

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРЬКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Н.Ю. Колеснік, І.М. Чуб

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни

«Машинознавство з основами метрології та стандартизації»

(для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання освітньо –
кваліфікаційного рівня бакалавр, напрямів підготовки 0926 “Водні ресурси”,
6.060103 “Гідротехніка (Водні ресурси)” спеціальності 6.092600
“Водопостачання та водовідведення”)

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Машинознавство з основами метрології та стандартизації» (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання освітньо–кваліфікаційного рівня бакалавр, напрямів підготовки 0926 “Водні ресурси”, 6.060103 “Гідротехніка (Водні ресурси)” спеціальності 6.092600 “Водопостачання та водовідведення”) / Укл.: Колеснік Н. Ю., Чуб І.М.– Харків: ХНАМГ, 2009.-24 с.

Укладачі: Н.Ю. Колеснік,
І.М. Чуб

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Ромашко О.В.

Рекомендовано кафедрою водопостачання,
водовідведення та очищення вод,
протокол №1 від 02.09.2008 р.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Ці методичні вказівки розроблені для студентів 3 курсу спеціальності “Водопостачання та водовідведення” і повинні допомогти при вирішенні задач на практичних заняттях.

На практичних заняттях студент одержує навички розрахунку апаратів з перемішувачами пристроями, а також знайомиться і працює з довідковою і новою літературою, навчається загальним прийомам вибору й розрахунку машин, розрахунку мішалок.

РОЗДІЛ І

РОЗРАХУНОК МІШАЛКИ

Метою розрахунку мішалки є підбір необхідної конструкції мішалки для заданих речовин, а також розрахунок конструктивних розмірів мішалки, визначення її показників; розрахунок мішалки на вигин і опір; розрахунок апарата на міцність у місці перемішування.

Вихідними даними для розрахунку є: діаметр D і робочі параметри апарата (робочий тиск, температура), його вага (G_1); вид, фізико-хімічні властивості (ρ , μ) і вага (G_2) середовища, що перемішується, а також секундна витрата (Q) і лінійна швидкість (w) середовища, що протікає через апарат.

Послідовність виконання розрахунку:

1. Залежно від в'язкості середовища μ і її виду вибираємо тип мішалки за табл. 31.1 [2], її колову швидкість обертання ω і частоту обертання n за табл.31.2 і 31.3 [2];
2. Знаючи діаметр апарата D , визначаємо діаметр мішалки d_m за формулами, наведеними в довідковій літературі [2, табл.31.1] для кожного типу перемішуючого пристрою;
3. Визначаємо число Рейнольдса за формулою

$$Re = \frac{\rho \cdot n \cdot d_m^2}{\mu_c} \quad (1.1)$$

4. Визначаємо критерій потужності залежно від критерію Рейнольдса і типу мішалки;
5. Визначаємо потужність, Вт, необхідну для перемішування, за формулою

$$N_M = K_H \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d_m^5 \quad (1.2)$$

6. Розраховуємо номінальну потужність, Вт на валу електродвигуна за формулою

$$N_{\text{т}} = \frac{N_{\text{м}} + N_{\text{м}}}{\eta}, \quad (1.3)$$

де $N_{\text{т}}$ – потужність, Вт, що витрачається на тертя:

$$N_{\text{т}} = 0,18 \cdot N_{\text{м}}; \quad (1.3.1)$$

η – К.К.Д привода, обумовлений залежно від його конструкції (для нормалізованих приводів $\eta=0,9 \div 0,96$), прийняти $\eta=0,9$;

7. За значенням потужності і кутової швидкості, з урахуванням апарата, вибираємо за табл.32.1 [2] тип привода, а за табл.32.5-32.7[2] – розміри привода і типорозмір мотор-редуктора.

8. Визначаємо діаметр вала, м перемішуючого пристрою за формулою

$$d = 1.71 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{\text{кр}}}{\tau_{\text{дон}}}}, \quad (1.4)$$

де $M_{\text{кр}}$ - розрахунковий крутний момент, Н·м;

$\tau_{\text{дон}}$ – допустиме напруження на крутіння для обраного матеріалу вала, Па.

$$M_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{м}}}{\omega} \quad (1.5)$$

$$\tau_{\text{дон}} = 0,4 \cdot \sigma_{\text{дон}}$$

де $\sigma_{\text{дон}}$ – нормативне допустиме напруження на крутіння, МПа, знаходиться по [4] залежно від температури.

