розділ «1.1 Опис технологічного процесу»**

У розділі наводиться опис технологічного процесу та схема цього процесу.

Приблизний обсяг розділу – 2...3 аркуші.

## **Розділ «1.2 Вибір типу апарата і його місце в технологічній схемі»**

У розділі наводиться призначення апарата та вибирається його тип, що забезпечує виконання технологічного процесу.

Приблизний обсяг розділу – 1...2 аркуші.

## **Розділ «2 Технічна характеристика»**

Подаються основні технічні вимоги до апарату (машини), що буде проектуватися.

Приблизний обсяг розділу – 1 аркуш.

## **Розділ «3.1 Опис конструкції, основних збиральних одиниць та деталей апарата»**

Наводиться опис основних елементів складових частин апарата, надається схема апарата.

Приблизний обсяг розділу – 1...2 аркуші.

### **Розділ «3.2 Вибір матеріалів»**

Наводиться обґрунтування та вибір матеріалів для основних деталей апарата з урахуванням агресивності середовищ та виконання умов міцності. Вказуються джерела, звідки взято інформацію про матеріали.

Приблизний обсяг розділу – 1...2 аркуші.

### **Розділ «3.3 Порівняння основних показників обраної конструкції з аналогами»**

Для знаходження об'єктів порівняння та перевірки патентної чистоти і сучасності конструкції необхідно провести патентний пошук Регламент патентного пошуку, довідка про патентний пошук, джерела патентної інформації та науково-технічна інформація, відібрана для подальшого аналізу наводяться в додатках у вигляді відповідних форм. Короткі описи обраних патентів наводяться в тексті розділу.

Надаються 3...4 описи аналогів, найбільш близьких до виробу, що проектується, з патентів за останні роки з вказівками переваг та недоліків винаходів. Вказуються номери патентів чи свідоцтв.

В кінці розділу відзначається в чому полягає модернізація апаратів.

Фотокопії використаних патентів розміщують у додатку .

Приблизний обсяг розділу – 3...4 аркушів.

Опис використаних аналогів здійснюється за прикладом 4.1.

#### **Приклад 3.1.**

Авторами авторського свідоцтва №1736536 [9] запропоновано роторний тонкоплівковий випарник, що зображений на рисунку 3.1.

Мета винаходу: інтенсифікація процесу тепло масообміну і виключення рідинних потоків перед лопатками ротора.

Поставлена мета досягається тим що шарнірно закріплені на роторі лопаті з рядом отворів в хвостовій частині виконані дуговими розміщені з зазором до внутрішньої частини корпусу з утворенням конфузорно-дифузрного перерізу зазору.

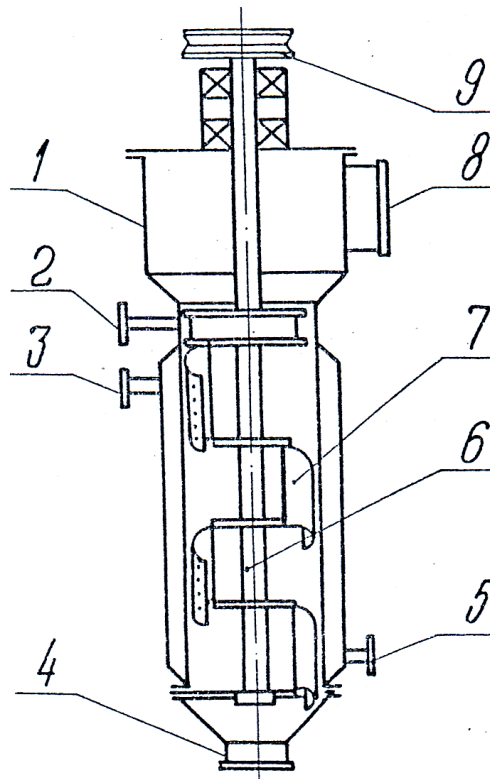


Рисунок 3.1 – Роторний тонкоплівковий випарник

Робота апарата полягає в наступному. Вихідний продукт подається через штуцер 2 при обертанні ротора 6. Під дією відцентрових сил шарнірні дугоподібні лопаті 7 генерують рідинну плівку без утворення носових хвиль. Маючи різні швидкості потоку в конфузорі і дифузорі, рідина піддається різноманітним імпульсним впливам тиску в них, що призводить до різкої інтенсифікації процесу теплообміну. У випадку попадання рідини на внутрішню поверхню дугових елементів виключення внутрішніх потоків системи досягається за допомогою системи отворів в дифузорній частині каналу.



