

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА «ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБЛЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
КОМПЛЕКСІВ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсової роботи
з дисципліни «Обладнання та технології хімічних виробництв»
для студентів денної і заочної форм навчання
освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр»
за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

Покровськ - 2017

УДК
ББК

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Обладнання та технології хімічних виробництв» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форми навчання авторів Костіної О.Д., Кутняшенко І.В., Топорова А.А., Трет`якова П.В., Алексєєвої О.Є. - Покровськ, ДонНТУ, 2017. - 27 с.

У методичних вказівках викладені основні вимоги до виконання і оформлення курсової роботи з дисципліни «Обладнання та технології хімічних виробництв» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форми навчання. Можуть бути корисними для студентів інших спеціальностей.

Укладачі: Костіна О.Д., доц., к.т.н., доц.
Кутняшенко І.В., доц., к.т.н., доц.
Топоров А.А., в.о. зав. кафедри ОПТК, к.т.н., доц.
Трет`яков П.В., доц., к.т.н., доц.
Алексєєва О.Є., доц., к.т.н., доц.

Рецензент: Зінов'єв С.М., к.т.н., доцент каф. ІМ ІІ ДонНТУ

Відповідальний за випуск
в.о.завідувача кафедри ОПТК, к.т.н., доц.

А.А.Топоров

Затверджено навчально-методичним відділом ДонНТУ, протокол №_____ від

Розглянуто на засіданні кафедри «Обладнання перероблювальних технологічних комплексів» протокол № 6 від 25.12.17.

© Донецький національний технічний університет, 2017

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1.ЗМІСТ ТА ОБСЯГ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	4
2 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ.....	4
3 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	14
3.1 Загальні вимоги	14
3.2 Нумерація	15
3.3 Ілюстрації	16
3.4 Таблиці	16
3.5 Формули	17
3.6 Посилання	18
3.7 Додатки	18
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	19
ДОДАТОК А. Зразок титульного листу.....	20
ДОДАТОК Б. Зразок переліку зауважень нормоконтролера.....	21
ДОДАТОК В. Приклад реферату.....	22
ДОДАТОК Д. Приклад змісту	23
ДОДАТОК Ж. Зразок оформлення посилань	24
ДОДАТОК К. Приклад оформлення текстової частини	25

ВСТУП

Сучасні хімічні виробництва характеризуються безперервністю процесів, великою продуктивністю виробництв, різноманітністю номенклатури продукції. Технологічні процеси здійснюються в умовах високих та низьких температур, агресивних середовищ, при великому тиску чи під вакуумом.

Ці експлуатаційні особливості потребують високої надійності обладнання, що може бути забезпечено при умові його якісного проектування, виготовлення та монтажу, кваліфікованого обслуговування, якісного і своєчасного ремонту та створення потрібного резерву.

Вищевикладене визначає основну мету курсових робіт і проектів – підвищення якості підготовки бакалаврів з галузевого машинобудування, які повинні досконало знати сучасні конструкції машин і апаратів хімічних виробництв, володіти методами технологічних і міцносних розрахунків, принципами вибору конструкційних матеріалів, методиками техніко-економічного аналізу прийнятих рішень.

При виконанні курсової роботи вирішуються такі задачі:

- систематизація, розширення і закріплення теоретичних знань і практичних навиків із спеціальності та використання їх при вирішенні конкретних науково-технічних і виробничих задач;
- розвиток навиків самостійного конструювання технологічного обладнання;
- оволодіння методиками прийняття та оцінки технологічних, конструктивних і організаційних рішень.

Методичні вказівки розроблено відповідно до вимог кваліфікаційних характеристик бакалавра, призначено для надання допомоги студентам у виконанні і оформленні курсової роботи згідно з ДСТУ 3008:2015 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

1 ЗМІСТ ТА ОБСЯГ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота складається з розрахунково-пояснювальної записки обсягом 25-30 сторінок, яка повинна містити наступні розділи:

- титульний лист (зразок див. додаток А);
- завдання;
- реферат (зразок див. додаток В);
- зміст (зразок див. додаток Д);
- вступ;
- вихідні дані;
- опис конструкції барабанної сушарки;
- розрахунки;
- висновки;
- перелік посилань (зразок оформлення див. додаток Ж);
- додатки.

2 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ

Розрахунок сушарки складається з визначення геометричних розмірів барабана, технологічних параметрів, розрахунку потужності приводу та міцності елементів сушарки.

2.1 Визначення геометричних розмірів барабана

Робочий об'єм барабана, м³:

$$V_6 = W/A_v,$$

де W – продуктивність сушарки по випаровуваній волозі, кг/год;

A_v - показник інтенсивності процесу сушіння (напруга робочого об'єму по випаровуваній волозі, кг/(м³·год)).