9. Перевіряємо робочий орган на міцність у небезпечному перерізі, з умови роботи його на вигін, за формулами

$$\sigma_u = \frac{M_{\text{з}}}{W} \leq \sigma_{i,\text{дон}}, \quad (1.6)$$

де $\sigma_{i,\text{дон}}$ – нормативне напруження на вигін, МПа, що допускається, знаходиться по [4] залежно від температури;

W – розрахунковий момент опору відповідного перетину лопаті, при вигині її в напрямку обертання, м^3 , визначається за формулою

$$W = \frac{\epsilon \cdot S^2}{6}, \quad (1.7)$$

де S – обрана (залежно від типу мішалок) товщина лопасі, м. Для лопатевих мішалок $s = 8 \div 14$ мм; листових $s = 6$ мм; якірних $s = 12 \div 18$ мм; рамних $s = 8 \div 18$ мм;

$$M_{\text{з}} = \sqrt{M^2 + 4(M'_{\text{кр}})^2}, \quad (1.8)$$

де $M_{\text{з}}$ – розрахунковий момент у місці приєднання лопасі до маточини, Н·м;
 $M'_{\text{кр}}$ – розрахунковий крутний момент, що виникає у місці приєднання лопасі до ступиці Н·м;
 M – згинальний момент, Н·м, що діє на лопась в місці приєднання її до маточини, обчислені за формулами

$$M = 0,0813 \cdot \frac{N_{\text{з}}}{n} \quad (1.9)$$

$$M'_{\text{кр}} = 0,0542 \cdot \left[\frac{(0,5 \cdot d_{\text{м}})^3 - (0,5 \cdot d_{\text{м}} - \epsilon)^3}{(0,5 \cdot d_{\text{м}})^4 - (0,5 \cdot d_{\text{м}} - \epsilon)^4} \right] \cdot \frac{(h - b) \cdot N_{\text{з}}}{(1 + a) \cdot n} \quad (1.10)$$

де ϵ – ширина мішалки, м, дорівнює $\epsilon = 0,1 \cdot d_{\text{м}}$;
 $h_{\text{м}}$ – висота лопасі, м, дорівнює $h_{\text{м}} = 0,2 \cdot d_{\text{м}}$;
 α – виправний коефіцієнт, визначається за формулою

$$\alpha = \frac{\epsilon}{h \cdot \left[\left(\frac{0,5 \cdot d_{\text{м}}}{0,5 \cdot d_{\text{м}} - \epsilon} \right)^4 - 1 \right]}. \quad (1.11)$$

ПРИКЛАДИ ЗАДАЧ ЗА РОЗДІЛОМ І

Приклад 1

Визначити число Рейнольдса, якщо $\rho = 980 \text{ кг/м}^3$; $n=0,42 \text{ об/с}$; $d_m=1,66 \text{ м}$; $\mu= 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{с/м}^2$.

Розв'язання. Число Рейнольдса визначаємо за формулою (1.1):

$$Re = \frac{\rho \cdot n \cdot d_m^2}{\mu} = \frac{980 \cdot 0,42 \cdot 1,66^2}{3,5 \cdot 10^{-3}} \cong 3 \cdot 10^5$$

Приклад 2

Знайти потужність, що витрачається на перемішування, якщо $\rho=1015 \text{ кг/м}^3$; $n=0,42 \text{ об/с}$; $d_m=1,66 \text{ м}$; $K_n=0,28$.

Розв'язання. Потужність визначаємо за формулою (1.2):

$$N_M = 0,28 \cdot 1015 \cdot 0,42^3 \cdot 1,66^5 = 265,4 \text{ Вт}.$$

Приклад 3

Знайти потужність, що витрачається на тертя, якщо потужність, яка витрачається на перемішування складає 100 Вт .

Розв'язання. Потужність, Вт , що витрачається на тертя, N_T визначається за формулою (1.3.1):

$$N_T = 0,18 \cdot 100 = 18 \text{ Вт}.$$

Приклад 4

Визначити номінальну потужність на валу електродвигуна, якщо потужність, яка витрачається на перемішування N_M складає $256,3 \text{ Вт}$.