Далі аналогічно наводяться конструкції ще 2...3 винаходів чи патентів. Після цього робляться висновки про сучасність розроблюваного апарата, а також про його патентну чистоту та патенту здатність.

Висновки: Аналізуючи патенти, можна зробити висновок, що модернізація фільтрів проводиться шляхом зміни конструкції елементів кріплення для спрощення монтажу та демонтажу фільтра. Пропонується використати таку схему кріплення фільтра в апараті, що проектується.

Висновки:

Наявність за останні 15 років досить значної кількості патентів на роторно-плівкові апарати свідчить про сучасність обраної конструкції . а наявність патентів за останні 5 років вказує на те, що на сьогодні розробка і вдосконалення конструкції роторно-плівкових апаратів є достатньо актуальною.

Основні розробки спрямовані на підвищення ефективності роботи апаратів шляхом підвищення інтенсивності теплообміну, зниження енерговитрат, а на також спрощення конструкції та зменшення габаритних розмірів. Основними засобами досягнення поставлених задач є вдосконалення конструкцій лопатей, які підвищують ефективність перемішування, застосування більш ефективних розподільчих пристроїв, застосування для обігріву електричного струму.

В розроблюваному апараті не використано запатентованих рішень, тому він є патентно чистим. Проте, зважаючи на його енергоємність та значні габаритні розміри, розглянуті рішення доцільно застосовувати для подальших розробок.

## **Розділ « 4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції апарата (машини)**

### **Підрозділ 4.1 Параметричний розрахунок апарату (машини) »**

Виконується проектний або перевірочний розрахунок апарату (машини). Визначаються основні геометричні розміри апарату (машини).

Приблизний обсяг розділу – 8...10 аркушів.

### **Підрозділ «4.2 Визначення розмірів штуцерів»**

По рекомендованих швидкостях теплоносіїв та заданих витратах теплоносіїв проводиться визначення розмірів штуцерів.

Приблизний обсяг розділу – 2...3 аркуші.

### **Підрозділ «4.3 Розрахунок гідравлічного опору»**

Визначається гідравлічний опір апарата (машини).

Приблизний обсяг розділу – 2...3 аркуші.

### **Підрозділ «4.4 Розрахунок на міцність і стійкість»**

Виконуються розрахунки, що підтверджують міцність та стійкість окремих деталей апарата (машини).

Приблизний обсяг розділу – 20...40 аркушів.

## **Розділ « 5 Рекомендації що до монтажу та експлуатації апарата**

Наводиться інформація про правила встановлення апарата (машини) на робоче місце, умови нормальної роботи та особливості проведення ремонтних робіт.

## Підрозділ «Висновки»

У висновку переходяться всі роботи, що були виконані у відповідності до змісту роботи, в тому числі і креслення для досягнення мети, поставленої в завданні. Вказуються всі авторські модифікації та модернізації.

Приблизний обсяг розділу – 1 аркуш.

## **5 Рекомендації до виконання пояснювальної записки**

### **5.1 Структура пояснювальної записки**

Пояснювальна записка виконується згідно вказівок:

- Вимог ГОСТ 2.105-95.
- Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проектів. Навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл. К.: Норіта-плюс, 2006. 280 с.: іл.

Пояснювальна записка для курсового проекту розпочинається титульним листом з надписом „Пояснювальна записка”(додаток Б), наступним аркушем є „Завдання на проектування”(додаток В). Далі „Зміст”(додаток Г).

До додатків вносять таблиці ідентифікаторів, алгоритмічні схеми (блок-схеми), програми, після записки вкладаються специфікації.

### **5.2 Вимоги до форматування пояснювальних записок**

Текст пояснювальної записки розділяють на розділи і підрозділи, відповідно до змісту.

Розділи повинні мати порядкові номери в межах усього документа (частини), позначені арабськими цифрами з крапкою. Підрозділи повинні мати нумерацію в межах кожного розділу. Номери підрозділів складаються з номерів розділів або підрозділу, розділених крапкою. Наприкінці номери

розділу або підрозділу крапка не ставиться. Розділи, як і підрозділи, можуть складатися з декількох пунктів.

Найменування розділів повинні бути короткими. Найменування розділів і підрозділів записують у вигляді заголовків з абзацу прописними літерами (окрім першої великої літери) напівжирним форматом літер (Приклад 5.1). Використання курсового форматування, підкреслення та переноси слів у заголовках не допускаються. Крапку наприкінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох речень, їх розділяють крапкою. Розташовувати назву розділу, підрозділу та тексту на різних сторінках забороняється.

Відстань між заголовком розділу або підрозділу і текстом повинна бути у 3 інтервали. Відстань між заголовками розділу і підрозділу – 1,5 інтервали. Кожен розділ пояснювальної записки починають з нового листа (сторінки). Відстань між попереднім підрозділом та наступним заголовком підрозділу повинна бути 3 інтервали.