Продуктивність сушарки по випаровуваній волозі розраховують за формулою:

$$W = G (w_1 - w_2),$$

де G – продуктивність по готовому продукту, кг/год;

w_1 , w_2 – початковий та кінцевий вологовміст матеріалу, кг/кг.

Показник A_v характеризується масою вологи, що випарувалася в одиницю часу в одиниці об'єму сушарки з конкретного матеріалу при певних температурних умовах. У багатьох випадках з достатньою точністю можна користуватися узагальненими даними по величинам A_v барабанних сушарок, які працюють в промисловості (табл. 1.1).

Необхідний внутрішній діаметр барабана, м, розраховують за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4v_k}{\pi(1-\beta_m)\varpi_r}},$$

де v_k – об'ємна витрата сушильного газу, м³/с;

β_m – коефіцієнт заповнення барабана матеріалом;

ϖ_r – допустима швидкість газу на виході з барабана, що залежить від розмірів і щільності частинок (табл. 1.2).

Таблиця 1.1 - Значення показника інтенсивності процесу сушіння A_v при різній вологості матеріалу, кг/(м³·год)

Температура сушильного газу на вході в барабан, °С	Вологість матеріалу W_0 , %		
	< 10	10 – 40	> 40
80...150	1...8	6...15	10...20
150...250	10...20	15...40	30...50
150...400	15...30	25...60	50...75
400...650	20...40	30...90	80...120
650...1000	30...60	50...100	80...180

Таблиця 1.2 - Максимально допустима швидкість газів в залежності від розмірів і щільності частинок

Щільність частинок матеріалу, кг/м ³	Максимально допустима швидкість газів, м / с, при середньому розмірі частинок, мм		
	менш 0,3	0,3...2,0	більш 2
600	0,5	0,5...1,0	1,0...3,0

1500	2,0	2,0...5,0	5,0...8,0
2000	3,0	3,0...7,5	8,0
2500	4,0	4,0...10,0	10,0
більш 2500	5,0	5,0...12,0	13,0

За обсягом барабана і його діаметру знаходять розрахункову довжину барабана:

$$l_6 = \frac{4V_6}{\pi D^2}.$$

Зовнішній діаметр барабана з урахуванням товщини стінки обичайки:

$$D_H = D + 2\delta_{ст},$$

де $\delta_{ст}$ – товщина стінки обичайки барабана, що залежить від габаритів сушарки.

Величину $\delta_{ст}$ приймають орієнтовно в межах $\delta_{ст}$ 5 - 22 мм в залежності від діаметру барабана $D_H = 0,5 - 3,5$ м. При температурі сушильного газу вище 400°C величина $\delta_{ст}$ повинна враховувати також товщину футерування, рівну приблизно 100 - 200 мм.

Отримані значення l_6 і D_H округлюють до найближчих розмірів типової сушарки за даними табл.1.3. Відношення довжини барабана до діаметра зазвичай лежить в межах $l_6 / D_H = 3,5 - 7$.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики сушарних барабанних апаратів

Умовні позначення сушарки	Зовнішній діаметр і довжина барабану, мм		Частота обертання барабану, хв ⁻¹	Потужність електродвигуна, кВт
	D_H	l_6		
БН 0,5-2,5 НУ-01	500	2500	4,62	0,75
БН 1-4 НУ-01	1000	4000	4,08/5,1/8,1	3,8/4,8/6
БН 1-6 НУ-02		6000		
БН 1,2-6 НУ-01	1200	6000	4,08/5,1/8,1	4,8/5,7/7,5
БН 1,2-8 НУ-02	1200	8000		4,8/5,7/7,5
БН 1,2-10 НУ-0,3		10000		
БН 1,6-8 НУ-01	1600	8000	3,18/4,32/6,42	13,2/16,4/18,4

БН 1,6-10 НУ-02		10000		17,9/19,9/25
БН 1,6-12 НУ-03		12000		
БН 2,0-8 НУ-03	2000	8000		
БН 2,0-10 НУ-03		10000		
БН 2,0-12 НУ-03		1200		
БН 2,2-10 НУ-03	2200	10000	3,18/4,32/6,42	24/26/31,5
БН 2,2-12 НУ-03		12000		
БН 2,2-14 НУ-03		14000		
БН 2,2-16 НУ-03		16000		
БН 2,5-14 НУ-03	2500	14000	1,98/3/4,02/6	24/37,5/55/75
БН 2,8-14 НУ-03	2800	14000		32/50/72/100
БН 2,8-16 НУ-03		16000		
БН 2,8-20 НУ-03		20000		
БН 3,0-18 НУ-03	3000	18000		40/62,5/90/125
БН 3,0-20 НУ-03		20000		
БН 3,2-18 НУ-03	3200	18000	1,98/3/4,02/6	50/75/100/150
БН 3,2-22 НУ-03		22000		
БН 3,5-18 НУ-03	3500	18000		60/90/120/200
БН 3,5-22 НУ-03		22000		
БН 3,5-27 НУ-01		27000		

2.2 Визначення технологічних параметрів

Час перебування матеріалу в барабані τ , відповідний необхідному часу сушіння, може бути виражений через зміну вологості матеріалу, год:

$$\tau = \frac{2\beta_m \rho_H (W_H - W_K)}{A_v [200 - (W_H - W_K)]},$$

де W_H и W_K – відповідно початкова і кінцева вологість матеріалу, % (на загальну масу).

