

**М. С. Лемешев, О. В. Березюк, С. В. Королевська**

**ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ  
ПАРАМЕТРІВ ЗАХИСТУ ЛЮДИНИ  
ВІД НЕГАТИВНИХ ФАКТОРІВ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**ПРАКТИКУМ**



Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

М. С. Лемешев, О. В. Березюк, С. В. Королевська

**ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ  
ЗАХИСТУ ЛЮДИНИ ВІД НЕГАТИВНИХ ФАКТОРІВ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**ПРАКТИКУМ**

Вінниця  
ВНТУ  
2022

**УДК 658.382.3(075)**

**Л40**

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 2 від 30.09.2021 р.)

Рецензенти:

**М. І. Стадник**, доктор технічних наук, професор

**М. Ф. Друкований**, доктор технічних наук, професор

**І. В. Коц**, кандидат технічних наук, професор

**Лемешев, М. С.**

**Л40** Інженерні розрахунки параметрів захисту людини від негативних факторів навколишнього середовища : практикум [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк, С. В. Королевська. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – (PDF, 114 с. )

У практикумі викладено основні методики інженерних розрахунків параметрів захисту від факторів ураження та небезпечних, шкідливих факторів навколишнього середовища, які вивчаються в курсі «Основи охорони праці та безпека життєдіяльності». Розраховано на студентів закладів вищої освіти при підготовці бакалаврів будівельних напрямків.

**УДК 658.382.3(075)**

© ВНТУ, 2022

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1 ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК СПОРУД ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	5
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2 ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК СПОРУД ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ.....	10
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3 ОЦІНЮВАННЯ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ.....	15
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4 ВИБІР І РОЗРАХУНОК БЛИСКАВКОЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД.....	18
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5 ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ РЕАЛІЗАЦІЇ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ І СЦЕНАРІВ ЇХНЬОГО РОЗВИТКУ.....	36
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6 НАДАННЯ ПЕРШОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ.....	38
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7 РОЗРАХУНОК ВЕРТИКАЛЬНОГО ВІДСТІЙНИКА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	64
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 8 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ, ЯКЕ НАДХОДИТЬ В АТМОСФЕРУ.....	67
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 9 ВИБІР І РОЗРАХУНОК ФІЛЬТРА ЗІ ЗВОРОТНИМ ПРОДУВАННЯМ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ГАЗУ ВІД ЦЕМЕНТНОГО ПИЛУ.....	72
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 10 РОЗРАХУНОК АЕРАЦІЙНОГО ПІСКОВЛОВЛЮВАЧА ДЛЯ ОЧИСНОЇ СТАНЦІЇ.....	77
ДОДАТКИ.....	80
ДОДАТОК А.....	81
ДОДАТОК Б.....	88
ДОДАТОК В.....	96
ДОДАТОК Г.....	103
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	110

## ВСТУП

Навчальна дисципліна «Основи охорони праці та безпека життєдіяльності» займає чільне місце у структурно-логічній схемі підготовки фахівця за освітньо-кваліфікаційним рівнем «Бакалавр» будівельних напрямків, оскільки в ній використовують досягнення та методи фундаментальних і прикладних наук: філософії, біології, фізики, хімії, соціології, психології, екології, економіки, менеджменту тощо і дозволяють випускнику вирішувати професійні завдання за певною спеціальністю з урахуванням ризику виникнення внутрішніх і зовнішніх небезпек, що спричиняють надзвичайні ситуації та їхні негативні наслідки.

Мета опанування методик інженерних розрахунків полягає у набутті студентом компетенцій, знань, умінь і навичок для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з урахуванням ризику виникнення різноманітних небезпек, які можуть спричинити надзвичайні ситуації та призвести до несприятливих наслідків на об'єктах господарювання, а також формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку, що необхідно при вивченні курсу «Основи охорони праці та безпека життєдіяльності».

Завдання вивчення матеріалу практикуму з курсу «Основи охорони праці та безпека життєдіяльності» передбачає опанування знаннями, уміннями та навичками вирішувати професійні завдання з обов'язковим урахуванням галузевих вимог щодо забезпечення безпеки персоналу та захисту населення в небезпечних та надзвичайних ситуаціях і формування мотивації щодо посилення особистої відповідальності за забезпечення гарантованого рівня безпеки функціонування об'єктів галузі, матеріальних та культурних цінностей у межах науково обґрунтованих критеріїв прийняттого ризику.

Отже, основною метою практикуму з курсу «Основи охорони праці та безпека життєдіяльності» є закріплення на практиці основних професійних компетенцій з питань захисту навколишнього середовища для вирішення професійних завдань, пов'язаних із гарантуванням збереження життя та здоров'я людини.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

### ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК СПОРУД ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ СТІЧНИХ ВОД

#### 1.1 Умови скидання стічних вод

Стічні води бувають: побутові, виробничі та дощові.