Нумерація сторінок повинна бути наскрізна для всієї записки, включаючи додатки.

#### Приклад 5.1 Оформлення заголовку

**4. Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність сушарки**

##### **4.1 Розрахунок матеріального та теплового балансів**

Мета розрахунку ... .

#### **5.3 Виклад тексту пояснювальної записки**

Повне найменування виробу на титульному листі, в основному написі і при першому згадуванні в тексті документа повинне бути однаковим з найменуванням його в основному конструкторському документі (специфікації). Найменування, що наводяться в тексті пояснювальної записки і

на ілюстраціях, повинні бути однаковими. Зміст тексту документа повинен бути чітким та лаконічним, без подвійних тлумачень.

#### **5.4 Оформлення розрахунків**

Необхідні розрахунки апаратів визначаються керівником. **Всі величини подаються в системі СІ.** В кожному підрозділі розрахунок складається за такою схемою (Приклад 5.2):

1. Мета розрахунку з вказівкою, що потрібно визначити.
2. Розрахункова схема або ескіз виробу (у довільному масштабі).
3. Вхідні данні.
4. Умови розрахунку.
5. Розрахунок.
6. Висновки, відповідно до мети.

При наведенні алгоритмів та комп'ютерних програм матеріал викладається у такій послідовності (Приклад 5.3):

1. Опис математичної моделі та алгоритм розрахунку.
2. Алгоритмічна-схема та її опис.
3. Данні для розрахунку.
4. Програма.
5. Результати розрахунку на ЕОМ.
6. Висновки за результатами розрахунку на ЕОМ.

Алгоритмічна-схема, її опис та програма вносятся у додаток.

## Приклад 5.2

### 4.2 Розрахунок барабану

Мета розрахунку: перевірка барабану на міцність, стійкість та жорсткість барабанного апарату на міцність.

#### 4.2.1 Розрахунок на міцність барабану сушарки

Мета розрахунку: перевірка міцності барабану

Схема апарату наведена на рисунку 4.1.

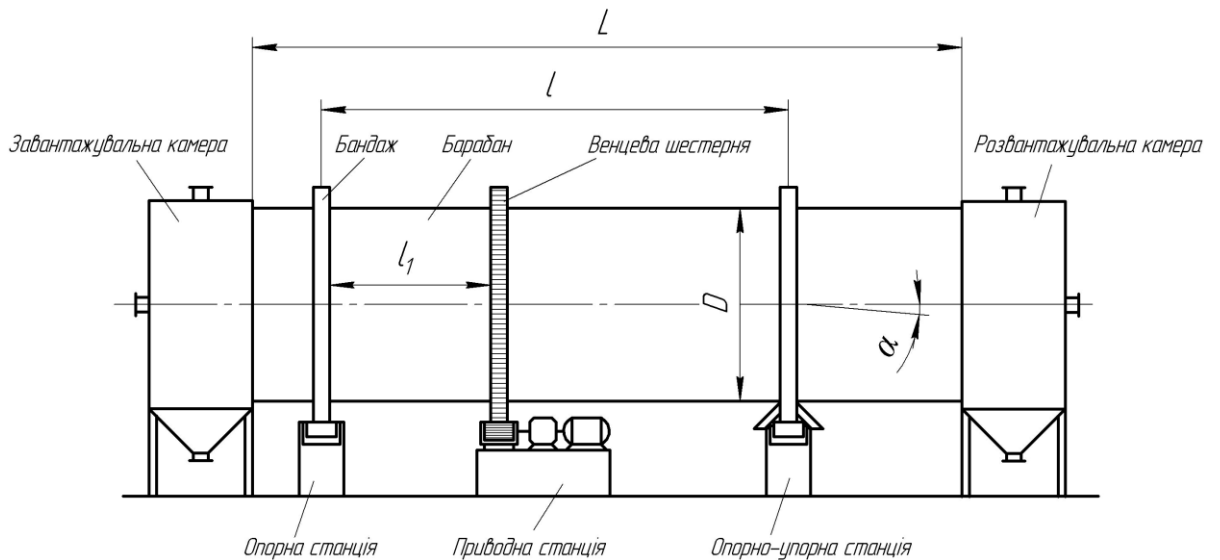


Рисунок 4.1 – Схема барабанного апарату

Початкові дані до розрахунку

Внутрішній діаметр апарату $D$ , мм	2;
Довжина барабана $L$ , мм	12;
Відстань між бандажами $l$ , мм	7;
Відстань від опорно-упорної станції до венцової шестерні $l_1$ , мм	0,945;
Товщина стінки $S$ , мм	0,012;
Маса барабана $m_a$ , кг	8296
Маса насадки $m_a$ , кг	8440
Коефіцієнт завантаження барабана $\beta$	0,18
Насипна густина матеріалу $\rho_i$ , кг/м <sup>3</sup>	820;
Потужність $N$ , кВт	10;