Для барабанних сушарок з підйомно-лопатевою і комбінованою насадкою частоту обертання барабана можна розрахувати за емпіричною формулою:

$$n = \frac{mkl_6}{\tau D_H \operatorname{tg} \alpha},$$

де m, k – коефіцієнти, що залежать від типу насадки і напрямку руху;

τ – час перебування матеріалу в барабані, хв;

α – кут нахилу барабана; зазвичай $\alpha = 0.5 \dots 6^\circ$.

При підйомно-лопатевій насадці $m = 0,6$; $k \geq 0,2$ (прямоток газу і матеріалу), $k = 0,5$ (протиток); при секторній насадці $m = 0,75 \dots 1,0$; $k \geq 0,7$ (прямоток), $k \leq 2$ (протиток).

Розрахункова (дійсна) швидкість газів в сушарці, м/с:

$$\omega_d = \frac{v_k}{S(1 - \beta_m)},$$

де S – площа поперечного перерізу барабана, м^2 ;

$$S = \pi \cdot D^2 / 4.$$

2.3 Розрахунок потужності приводу

Потужність (в кВт), яка витрачається на обертання барабана, визначають за формулою:

$$N = 0,0013 D_H^3 l_6 \rho_H k n,$$

де k – коефіцієнт, що залежить від типу насадки і коефіцієнта заповнення β_m (для підйомно-лопатевої насадки $k = 0,038$ при $\beta_m = 0,1$ і $k = 0,071$ при $\beta_m = 0,25$; для секторної насадки $k = 0,013$ при $\beta_m = 0,1$ и $k = 0,044$ при $\beta_m = 0,25$);

n – частота обертання барабана, хв^{-1} .

2.4 Розрахунок елементів сушильного барабана на міцність і жорсткість

Розрахунок на міцність елементів сушильних апаратів з барабанами, що обертаються, виконують згідно з нормами і методам розрахунку на міцність корпусів, бандажів, роликів барабанних сушарок, виготовлених з вуглецевих і низьколегованих сталей (РД 2601-158).

При розрахунку барабана на міцність знаходять в першому наближенні товщину стінки барабана:

$$S_{\phi} = (0,007 + 0,01) \cdot D,$$

де D - внутрішній діаметр барабана, м.

Для розрахунку сил, що діють на барабан, попередньо визначають:

- масу оброблюваного матеріалу, що знаходиться в апараті:

$$m_m = \frac{\rho_m \cdot l_{\phi} \cdot \beta_n \cdot \pi \cdot D^2}{4};$$

- масу футерування:

$$m_{\phi} = \frac{\rho_{\phi} \cdot l_{\phi} \cdot \beta_{\phi} \cdot \pi \cdot (D_{\phi}^2 - D_n^2)}{4},$$

де ρ_m, ρ_{ϕ} – щільності відповідно матеріалу і футерування, кг/м³;

l_{ϕ}, l_{ϕ} – довжини відповідно барабана і футерування, м;

D_{ϕ} – зовнішній діаметр футерування, м;

D_n – зовнішній діаметр сталюого барабана, м;

β_n – коефіцієнт заповнення барабана;

- сумарну масу (футерування, оброблюваного матеріалу і барабана):

$$m = m_m + m_{\phi} + m_k,$$

де m_k – маса корпусу барабана, кг.

Далі послідовно розраховують такі величини:

- поперечну силу, що діє на барабан в місці кріплення зубчастої шестерні (рис. 3.1):

$$Q_B = (m_{ш} + m_{кр}) \cdot g,$$

де $m_{ш}$ – маса зубчастої шестерні, кг;

$m_{кр}$ – маса елементів кріплення зубчастої шестерні, кг;