Розв'язання. Номінальну потужність, Вт на валу електродвигуна визначаємо за формулою (1.3):

$$N_s = \frac{N_M + N_T}{\eta} = \frac{256,3 + 46,1}{0,9} = 336 \text{ Вт.}$$

Приклад 5.

Знайти розрахунковий крутний момент, якщо потужність, яка витрачається на перемішування, дорівнює 336 Вт, а колова швидкість обертання 2,6 рад/с.

Розв'язання. Розрахунковий крутний момент знаходимо за формулою (1.5):

$$M_{кр} = \frac{336}{2,6} = 129,3 \text{ Н·м.}$$

Приклад 6.

Визначити діаметра валу пристрою, що перемішує, якщо $M_{кр} = 18,23 \text{ Н·м}$, $\tau_{дон} = 48 \cdot 10^6 \text{ Па}$.

Розв'язання. Діаметр валу перемішуючого пристрою визначаємо за формулою (1.4):

$$d = 1,71 \cdot 3 \sqrt{\frac{18,23}{48 \cdot 10^6}} = 0,012 \text{ м} = 12 \text{ мм.}$$

Приклад 7.

Визначити розрахунковий момент опору відповідного перетину лопасі, при вигині її в напрямку обертання, якщо товщина лопасі $S = 0,008 \text{ м}$, діаметр мішалки $d_m = 1,66 \text{ м}$.

Розв'язання. Розрахунковий момент опору відповідного перетину лопасі, при вигині її в напрямку обертання, m^3 визначаємо за формулою (1.7):

$$v = 0,1 \cdot d_m = 0,1 \cdot 1,66 = 0,166 \text{ м};$$

$$W = \frac{v \cdot S^2}{6} = \frac{0,166 \cdot 0,008^2}{6} = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

ВАРІАНТИ ЗАДАЧ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ

ЗА РОЗДІЛОМ І

Вихідні дані наведені в таблицях.

Задача 1

Визначити число Рейнольдса, якщо:

Таблиця 1

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Щільність суміші ρ , кг/м ³	990	1012	1021	1008	1027
В'язкість суміші μ , $H \cdot c/m^2$;	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$
Діаметр лопатевої мішалки, d_M ,	0,97	1,05	1,4	1,2	1,3
Частота обертання, n , об/с	0,47	0,52	0,50	0,49	0,53

Задача 2

Визначити потужність, необхідну для перемішування, якщо;

Таблиця 2

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Щільність суміші ρ , кг/м ³	990	1011	1019	1008	1015
Частота обертання n , об/с	0,47	0,52	0,53	0,49	0,51
Діаметр лопатевої мішалки d_M , м.	0,97	1,05	1,4	1,2	1,3
Коефіцієнт, K_n	0,27	0,23	0,30	0,29	0,33

Задача 3

Визначити потужність на тертя, якщо потужність, яка витрачена на перемішування N_m , Вт:

Таблиця 3

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Потужність перемішування, N_m , <i>Вт</i>	96	105	120	80	110

Задача 4

Визначити номінальну потужність на валу електродвигуна, якщо потужність, що витрачена на перемішування:

Таблиця 4

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Потужність на перемішування N_m , <i>Вт</i>	96	105	120	80	110
Коефіцієнт корисної дії привода К.К.Д. η , %	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

Задача 5

Визначити розрахунковий крутний момент – $M_{кр}$, якщо потужність на перемішування N_m , *Вт* і кутова швидкість ω , рад/с наведені в таблиці:

Таблиця 5

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Потужність на перемішування N_m , <i>Вт</i>	105	98	115	86	107
Кутова швидкість ω , рад/с	2,7	3,6	4,8	2,8	3,8

Задача 6

Визначити діаметра вала пристрою, що перемішує, якщо:

Таблиця 6

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Розрахунковий крутний момент, $M_{кр}, Н\cdot м$	105	130	250	86	107
Допустиме напруження на крутіння для обраного матеріалу вала - $\tau_{доп}, Па.$	$46 \cdot 10^6$	$45 \cdot 10^6$	$52 \cdot 10^6$	$41 \cdot 10^6$	$43 \cdot 10^6$

Задача 7

Визначити розрахунковий момент опору відповідного перетину лопасті, при вигині її в напрямку обертання, якщо:

Таблиця 7

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Товщина лопасті $S, мм$	8	10	9	12	14
Діаметр мішалки $d_m, м.$	1,6	1,2	1,0	0,9	1,1
Ширина мішалки $b=0,1 \cdot d_m, м$	0,16	0,12	0,1	0,09	0,11

РОЗДІЛ II

РОЗРАХУНОК АПАРАТА

Метою розрахунку апарата є визначення товщини обичайок корпуса і товщини стінки еліптичного днища, а також підбір опор для апарата, визначення діаметра патрубків штуцера і перевірка корпуса апарата на місцеву стійкість у стиснутій зоні.