Частота обертання $n$ , $\hat{\text{a}}/\hat{\text{o}}\hat{\text{a}}$	3,15;
Маса вінцевої шестерні $F$ , Н	10500;
Кількість башмаків $n_A$ , шт.	12;
Кут між опорними роликами $\varphi$ , град	68.

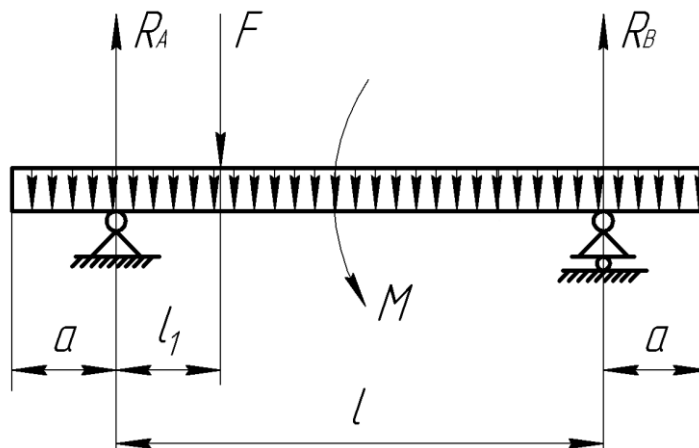


Рисунок 4.2 – Схема барабану (балки) та навантажень

#### 4.5.3 Визначення активних навантажень. $q, R_A, R_B, M$

Алгоритм розрахунку:

Вводимо вихідні данні та величини, що потрібні для розрахунку

Маса матеріалу:

$$m_m = \rho_n \cdot \beta \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L = 820 \cdot 0.18 \cdot \frac{3.14}{4} \cdot 2^2 \cdot 12 = 5428,9 \text{ кг},$$

де  $L$  – довжина барабана,  $L = l + 2 \cdot a$

Маса насадки за нормативними даними [12]

$$m_n = 8296 \text{ кг}$$

Загальна маса апарату разом з матеріалом:

$$M = m_a + m_n + m_m = 8296 + 8440 + 5428.9 = 22164,9 \text{ кг}.$$

Вага апарату разом з матеріалом:

$$G = M \cdot g = 22164,9 \cdot 9,81 = 217438 \text{ Н},$$

де  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  - прискорення вільного падіння.

Рівнорозподілене навантаження:

$$q = \frac{G}{L} = \frac{22164,9}{12} = 18119 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Крутний момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{N}{\omega} = \frac{10000}{0,33} = 30321 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де  $\omega$  - кутова швидкість,  $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$  рад/с.

### Приклад 5.3

Метою розрахунку - є визначення навантажень на барабан сушарки, а саме: реакцій опор  $R_A, R_B$  та вигинаючого моменту  $M$

... далі наводяться початкові данні, посилання на розрахункову схему, розрахункова схема та посилання на авторів алгоритму розрахунку. ...

... –Подається алгоритм розрахунку... :

Визначення реакції опор А та В:

$$R_{Aq} = R_{Bq} = \frac{qL}{2}, \text{ Н} \quad (4.1)$$

$$R_{Bf} = \frac{Fl_1}{l} \quad (4.2)$$

$$R_{Af} = \frac{F \cdot (l - l_1)}{l} \quad (4.3)$$

$$R_A = R_{Aq} + R_{Af} \quad (4.4)$$

$$M_q = -\frac{qx^2}{2}, \text{ при} \quad (4.5)$$

$$0 \leq x \leq \frac{L-l}{2}$$

Визначення вигинаючих моментів в перерізах корпусу барабану:



Момент від поперечної сила, яка діє на барабан в місці розташування вінцевої шестерні:

$$M_{f1} = R_{Af} \cdot \left( x - \frac{L-l}{2} \right), \quad (4.8)$$

$$\text{при } \frac{L-l}{2} \leq x \leq \frac{L-l}{2} + l_1$$

$$M_f = R_{Af} \cdot \left( x \frac{L-l}{2} \right) - F \cdot \left( x - \frac{L-l}{2} - l_1 \right), \quad (4.9)$$

$$\text{при } \frac{L-l}{2} + l_1 \leq x \leq \frac{L-l}{2} + l,$$

на консолях момент від сили F дорівнює нулю

За формулами (4.1) – (4.9) створена програма розрахунку моментів в перерізах барабану (доданок В).