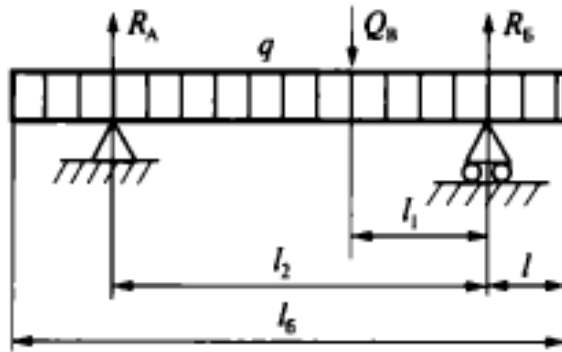


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема сушильного барабану

- лінійне навантаження:

$$q = \frac{m \cdot g}{l_6},$$

- реакція опор від дії q і Q_B :

$$R_A = \frac{q \cdot l_6}{2} + \frac{Q_B \cdot l_1}{l_2}; \quad R_6 = \frac{q \cdot l_6}{2} + \frac{Q_B \cdot (l_2 - l_1)}{l_2},$$

- максимальний згинальний момент, що діє на барабан:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l_6 \cdot (l_2 - l_1)}{8} + \frac{Q_B \cdot (l_2 - l_1) \cdot l_1}{l_2},$$

- момент опору перерізу барабана:

$$W_c = \frac{S_6 \cdot \pi \cdot D_{\text{ср}}^2}{4},$$

де $D_{\text{ср}}$ – середній діаметр барабана, м.

Умова міцності барабана має вигляд:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_c} \leq [\sigma].$$

При розрахунку барабана на жорсткість знаходять сумарний максимальний прогин барабана від діючих навантажень:

$$y_{\max} = \frac{D_{\text{ср}}^3}{8 \cdot E \cdot J_x} \cdot (0,04 \cdot q_1 + 0,002 \cdot q_2).$$

де q_1, q_2 – лінійні навантаження відповідно від маси оброблюваного матеріалу і від мас футеровки, насадки і барабана, Н/м;

E – модуль пружності матеріалу корпусу барабана при робочій температурі, МПа;

J_x – момент інерції одиничної кільцевої ділянки барабана, м^3 .

$$J_x = \frac{L \cdot S_0^3}{12}.$$

Умовою жорсткості барабана є виконання нерівності:

$$y = \frac{y_{\max}}{D_{\text{cp}}} \leq [y],$$

де $[y]$ – допустимий відносний прогин; для барабана з футеровкою $[y] = 1/300$; для барабана без футеровки $[y] = 1/200$.

Далі визначають ширину бандажа b :

$$b = 0,59^2 \frac{R_p \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot 2 \cdot (D_{\text{нб}} + d_p)}{[\sigma_k]^2 \cdot (E_1 + E_2) \cdot D_{\text{нб}} \cdot d_p},$$

де E_1, E_2 – модулі пружності матеріалу відповідно бандажа і опорного ролика, МПа; для сталі ВСт5 $E_1 = E_2 = 2 \cdot 10^5$ МПа;

$[\sigma_k]$ – допустиме контактне напруження, МПа; для сталі ВСт5 $[\sigma_k] = 500$ МПа.

$D_{\text{нб}}$ – зовнішній діаметр бандажа, м;

d_p – діаметр опорного ролика, м; (для розрахунків можна прийняти $0,25 D_{\text{нб}} < d_p < 0,33 D_{\text{нб}}$);

R_p – реакція опори;

$$R_p = \frac{R_{\text{оп}}}{2 \cos j}; R_{\text{оп}} = \max(R_A, R_B);$$

j – половина кута між роликами (рис. 3.2);

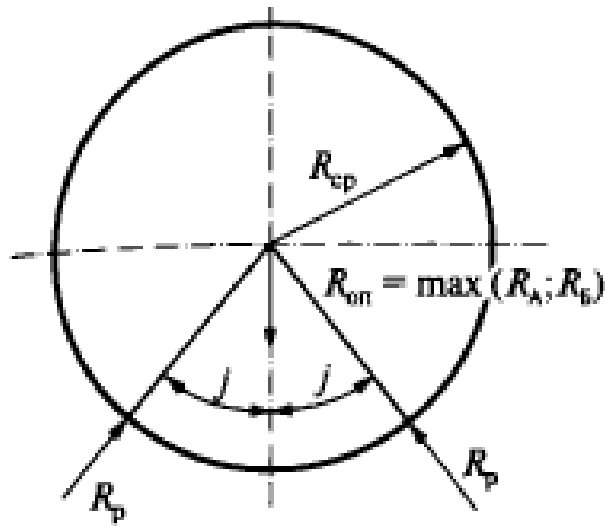


Рисунок 3.2 – Схема дії опорних реакцій

Ширину опорного ролика b_p визначають за формулою:

$$b_p = b + \alpha_1 \cdot \Delta t \cdot l_2 + c,$$

де α_1 – коефіцієнт лінійного розширення матеріалу барабана; для сталі ВСт3 $\alpha_1 = 11,9 \cdot 10^{-6}$;

Δt – різниця температур барабана при монтажі та в робочому стані, °C;

l_2 – відстань між бандажами (опорами), м;

c – конструктивна прибавка, яка компенсує відхилення, що виникають при монтажі, м; $c = 0,03 - 0,04$ м.