Розрахунок апарата виконуємо в наступній послідовності:

1. За заданою температурою і концентрацією середовища за [2] вибираємо марку сталі. Перевіряємо можливість використання обраної марки сталі на роботу під робочим тиском в апараті за [2, с.28];
2. Визначаємо допустиме напруження, МПа при температурі робочого середовища t за [4, табл.2];
3. Знаходимо виконавчу товщину обичайки корпуса апарата, м, за формулою

$$S = \frac{P_p \cdot D}{2 \cdot \sigma_{доп} \cdot \varphi - P_p} + C + C_1, \quad (2.1)$$

де P_p – розрахунковий тиск, МПа;

D – діаметр апарата, м;

$\sigma_{доп}$ – допустиме напруження, МПа;

φ – коефіцієнт міцності поздовжнього звареного шва ($\varphi = 1$);

C – збільшення до розрахункової товщини обичайки на компенсацію корозії;

C_1 – додаткове збільшення.

Коефіцієнт міцності поздовжнього звареного шва приймаємо $\varphi = 1$ для стикових і таврових з'єднань, виконуваних автоматичним електрозварюванням. Збільшення на компенсацію корозії визначаємо за формулою

$$C = P \cdot \tau_a \quad (2.2)$$

де P – проникливість матеріалу;

τ_a – прийнятий термін експлуатації апарата.

Додаткове збільшення C_1 приймаємо для округлення до стандартної, отриманої при розрахунку товщини листа, з якого виготовляють обичайки. Стандартні товщини листків вибирають за нормативною літературою. Прийнято, що шви виконують автоматичним зварюванням, коефіцієнт міцності поздовжнього звареного шва приймають $\Phi=1$. Проникливість даної марки сталі приймають рівною 0,0001 м/рік, а термін служби 10 років. Виходячи з цих даних, визначаємо збільшення на компенсацію корозії.

Уточнюємо за [1, с.33] або за табл.8 наявність стандартного листа товщиною S_1 і за різницею між S_1 і S визначаємо додаткове збільшення C_1 .

Таблиця 8 – Виконавча товщина циліндричних обичайок

$S_1, \text{мм}$	2	3	4	5
Д, мм	400	Понад 400 до 1000	Понад 1000 до 2000	Понад 2000 до 4000

4. За відомою вагою апарата (G_1) і вагою його вмісту (G_2) визначаємо навантаження на одну опору, N , за формулою

$$N = \frac{G_1 + G_2}{2}, \quad (2.3)$$

за величиною якої в табл.29.11 [2] підбираємо опору під апарат;

5. Перевіряємо корпус на місцеву стійкість у стиснутій зоні за формулою

$$M \leq M_{\text{дон}} \quad (2.4)$$

де M – згинальний момент, $\text{МН} \cdot \text{м}$, визначаємо за формулою

$$M = \frac{G \cdot L}{8} - \frac{G \cdot l_0}{4}, \quad (2.5)$$

де L – загальна довжина апарата;

G – сила ваги апарата із середовищем при його гідравлічних випробуваннях, $G = G_1 + G_2$; l_0 – відстань між опорами. L і l_0 – визначаємо за таблицею 1 [5]. $M_{\text{дон}}$ – згинаючий момент, що допускається, $MН \cdot м$, знаходимо за формулами

$$\text{при } \frac{D}{2(S-C)} \geq 0,23 \cdot \frac{E}{\sigma_m} \quad (2.6)$$

$$M_{\text{дон}} = 0,785 \cdot \kappa_u \cdot E \cdot D \cdot (S-C)^2, \quad (2.7)$$

де D – діаметр апарата, м;

S – товщина стінки кожуха, м;

C – виправлення на корозію, м;

E – модуль поздовжньої пружності, МПа, знаходять залежно від марки сталі й температури за табл. 3 [1];

σ_m – мінімальне значення межі текучості за [2]. Коефіцієнт κ_u вибирають залежно від відношення $\frac{D}{2(S-C)}$ за табл. 9.