$$M_q = -\frac{qx^2}{2} + R_{Aq} \left( x - \frac{L-l}{2} + l \right), \quad (4.6)$$

$$\text{при } \frac{L-l}{2} \leq x \leq \frac{L-l}{2} + l$$

$$M_q = -\frac{qx^2}{2} + R_{Aq} \left( x \frac{L-l}{2} + l \right) + R_{Aq} \left( x - l - \frac{L-l}{2} \right), \quad (4.7)$$

$$\text{при } \frac{L-l}{2} + l \leq x \leq L$$

Друкуємо результати та будуємо епюри моментів в поперечних перерізах. Результати розрахунку представлені в таблиці 4.2, епюри моментів – на рисунках 4.3 4.5.

Таблиця 4.2 Результати розрахунку

X	Mq	Mf	Mq+Mf
0	0	0	0
0,5	-2264,97	0	-2264,97
1	-9059,90	0	-9059,90
.....			
12	1,96	8E-06	1,96

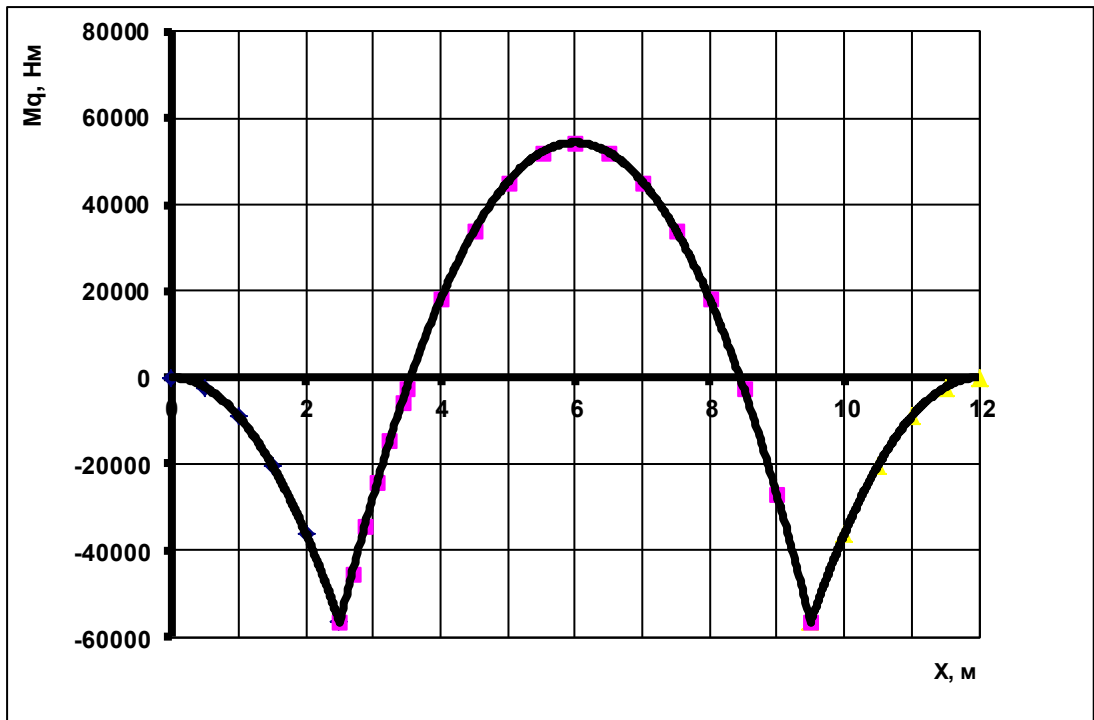


Рисунок 4.3 Епюра моменту  $M_q$  в перерізах барабана від дії розподіленого навантаження  $q$