Перевірку міцності бандажа і ролика від контактних напружень здійснюють за формулою:

$$\sigma_k = 0,59 \sqrt{q_k \frac{E_1 \cdot E_2 \cdot 2(D_{нб} + d_p)}{(E_1 + E_2) \cdot D_{нб} + d_p}} \leq [\sigma_k],$$

де q_k – зусилля, що припадає на одиницю довжини контакту, Н;

$$q_k = \frac{R_p}{b}.$$

Всі розрахунки необхідно закінчувати висновками.

3 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНОВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

3.1 Загальні вимоги

Пояснювальну записку виконують державною мовою.

Текст пояснювальної записки виконують на листах формату А4 (210×297 мм), орієнтація сторінки - книжкова, для розміщення табличних даних, графіків, схем, рисунків при необхідності допускається альбомна орієнтація сторінки; в текстовому редакторі Microsoft Word, **шрифтом Times New Roman розміром 14 через 1,5 міжрядкових інтервалу** до тридцяти рядків на листі (**вирівнювання по ширині**).

Текст розміщується на листі з дотриманням таких розмірів полів: **верхнє, нижнє - 20 мм, ліве – 25 мм, праве - 10 мм.**

Абзацний відступ повинен бути однаковим по всьому тексту та мати наступний формат - відступ зліва і справа 0 мм; **червоний рядок – 12,5 мм** (п'ять знаків).

Помилки, описки і графічні неточності (не більше трьох на сторінці) допускається виправляти стиранням або закрашенням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого зображення машинописним способом або від руки.

Текст основної частини пояснювальної записки ділиться на розділи, підрозділи, пункти і підпункти відповідно до плану.

Заголовки структурних елементів роботи і розділів «РЕФЕРАТ», «ЗМІСТ», «ВСТУП», «1 ОГЛЯД...», «ВИСНОВКИ», «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ», «ДОДАТОК» та ін. друкують прописними буквами по центру рядка. Заголовки підрозділів друкують рядковими буквами (окрім першої прописної) з абзацного відступу (п'ять знаків) «1.1 Види...». Заголовки пунктів друкують рядковими буквами (окрім першої прописної) з абзацного відступу (п'ять знаків) «1.1.1 Аналіз...».

Перенесення слів в заголовках і підкреслення не допускаються. Крапка в кінці заголовка не ставиться. Якщо заголовок складається з двох або більш речень, їх розділяють крапкою.

Відстань між заголовками (за винятком заголовка пункту), подальшим і попереднім текстом повинна бути рівною 1,5 інтервалу (одна порожня строчка).

Не допускається розміщувати найменування розділу, підрозділу, пункту в нижній частині сторінки, якщо після нього розташований тільки один рядок тексту.

Кожну структурну частину і розділи пояснювальної записки необхідно починати з нової сторінки.

Приклад оформлення тексту пояснювальної записки наведено в додатку К.

3.2 Нумерація

Нумерацію сторінок розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, рисунків, таблиць, формул необхідно виконувати за допомогою арабських цифр.

Першою сторінкою роботи є титульний лист (додаток А), яку включають в загальну нумерацію сторінок, але на ній номер сторінки не ставлять. Номер сторінки проставляють в правому верхньому кутку сторінки без крапки в кінці, починаючи з розділу «ВСТУП».

Реферат, зміст, вступ, висновки, перелік посилань, додатки не нумерують як розділи. Номер розділу ставлять перед його назвою «1 ОГЛЯД...», після номера крапку не ставлять.

Підрозділи нумерують в межах кожного розділу, використовуючи номер розділу і порядковий номер підрозділу, між якими ставлять крапку. В кінці номера підрозділу не повинна стояти крапка, наприклад: «1.3 Розрахунок...» (третій підрозділ першого розділу), у цьому ж рядку йде заголовок підрозділу. При цьому між назвами розділу і відповідного підрозділу повинен бути витриманий інтервал («порожній рядок»).

Пункти нумерують в межах кожного підрозділу. Номер пункту складається з порядкових номерів розділу, підрозділу, пункту, між якими ставлять крапку. В кінці номера не повинна стояти крапка, наприклад: «1.3.2 Види...» (другий пункт третього підрозділу першого розділу). Потім в тому ж рядку слідує заголовок пункту.

Підпункти нумерують в межах кожного пункту за тими ж правилами, що і пункти.