Таблиця 9 – Коефіцієнт κ_u

$\frac{D}{2(S-C)}$	Від 0,23	250	500	750	1000	1500	2000
	до 250						
κ_u	0,170	0,170	0,130	0,120	0,100	0,085	0,080

$$\text{Якщо: } \frac{D}{2(S-C)} < 0,23 \cdot \frac{E}{\sigma_m}, \quad (2.8)$$

$$M_{\text{дон}} = 0,785 \cdot \varphi_i \cdot \sigma^* \cdot D^2 \cdot (S-C). \quad (2.9)$$

Коефіцієнт φ_i визначають за формулою

$$\varphi_i = \frac{1}{1 + 15,3 \left[\frac{\sigma_m}{E} \frac{D}{2(S-C)} \right]}. \quad (2.10)$$

Знаходимо товщину стінки еліптичного днища за формулою,

$$S_1 = \frac{P_p \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot \sigma_{\text{доп}} - 0,5 \cdot P_p} + C + C_1, \quad (2.11)$$

де R – радіус кривизни еліптичного днища, м, знайдений за формулою

$$R = \frac{D^2}{4H}.$$

Оскільки для стандартних днищ $H = 0,25 \cdot D, \Rightarrow R = D$.

6. Визначаємо діаметр патрубку штуцера за формулою

$$7. D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot w}}. \quad (2.12)$$

де Q – секундна витрата рідини, м³/с, визначаємо з завдання; w – лінійна швидкість, м/с.

ПРИКЛАДИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ

ЗА РОЗДІЛОМ II

Приклад 1.

Визначити виконавчу товщину обичайки корпусу апарата м, якщо $\Pi = 0,0001$ м/р, $\tau_a = 10$ р, $P_p = 0,31$ МПа; $\sigma_{\text{доп}} = 120$ МПа; $D_y = 2,5$ м.

Розв'язання. Виконавчу товщину обичайки корпусу апарата, м знаходимо за формулами (2.1) і (2.2):

$$C = \Pi \cdot \tau_a = 0,0001 \cdot 10 = 0,001 \text{ м};$$

$$S = \frac{0,31 \cdot 2,5}{2 \cdot 120 \cdot 1 - 0,31} + 0,001 + C_1 = 0,0042 + C_1.$$

Уточнюємо за табл. 8 наявність стандартного листа ($S = 5 \cdot 10^{-3}$ м):

$$C_1 = 0,005 - 0,0042 = 0,0008 \text{ м}.$$

Приклад 2.

Визначити згинальний момент, що допускається - $M_{\text{доп}}$, МН·м, якщо $D_a = 2,5$ м; $S = 0,004$ м; $K_{\text{и}} = 0,13$; $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; $\sigma_T = 220$ МПа; $C = 0,001$ м.

Розв'язання. Згинальний момент, що допускається - $M_{\text{доп}}$, МН·м знаходимо за формулою (2.7):

$$\text{Тому що виконується умова: } \frac{2,5}{2(0,004 - 0,001)} \geq 0,23 \cdot \frac{2 \cdot 10^5}{220},$$

$$M_{\text{доп}} = 0,785 \cdot 0,13 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 2,5 \cdot (0,004 - 0,001)^2 = 0,46 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Приклад 3.

Визначити згинальний момент, що допускається - $M_{\text{доп}}$, МН·м, якщо $D_a = 0,6$ м; $S = 0,004$ м; $\sigma_T = 220$ МПа, $C = 0,001$ м, $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Розв'язання. Згинальний момент, що допускається - $M_{\text{доп}}$, МН·м визначаємо за формулами (2.9, 2.10):

$$\text{Тому що виконується умова } \frac{0,6}{2(0,004 - 0,001)} \leq 0,23 \cdot \frac{2 \cdot 10^5}{220},$$

$$\varphi_i = \frac{1}{1 + 15,3 \left[\frac{220}{2 \cdot 10^5} \frac{0,6}{2(0,004 - 0,001)} \right]} = 0,37,$$

$$M_{\text{доп}} = 0,785 \cdot 0,37 \cdot 220 \cdot 0,6^2 \cdot (0,004 - 0,001) = 0,069, \text{ МН} \cdot \text{м}$$

Приклад 4.