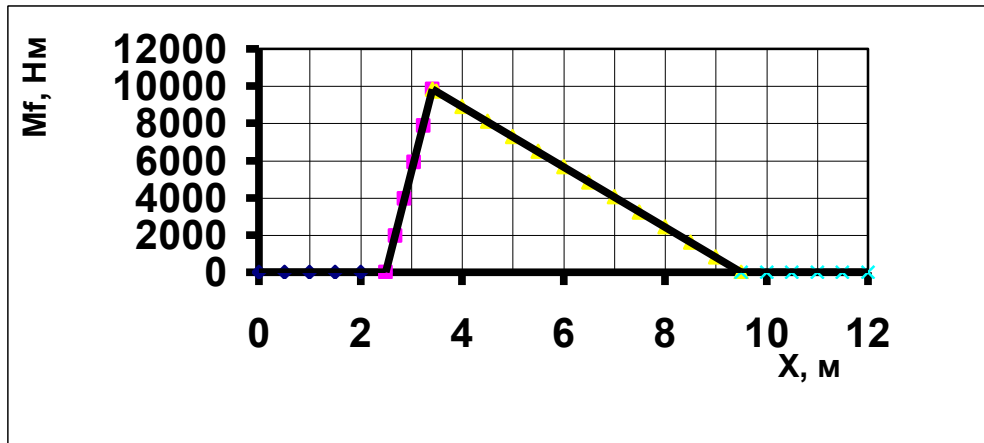


Рисунок 4.4 Епюра моменту  $M_f$  в перерізах барабана від дії зосередженого зусилля  $F$

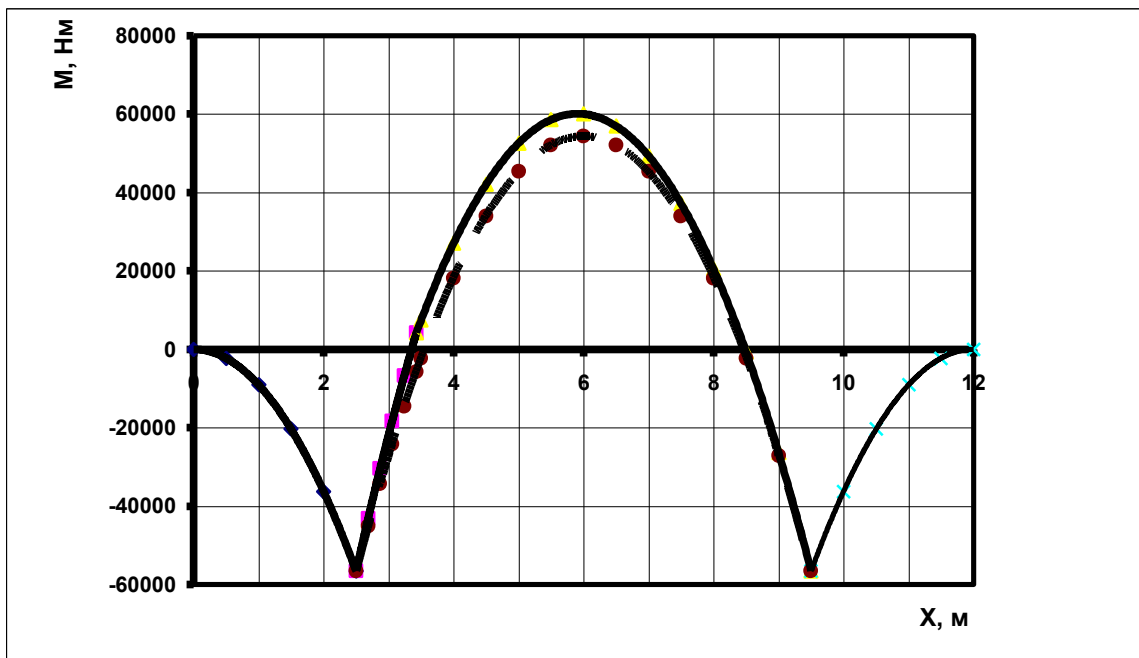


Рисунок 4.5 Епюра сумарного моменту  $M$  в перерізах барабана від дії зосередженого зусилля  $F$ .

Як видно з таблиці та епюр максимальний момент діє в прольоті між опорами. Для точного визначення координати  $x$  та значення максимального моменту  $M$  отримуємо рівняння:

$$M = -9059,9x^2 + 107098x - 256403, \quad (4.10)$$

З якого методами визначення екстремуму функції знаходимо величину  $x$

$$x = 5,905 \text{ м}$$

Після підстановки  $x$  в рівняння (4.10) отримуємо

$$M_{\max} = 60103,27 \text{ Нм}$$

Визначаємо момент опору:

$$W = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot S = \frac{3,14}{4} \cdot 2^2 \cdot 0,012 = 0,03368 \text{ м}^3$$

Знаходимо нормальне напруження:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{60103}{0,03368} = 1979165 \text{ Па} = 1,98 \text{ МПа}$$

Знаходимо момент інерції:

$$I = \frac{\pi \cdot ((D - S)^4 - D^4)}{64} = \frac{\pi \cdot ((2 - 0,012)^4 - (2)^4)}{64} \text{ м}^4$$

Визначаємо момент опору:

$$W_p = \frac{I}{\frac{D}{2}} = \dots = 0,06736 \text{ м}^3$$

Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W_p} = \frac{30315}{0,06736} = 450044,5, \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 0,45 \text{ МПа}$$