3.3 Ілюстрації

Ілюстрації (схеми, графіки, таблиці та інше) необхідно приводити безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше або на наступній сторінці. Якщо вони розміщені на окремих сторінках пояснювальної записки, їх включають в загальну нумерацію сторінок.

Ілюстративні або табличні матеріали, розміри яких більше формату А4, розміщують в додатки. Ілюстрації позначають словом «Рисунок» і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій в додатках. Номер ілюстрації повинен складатися з номера розділу і порядкового номера ілюстрації. Між ними ставлять крапку. При необхідності під ілюстрацією поміщають пояснюючі дані (підрисуночний текст), після якого розміщують номер рисунка і його назву: наприклад, «Рисунок 2.1 – Конструктивна схема...» (перший рисунок другого розділу).

На всі ілюстрації повинні бути посилання в тексті, наприклад: «Конструктивна схема електродів представлена на рис. 2.1.». Зразок оформлення рисунка наведено в додатку К.

3.4 Таблиці

Цифровий матеріал, як правило, оформлюють у вигляді таблиць. Таблицю наводять після першої згадки про неї в тексті, так, щоб її можна було читати без повороту переплетеної роботи або з поворотом за годинниковою стрілкою. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті. Зразок оформлення таблиці наведено в додатку К.

Таблиці нумерують послідовно (за винятком тих, які приведені в додатках) в межах розділу. Над лівим верхнім кутом таблиці розміщують напис «Таблиця» з

вказівкою її номера і відповідного заголовка. Номер таблиці складають з номера розділу і порядкового номера таблиці, між якими ставиться крапка, наприклад: «Таблиця 2.1 – Перелік...» (перша таблиця другого розділу). Слово «Таблиця» і назву таблиці починають з великої букви не підкреслюючи. Таблицю з великою кількістю рядків можна переносити на інший лист. Під шапкою таблиці поміщають рядок з нумерацією колонок. Назву таблиці поміщають тільки над її першою частиною. Над іншими частинами над верхнім правим кутом продовження таблиці пишуть слова «Продовження табл.2.1» і вказують номер таблиці. Потім поміщають рядок з нумерацією колонок, далі продовження самої таблиці (див. додаток К).

Заголовки граф таблиць повинні починатися з прописних букв, підзаголовки – з рядкових, якщо вони складають одне речення із заголовком, і з прописних, якщо вони є самостійними. Графу з порядковими номерами рядків в таблицю включати не слід.

3.5 Формули

Формули і рівняння необхідно розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині сторінки. Вище і нижче за кожен формулу залишити один порожній рядок. Якщо рівняння не поміщається в одному рядку, його слід перенести після знаку рівності (=) або після знаків плюс (+), мінус (-), множення ($\times$). Формули в роботі нумерують у межах розділів. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі. Між ними ставлять крапку. Нумери формул пишуть біля правого поля сторінки на рівні відповідної формули в круглих дужках, наприклад, (3.2) (друга формула третього розділу).

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів у формулах потрібно приводити безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони дані у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта необхідно приводити з нового рядка. Якщо значення містять небагато інформації – приводити у рядок.

Після формули ставиться кома. Перший рядок пояснення починають із слова «де» без двокрапки. Зразок оформлення формул наведено в додатку К.

3.6 Посилання

Посилання в тексті пояснювальної записки на джерело інформації позначають порядковим номером по переліку посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад: «... у роботах [2, 7]».

Посилання на ілюстрації указують порядковим номером ілюстрації, наприклад, « на рис. 1.3», «на рисунку 1.3». Посилання на формули указують порядковим номером формули в дужках, наприклад, «... у формулі (2.3)»; на таблиці – «... у табл. 2.3», «... в таблиці 2.3». При повторних посиланнях на таблиці або ілюстрації указують скорочено слово «дивися», наприклад: «див. табл. 2.1», «див. рис. 2.6».

У переліку посилань джерела потрібно розміщувати у порядку появи посилання в тексті. Бібліографічний опис необхідно оформлювати згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 “Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання”. Приклади оформлення бібліографічного опису у переліку посилань наведено у додатку Ж.

3.7 Додатки

Додатки оформляють як продовження пояснювальної записки на подальших сторінках, розміщуючи їх у порядку появи посилань в тексті. Кожен додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований в верхній частині листа рядковими буквами з першою прописною симетрично щодо тексту сторінки. Посередині строки над заголовком прописними буквами повинно бути надруковано слово «ДОДАТОК» і прописна буква, що позначає додаток.

Додатки слід позначати послідовно прописними буквами українського алфавіту, за винятком Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь, наприклад: «ДОДАТОК А» і т.д. Додатки повинні мати загальну з рештою частини роботи крізну нумерацію сторінок.