Визначити згинальний момент, якщо вага апарату 12500 Н, вага його вмісту 25500 Н, загальна довжина апарату 6,3 м, відстань між опорами 3 м.

Розв'язання. Згинальний момент визначаємо за формулою (2.5):

$$M = \frac{G \cdot L}{8} - \frac{G \cdot l_0}{4} = \frac{0,038 \cdot 6,3}{8} - \frac{0,038 \cdot 3}{4} = 0,0014, \text{ МН} \cdot \text{м},$$

$$G = G_1 + G_2 = 0,0125 + 0,0255 = 0,038 \text{ МН}.$$

Приклад 5.

Визначити згинаючий момент, що допускається - $M_{\text{доп}}$, МН·м, якщо:
 $D_a = 1,4 \text{ м}; S = 0,005 \text{ м}; \sigma_m = 220 \text{ МПа}, C = 0,001 \text{ м}, E = 1,98 \cdot 10^5 \text{ МПа}.$

Розв'язання. Оскільки виконується умова $\frac{1.4}{2(0.005 - 0.001)} < 0,23 \cdot \frac{1.98 \cdot 10^5}{220}$,
згинальний момент, що допускається - $M_{\text{доп}}$, МН·м визначаємо за формулою (2.9, 2.10):

$$\frac{1.4}{2(0.005 - 0.001)} \leq 0,23 \cdot \frac{1.98 \cdot 10^5}{220},$$
$$\varphi_i = \frac{1}{1 + 15,3 \left[\frac{220}{1.98 \cdot 10^5} \frac{1.4}{2(0.005 - 0.001)} \right]} = 0.25,$$

$$M_{\text{доп}} = 0,785 \cdot 0.25 \cdot 220 \cdot 1.4^2 \cdot (0.005 - 0.001) = 0.34 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Приклад 6.

Визначити виконавчу товщину стінки еліптичного днища, м, якщо $P_p = 0,31 \text{ МПа}; \sigma_{\text{дон}} = 120 \text{ МПа}; D_y = 2,5 \text{ м}, \varphi = 1, C = 0,001 \text{ м}.$

Розв'язання. Виконавчу товщину стінки еліптичного днища визначаємо за формулою (2.11):

$$S_1 = \frac{0,31 \cdot 2,5}{2 \cdot 1 \cdot 120 - (0,5 \cdot 0,31)} + 0,001 + C_1 = 0,0042 + C_1,$$
$$S_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}, \quad C_1 = 0,0008 \text{ м}.$$

Приклад 7.

Визначити діаметр патрубку штуцера, якщо $Q = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}; w = 1 \text{ м/с}.$

Розв'язання. Діаметр патрубку штуцера визначаємо за формулою (2.12):

$$D = \sqrt{\frac{7.6 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1}} = 0,05 \text{ м}.$$

**ВАРІАНТИ ЗАДАЧ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ
ЗА РОЗДІЛОМ II**

Вихідні дані наведені в таблицях 10–16.

Задача 1.

Визначити виконавчу товщину обичайки корпусу апарата, м, якщо:

Таблиця 10

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Діаметр апарата, м D_a	1,4	1,5	1,57	1,49	1,6
Допустиме напруження $\sigma_{дон}$	120	120	120	120	120
P_p – розрахунковий тиск, МПа	0,17	0,19	0,18	0,2	0,22
Φ – коефіцієнт міцності поздовжнього звареного шва	1	1	1	1	1

Задача 2

Визначити згинальний момент, що допускається - $M_{дон}$, МН·м, якщо

Таблиця 11

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
D – діаметр апарата, м	1,47	1,53	1,59	1,5	1,4
σ_m – мінімальне значення межі текучості, МПа	220	220	220	220	220
E – модуль поздовжньої пружності, МПа	$1,98 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$1,99 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^5$	$1,98 \cdot 10^5$
C – виправлення на корозію, м	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
S – товщина стінки кожуха, м	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Коефіцієнт K_u	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