Еквівалентне напруження:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{1,98^2 + 40,45^2} = 1,979165 \text{ МПа}$$

Перевіряємо виконання умови міцності:

$$1,979165 < 10$$

$$\sigma_{\text{екв}} \leq [\sigma], \text{ МПа.}$$

Висновки:

У розрахунку була виконана перевірка корпусу барабанного апарату на міцність. Умова міцності виконується

## 5.5 Оформлення додатків

При наявності в пояснювальній записці додатків їх виконують на аркушах формату А4. Додаток нумерують українськими літерами на першому аркуші додатку, за винятком літер Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь. Кожний додаток розпочинається з нової сторінки посередині тексту словом додаток з вказівкою номера додатку. В наступній строчці розташовується заголовок додатку.

Текст кожного додатку при необхідності розділяють на розділи, підрозділи, які нумеруються окремо по кожному додатку. Додаток може мати свій зміст та перелік посилань. Ілюстрації і таблиці в додатках нумерують у межах кожного додатка.

Для всієї роботи повинна бути наскрізна нумерація аркушів.

## **6 Рекомендації до виконання графічної частини проекту**

Під час виконання курсового проекту необхідно виконати 3 креслення формату А1: технологічну схему установки (А1), складальне креслення апарату (машини) (А1), складальні креслення основних елементів (разом формат А1).

Графічна частина виконується згідно вказівок:

- вимоги ЕСКД.
- Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проектів. Навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл. К.: Норіта-плюс, 2006. 280 с.: іл.

## **7 Рекомендації щодо порядку захисту проекту**

Курсовий проект захищається після перевірки керівником курсового проекту всіх розділів та креслень, про що свідчать підписи керівника та студента у основних написах пояснювальної записки і креслень та на титульних аркушах записки.

## 8 Список рекомендованої літератури

1. Михалев М.Ф., Третьяков Н.П., Мильченко А.И., Злобин В.В. Расчет и конструирование химических производств. Примеры и задачи: Учебное пособие под ред. Михалева М.Ф. – Л.: Машиностроение, 1984, 301с.
2. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств: Учебник – М.: Машиностроение. 1983. 447с.
3. Кольман-Иванов Э.Э. и др. Конструирование и расчет машин химических производств: Учебник. М.: Машиностроение, 1985. 406 с.
4. Канторович З.Б. Машины химической промышленности: Учебное пособие.- М.: Машиностроение. 1965. 415 с.
5. Васильцов Э.А., Ушаков В.Г. Аппараты для перемешивания жидких сред: Справочное пособие. \_ Л. Машиностроение, 1979.\_ 272 с.
6. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. Киев: Наукова думка, 1972. – 501с.
7. Соколов В.И. Современные промышленные центрифуги . -. М.: Машиностроение, 1967. –524с.
8. Шкоропад Д.Е. Новиков О.П. Центрифуги и сепараторы для химических производств. М.: Химия, 1987, 256 с.
9. А. с. 1736536 СССР, МПК<sup>5</sup> В01D1/12. Роторный тонкопленочный испаритель/ Г. А. Анохин, А. Б. Тютюнников, Е. М. Воронов, Н. П. Горбач, Е. Г. Белокобыла, А. И. Погорелова и. И. В. Миркич. – Заявл. 30.01.90. Оpubл. 30.05.92. Бюл № 20
10. Соппротивление материалов. Учебник для вузов. (Под общ.ред. акад.АН УССР Писаренко –4-е изд. Перераб. И доп. – Киев: Вища школа, 1979. 696с.
11. Машины химических производств: Атлас конструкций (Учебное пособие для студентов вузов). Под ред. Э.Э. Кольмана-Иванова.- Л.: Машиностроение, 1981.- 118 с.
12. Соколов В.И. Центрифугирование. –М.: Химия, 1976. –408с.

- 13.Криворот А.С. Конструирование и основы проектирования машин и аппаратов химической промышленности. -. М.: Машиностроение,1976. – 376с.
14. ГОСТ 14249 –89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность
- 15.. ОСТ 26-01-1271-81. Роторы центрифуг. Нормы и методы расчета на прочность.
16. Сушильные аппараты и установки. Каталог: - М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1988. – 72 с.
- 17.ОСТ 26-01-147-82 « Аппараты сушильные с вращающимися барабанами газовые. Общие технические условия ».