Наявні в тексті додатків ілюстрації, таблиці, формули і рівняння слід нумерувати в межах кожного додатку, наприклад: «Рисунок Б.3 – ...» – третій рисунок додатку Б; «Таблиця Б.2 – ...» – друга таблиця додатку Б; формула (В.1) – перша формула додатку В.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коваленко І.В., Малиновський В.В. Розрахунки основних процесів, машин та апаратів хімічних виробництв. - К.: Норіта-плюс, 2007.- 216 с.
2. Поникаров И.И., Поникаров С.И., Рачковский С.В. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки. - М.: Альфа-М, 2008. - 720 с.
3. Машины и аппараты химических производств / Поникаров И.И., Перелыгин О.А., Доронин В.Н., Гайнуллин М.Г. - М.: Машиностроение, 1989. - 368 с.
4. Конструирование и расчет машин химических производств / Ю.И.Гусев, И.Н.Карасев, Є.Є.Кольман-Иванов и др. - М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.
5. Генкин А.Э. Оборудование химических заводов. М.: Высш.шк., 1978. – 272 с.
6. Машины и аппараты химических производств / Чернобыльский И.И., Бондарь А.Г., Гаевский Б.А. и др. Под ред. Чернобыльского И.И. -М.: Машиностроение, 1975. - 456 с.

ДОДАТОК А
Зразок титульного листу пояснювальної записки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА «ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБЛЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
КОМПЛЕКСІВ»

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни «Обладнання та технології хімічних виробництв»

на тему: «Розрахунок барабанної сушарки»

Студента _____ курсу групи _____
напряму підготовки «Машинобудування»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Костіна О.Д. _____

Національна шкала _____

Кількість балів: _____

Члени комісії:

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Покровськ – 2017

ДОДАТОК Б

Зразок переліку зауважень нормоконтролера

ДОДАТОК А

Перелік зауважень нормоконтролера до курсової роботи
студента (ки) _____ групи _____

Позначення документа	Документ	Умовна відмітка	Зміст зауваження

Керівник: _____
(підпис, дата)

Костіна О.Д.
(ПІБ)

Нормоконтролер: _____
(підпис, дата)

Костіна О.Д.
(ПІБ)

Зав. кафедри: _____
(підпис, дата)

Топоров А.А.
(ПІБ)

ДОДАТОК В
Зразок виконання реферату

РЕФЕРАТ

Курсова робота: 25 сторінок, 2 рисунки, 7 джерел, 1 додаток.

В курсовій роботі виконано опис конструкції барабанної сушарки, проведено розрахунки геометричних розмірів барабана та потужності приводу.

Виконано розрахунок елементів сушильного барабана на міцність і жорсткість.

БАРАБАННА СУШАРКА, ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ,
ВОЛОГОВІСІТ, МІЦНІСТЬ, ЖОРСТКІСТЬ, ПОТУЖНІСТЬ ПРИВОДУ,

.

ДОДАТОК Д
Приклад змісту

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 Вихідні дані.....	5
2 Опис конструкції барабанної сушарки	6
3 Визначення геометричних розмірів барабана	9
3 Визначення технологічних параметрів сушарки.....	12
4 Розрахунок потужності приводу.....	14
5 Розрахунок елементів сушарного барабана на міцність і жорсткість.....	16
ВИСНОВКИ.....	20
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	21
ДОДАТОК А. Перелік зауважень нормоконтролера.....	22

ДОДАТОК Ж

Зразок оформлення посилань

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Книги один автор	Крушельницька О.В. Методологія та організація наукових досліджень / О.В.Крушельницька. - К.: Кондор, 2006. – 206 с.
Два і більше авторів	Коваленко І.В. Розрахунки основних процесів, машин та апаратів хімічних виробництв /І.В. Коваленко, В.В. Малиновський. - К.: Норіга-плюс, 2007. - 216 с.
Багатотомний документ	Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: в 3 т. / А.С. Тимонин. - Калуга: Изд-во Н.Бочкаревой, 2003. Т. 2. – 2003. – 884 с.
Матеріали конференцій	Топоров А.А. Перспективные направления совершенствования конструкций оборудования для сушки дискретных материалов / А.А.Топоров, А.И.Воропаева // Экологические проблемы индустриальных мегаполисов : междунар. науч.-практ. конф., 30– 31 мая 2011 г. : сб. докл. - Донецк, 2011. – С. 219-226.
Законодавчі та нормативні документи	Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій : СОУ-Н ЕЕ 39.501:2007. – Офіц. вид. – К. : ГРІФРЕ: М-во палива та енергетики України, 2007. – VI, 74 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція).
Частина книги, періодичного, продовжуваного видання	Парфенюк А.С. О разрушении кладки коксовых батарей из крупных огнеупорных бетонных блоков и традиционных динасовых огнеупоров / А.С.Парфенюк, П.В.Третьяков, Е.Д.Костина // Кокс и химия. – 2004. – № 8. – С. 14-19.
Стандарти	Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Показчик та огляд (ISO 7000:2004, IDT) : ДСТУ ISO 7000:2004. – [Чинний від 2006-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України 2006. – IV, 231 с. – (Національний стандарт України).
Авторські свідоцтва	А.с. 1738824 СССР, МКВ ⁴ С10В 7/00. Коксовая печь / А.С.Парфенюк, С.П.Веретельник, О.Н.Семенова, В.Г.Комолов, С.Н.Жажин (СССР) – № 4857192/26 : заявл. 06.08.90 ; опубл. 07.06.92, Бюл. № 21.
Патенти	Пат. 13893 А України. МКВ ⁴ 5 С10В 31/00. Завантажувальний пристрій печі безперервного коксування / О.С. Парфенюк, А.А.Топоров, С.П.Веретельник, І.В.Кутняшенко, В.В.Поролов, О.Г.Колесніков; замовник та патентовласник Донецький державний технічний університет. – № 94096939; заявл. 13.09.94 ; опубл. 25.04.97, Бюл. № 2.
Електронні ресурси	Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті : (підсумки 10-ї Міжнар. конф. „Крим-2003”) [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекмарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник – 2003. – № 4. – С. 43. – Режим доступу : http://www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm .

ДОДАТОК К

Приклад оформлення текстової частини роботи

з РОЗРАХУНКИ ЕЛЕМЕНТІВ СУШИЛЬНОГО БАРАБАНА

3.1 Розрахунок елементів сушального барабана на міцність і жорсткість

Розрахунок на міцність елементів сушальних апаратів з барабанами, що обертаються, виконують згідно з нормами і методам розрахунку на міцність корпусів, бандажів, роликів барабанних сушарок, виготовлених з вуглецевих і низьколегованих сталей (РД 2601-158).

...

Значення показника інтенсивності процесу сушіння наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Значення показника інтенсивності процесу сушіння A_v при різних вологості матеріалу, кг/(м³·год)

Температура сушального газу на вході в барабан, °С	Вологість матеріалу W_0 , %		
	< 10	10 – 40	> 40
80...150	1...8	6...15	10...20
150...250	10...20	15...40	30...50
150...400	15...30	25...60	50...75
400...650	20...40	30...90	80...120
650...1000	30...60	50...100	80...180

Розрахункова схема сушильного барабану представлена на рис. 3.1

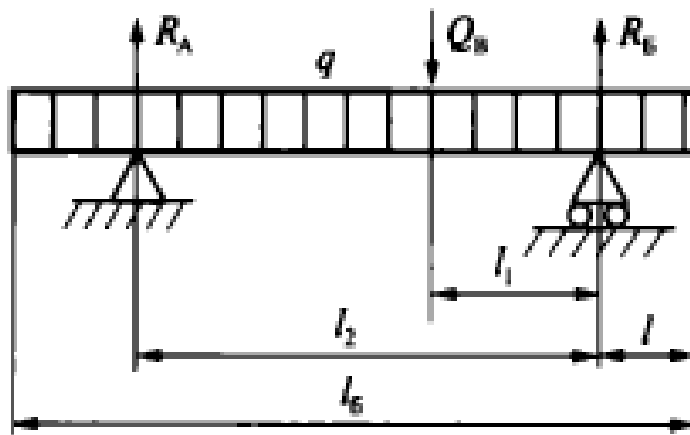


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема сушильного барабану

...

При розрахунку барабана на жорсткість знаходять сумарний максимальний прогин барабана від діючих навантажень:

$$y_{\max} = \frac{D_{\text{ср}}^3}{8 \cdot E \cdot J_x} \cdot (0,04 \cdot q_1 + 0,002 \cdot q_2). \quad (3.13)$$

де q_1 , q_2 - лінійні навантаження відповідно від маси оброблюваного матеріалу і від мас футеровки, насадки і барабана, Н/м;

E – модуль пружності матеріалу корпусу барабана при робочій температурі, МПа;

J_x - момент інерції одиничної кільцевої ділянки барабана, м^3 .

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Обладнання та технології хімічних виробництв» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форми навчання авторів Костіної О.Д., Кутняшенко І.В., Топорова А.А., Трет`якова П.В., Алексєєвої О.Є. - Покровськ, ДонНТУ, 2017. - 27 с.

Комп'ютерний набір і верстка: П.І.Б.

Редактор:

Донецький національний технічний університет
83502, м. Красноармійськ, пл. Шибанкова, 2.

Підписано до друку _____.2017 р. Формат 60×84 1/16
Ум. друк. арк. 1,5. Друк лазерний. Зам. №____. Накл. прим.