Вимоги до умов скидання стічних вод у водоймища викладені в Санітарних нормах і правилах охорони поверхневих вод від забруднень. У них наведені нормативи якості води, умови відведення стічних вод у водоймища, порядок контролю за ефективністю очищення, знезараження і знешкодження стічних вод.

Згідно з нормативами до складу і властивостей води водних об'єктів поблизу пунктів господарсько-питного (1-а категорія) і культурно-побутового (2-а категорія) водокористування висуваються такі вимоги:

1) вміст завислих речовин після скидання стічних вод не має збільшуватись більше ніж на 0,25 мг/л для 1-ї категорії і 0,75 мг/л для 2-ї категорії;

2) на поверхні водоймищ не допускається утворення плаваючих плівок, плям мінеральних масел та інших домішок;

3) вода має бути без сторонніх запахів і присмаків;

4) кількість розчиненого кисню у воді має бути не менше 4 мг/л;

5) біохімічна потреба в кисні (БПК), тобто кількість кисню, необхідного для окислення органічних речовин, становить 3 мг/л для 1-ї категорії і 6 мг/л для 2-ї категорії;

6) при скиданні у водоймище суміші виробничих і побутових стічних вод реакція  $pH = 6,5-8,5$ ;

7) вода не має містити збудників хвороб;

8) не допускається вміст у водоймищі отруйних речовин;

9) підвищення температури води у водоймищі при скиданні в нього стічних вод не має перевищувати  $T_{дон} = 3$  °С порівняно з середньодобовою температурою найбільш теплого місяця року за останні 10 років.

#### 1.2 Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод

З метою вибору методу та споруди для очищення стічних вод перед пуском їх у водоймище проводиться контроль та розрахунок за нижчезказаними показниками.

1) За кількістю завислих речовин.

Гранично допустимий вміст завислих речовин у контрольному створі (поперечному перерізі водотоку, у якому здійснюється контроль за якістю води) визначається за формулою

$$m = C \left( \frac{\alpha Q_B}{q_{CB}} + 1 \right) + C_B \text{ [мг/л (г/м}^3\text{)]}, \quad (1.1)$$

де  $C$  – допустиме збільшення вмісту шкідливих речовин,  $C = 0,25/0,75$  мг/л (для 1-ї та 2-ї категорій водокористування відповідно);

$Q_B$  – витрати води водоймищем, м<sup>3</sup>/с;

$q_{CB}$  – величина потоку стічних вод, м<sup>3</sup>/с;

$C_B$  – вміст завислих речовин у воді водоймища до місця спуску стічних вод, мг/л;

$\alpha$  – коефіцієнт змішування

$$\alpha = \xi \varphi \sqrt[3]{\frac{E}{q_{CB}}}, \quad (1.2)$$

де  $\xi$  – коефіцієнт, що враховує місце розташування спуску стічних вод (для берегового спуску  $\xi_b = 1$ ; для руслового спуску  $\xi_b = 1,5$ );

$\varphi$  – коефіцієнт звивистості русла річки

$$\varphi = \frac{l_\phi}{l_\Pi}, \quad (1.3)$$

де  $l_\phi$  – відстань по фарватеру від місця спуску до місця контролю, м;

$l_\Pi$  – відстань напряму, м (рис. 1.1);

$E$  – коефіцієнт турбулентної дифузії

$$E = \frac{v_{cp} H_{cp}}{200} \text{ [м}^2\text{/с]}, \quad (1.4)$$

де  $v_{cp}$  – середня швидкість течії річки, м/с;

$H_{cp}$  – середня глибина русла річки, м.

Ефективність очищення за завислими речовинами

$$\varepsilon = \frac{C_\Pi - m}{C_\Pi} 100\%, \quad (1.5)$$

де  $C_\Pi$  – концентрація завислих речовин у стічних водах до їхнього очищення, мг/л.