Додаток А

Зразок титульного листа курсового проекту

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”**

**Інженерно-хімічний факультет**

**Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв**

**КУРСОВИЙ ПРОЕКТ**

**на тему: Сушарка барабанна**

спеціальність 7.05050315

“Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів”

з дисципліни:

Конструкторське проектування обладнання

Виконав студент групи ЛМ-81 \_\_\_\_\_ Ю. М. Магдич  
(підпис, дата)

Керівник проекту, доц. \_\_\_\_\_ І.А. Андреев  
(підпис, дата)

Київ 2012



Додаток Б  
Зразок титульного листа пояснювальної записки курсового проекту

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”**

**Інженерно-хімічний факультет**

**Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до курсового проекту на тему:

**СУШАРКА БАРАБАННА**

спеціальність 7.05050315

“Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів”

з дисципліни:

Конструкторське проектування обладнання

Виконав студент групи ЛМ-71 \_\_\_\_\_ О. О. Синицький  
(підпис, дата)

Керівник проекту, доц. \_\_\_\_\_ О.Г. Зубрій  
(підпис, дата)

Київ 2012

Додаток В

Зразок завдання на курсовий проект

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”**

**ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв**

**ЗАВДАННЯ**

**до курсового проекту**

студентові \_\_\_\_\_

**1. Тема проекту:** Сушарка барабанна

**2. Термін здачі** студентом закінченого проекту: 30 грудня 2011р.

**Вихідні дані** до проекту: Спроекувати сушарку барабанну для сушіння хлористого барію. Продуктивність 2000 кг/год за сухим продуктом;

- Початкова вологість продукту 5,6% мас., вологість продукту на виході із сушарки 1,2%. мас., рекомендований тип насадки – лопатева. Сушильний агент – повітря, температура на вході в апарат 383 К (110°C)

**3. Перелік питань, які мають бути розроблені:** 1) Вступ, 2) Призначення та область застосування сушарки, 3) Технічна характеристика, 4) Опис і обґрунтування вибраної конструкції, 5) Патентний пошук, 6) Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції, 7) Висновки.

**4. Перелік графічного (ілюстрованого) матеріалу:** сушарка барабанна– А1, опорно-упорна станція – А1, опорна станція – А1.

**5. 6. Дата видачі завдання:** „\_\_\_” \_\_\_\_\_ 200\_\_р.

**Завдання прийняв до виконання** студент ЛМ-83М \_\_\_\_\_

(підпис, дата)

**Керівник дипломного проекту, доцент** \_\_\_\_\_

(підпис, дата)

## Додаток Г

### Зразок змісту курсового проекту

#### Зміст

Перелік скорочень, умовних позначень та термінів	7
Вступ	8
1 Призначення та область використання сушарки	9
1.1 Опис технологічного процесу	9
1.2 Вибір типу сушарки та її місце в технологічній схемі	12
2 Технічні вимоги до сушарки барабанної	13
3 Опис та обґрунтування обраної конструкції	14
3.1 Опис конструкції, основних збиральних одиниць та деталей	14
3.2 Вибір матеріалів для виготовлення основних вузлів і деталей	15
3.3 Порівняння основних показників обраної конструкції з аналогами	17
4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність сушарки барабанної	25
4.1 Параметричний розрахунок сушарки барабанної	25
4.1.1 Визначення матеріального та теплового балансів	26
4.1.2 Параметри гарячого повітря (або топічних газів)	
4.1.3 Витрати сушильного агенту та витрати тепла на сушіння	28
4.1.4 Визначення розмірів барабану сушарки	35
4.1.5 Розрахунок часу перебування матеріалу в сушарці	37
4.2 Розрахунок барабану	40
4.2.1 Розрахунок на міцність барабану сушарки	41
4.2.2 Перевірка міцності та стійкості барабану	45

					ЛМ71.XXXXXXX.001 ПЗ			
Из	Лист	№ локум.	Полпи	Лат	Сушарка барабанна	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Синицький						5	80
Перев.	Звбрій							
Репенз.								
Н.Контр.	Звбрій					НТУУ "КПІ", ІХФ, МАХНВ		
Затв.								

4.2.3 Розрахунок жорсткості барабану	50
4.3 Розрахунок бандажу	52
4.3.1 Визначення сил, які діють на бандаж	52
4.3.2 Розрахунок моментів в перерізах бандажу	55
4.3.3 Розрахунок бандажу на міцність	59
5. Ремонт та монтаж сушарки	
6. Ступінь уніфікації та стандартизації	
Висновок	82
Перелік посилань	83
Додаток А. Алгоритм та програма розрахунку барабану сушарки	84
Додаток Б. Таблиця ідентифікаторів програми розрахунку сушарки	88
В. Опис програми розрахунку барабану сушарки	89
Додаток Г. Програма розрахунку барабану сушарки	92