Задача 3

Визначити згинальний момент, що допускається - $M_{дон}$, $МН \cdot м$, якщо

Таблиця 12

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
D – діаметр апарата, м	1,47	1,51	1,59	1,54	1,4
σ_m – мінімальне значення межі текучості, МПа	220	220	220	220	220
C – виправлення на корозію, м	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
S – товщина стінки кожуха, м	0,005	0,004	0,005	0,005	0,004
Коефіцієнт φ_i	0,22	0,25	0,19	0,18	0,2

Задача 4

Визначити згинальний момент, якщо

Таблиця 13

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Вага апарату G_1 , Н	13500	12700	13700	13100	12500
Вага вмісту апарату G_2 , Н,	19000	20100	20000	19700	18000
L – загальна довжина апарату, м	6	5	6,3	5,5	6,5
l_0 – відстань між опорами, м	2,5	2	2,3	2,2	2,8

Задача 5

Визначити згинальний момент, що допускається - $M_{\text{доп}}$, МН · м, якщо

Таблиця 14

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
D – діаметр апарата, м.	1,4	1,45	1,53	1,55	1,44
σ_m – мінімальне значення межі текучості, МПа	220	220	220	220	220
E – модуль поздовжньої пружності, МПа.	$1,98 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$1,99 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^5$	$1,98 \cdot 10^5$
S – товщина стінки кожуха, м.	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
C – виправлення на корозію, м.	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Задача 6

Визначити виконавчу товщину стінки еліптичного днища, м, якщо

Таблиця 15

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Діаметр апарату, м D_a	1,6	1,5	1,57	1,49	1,65
Допустиме напруження $\sigma_{\text{доп}}$	120	120	120	120	120
P_p – розрахунковий тиск, МПа.	0,31	0,25	0,18	0,27	0,22
Φ – коефіцієнт міцності поздовжнього звареного шва	1	1	1	1	1
C – виправлення на корозію, м	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Задача 7

Визначити діаметр патрубку штуцера, якщо

Таблиця 16

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1	2	3	4	5
Q– секундна витрата, м ³ /с	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$
W– лінійна швидкість, м/с	1.5	1.4	1.6	1.65	1.48

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Криворот А.С. Конструкция и основы проектирования машин и аппаратов химической промышленности. — М.: Машиностроение, 1976. — 376с.
2. Лазинский А.А. , Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчёта химической аппаратуры. — Л.: Машиностроение, 1970.- 752с.
3. Бакланов Н.А. Перемешивание жидкостей. – Л.: Химия,1979.- 64с.
4. ГОСТ 14 249—73.
5. ГОСТ 14 246—69.

Завданням на контрольну роботу передбачається вирішення задач за варіантами, номери яких вказані в таблиці.

Номери задач	Номери варіантів																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<i>За I розділом</i>																									
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
2	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	
4	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-
5	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
7	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>За II розділом</i>																									
1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
2	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+
3	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-
4	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
5	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+
6	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
7	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-

ЗМІСТ

	стор.
ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ.....	3
РОЗДІЛ 1.....	4
РОЗРАХУНОК МІШАЛКИ.	4
ПРИКЛАДИ ЗАДАЧ ЗА РОЗДІЛОМ I	7
ВАРІАНТИ ЗАДАЧ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗА РОЗДІЛОМ I.....	9
РОЗДІЛ II.....	12
РОЗРАХУНОК АПАРАТА	12
ПРИКЛАДИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ЗА РОЗДІЛОМ II.....	15
ВАРІАНТИ ЗАДАЧ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗА РОЗДІЛОМ II.....	18
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	21
ДОДАТОК	22

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Машинознавство з основами метрології та стандартизації» (для студентів 3 курсу денної і заочної форм навчання освітньо – кваліфікаційного рівня бакалавр, напрямів підготовки 0926 “Водні ресурси”, 6.060103 “Гідротехніка (Водні ресурси)” спеціальності 6.092600 “Водопостачання та водовідведення”)

Укладачі: Наталія Юріївна Колеснік,
Ірина Миколаївна Чуб

«Робота надрукована в авторському викладені».

План 2009, поз. 152 М

Підп. до друку 05.05.2009.	Формат 60x84 1/16	Папір офісний
Друк на ризографі.	Умов.- друк. арк. 0,9	Обл.-вид. арк. 1,1
Замовл. №	Тираж 50 прим.	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ
61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12