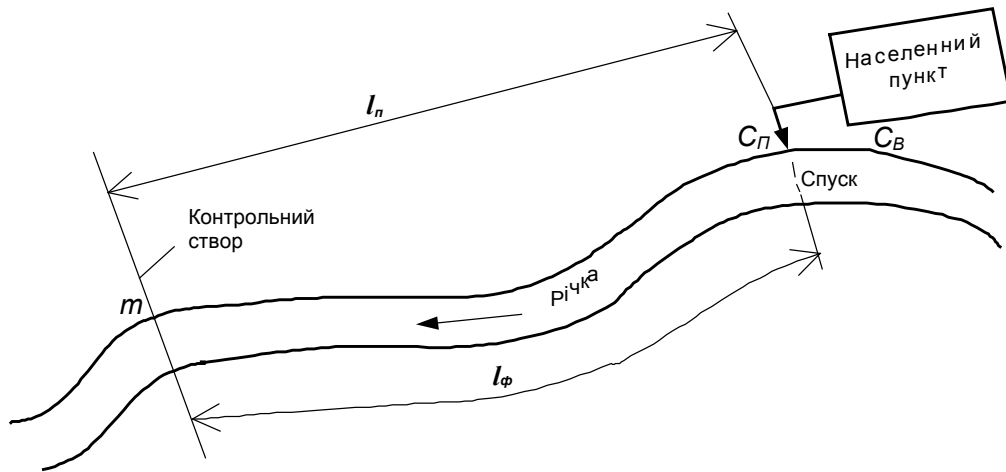


Рисунок 1.1 – Схема ділянки річки, що бере участь у змішуванні стічних вод з водою водоймища

2) За розчиненим у воді водоймища киснем.

Допустима біохімічна потреба в кисні (БПК) стічних вод визначається за формулою

$$L_{св} = \frac{\alpha Q_B}{0,4q_{св}} (O_B - 0,4L_B - O) - \frac{O}{0,4} \text{ [мг/л]}, \quad (1.6)$$

де  $L_{св}$ ,  $L_B$  – повна БПК, відповідно, стічними водами і водою водоймища, мг/л;

$O_B$  – вміст розчиненого кисню у воді водоймища  $\geq 4$  мг/л;

$O$  – максимальна БПК 3/6 мг/л (1/2 категорій водокористування);

0,4 – коефіцієнт перерахунку БПК повного в БПК добового.

Ефективність очищення знаходиться за формулою

$$\varepsilon = \frac{L_{п} - L_{св}}{L_{п}} 100\%, \quad (1.7)$$

де  $L_{п}$  – БПК стічних вод до їхнього очищення, мг/л.

3) За температурою стічних вод, що скидаються у водоймища,

$$T_{св} \leq nT_{доп} + T_{max} \text{ [}^\circ\text{C]}, \quad (1.8)$$

де  $T_{св}$  – температура стічних вод,  $^\circ\text{C}$ .

$T_{доп}$  – допустиме підвищення температури води у водоймищі,  $^\circ\text{C}$  ( $T_{доп} = 3 \text{ }^\circ\text{C}$ );

$T_{max}$  – максимальна температура води у водоймищі,  $^\circ\text{C}$ ;

$n$  – кратність розбавлення води



$$n = \frac{\alpha Q_B + q_{CB}}{q_{CB}} \quad (1.9)$$

4) За вмістом шкідливих речовин.

Концентрація шкідливих речовин порівнюється з ГДК:

$$C \leq ГДК. \quad (1.10)$$

За наявності декількох шкідливих речовин, що належать до однієї групи ЛПШ (лімітувальний показник шкідливості), тобто речовин однонаправленої дії, має виконуватись умова

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1. \quad (1.11)$$

Виділяють такі групи ЛПШ (табл. 1.1):

- загальносанітарні;
- санітарно-токсичні;
- органолептичні;
- токсикологічні;
- рибогосподарські.

Таблиця 1.1 – ГДК та групи ЛПШ шкідливих речовин у воді

Речовина	ГДК, мг/л	група ЛПШ
Ртуть	0,005	токсикологічна
Кадмій	0,01	токсикологічна
Феноли	0,001	рибогосподарська
Амоній	0,5	токсикологічна
Залізо	0,3	токсикологічна
Кальцій	100	санітарно-токсична
Магній	50	токсикологічна
Аміак	0,05	токсикологічна
Бензол	0,5	токсикологічна
Калій	50	санітарно-токсична
Метанол	0,1	санітарно-токсична
Сірка	10	токсикологічна
Нафтопродукти	0,05	рибогосподарська

### **Контрольні запитання**

1. У якому документі викладено вимоги до умов скидання стічних вод у водоймища?
2. Скільки існує категорій водокористування?
3. Яку величину не має перевищувати підвищення температури води у водоймищі при скиданні в нього стічних вод?
4. Як класифікуються забруднення водоймищ?
5. Який із видів забруднення зумовлюється збільшенням вмісту у воді неорганічних та органічних шкідливих домішок?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

### ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК СПОРУД ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ

Ступінь забруднення повітря викидами промислових підприємств біля земної поверхні зумовлюється не тільки кількістю речовин, що викидаються, а й їхнім розподіленням у просторі та часі, зображеному на рис. 2.1, а також параметрами виходу газопо-повітряної суміші.

В атмосфері викинуті частинки рухаються завдяки молекулярній та турбулентній дифузії, інтенсивність визначається двома факторами:

- 1) вектором швидкості вітру;
- 2) вертикальним температурним градієнтом.

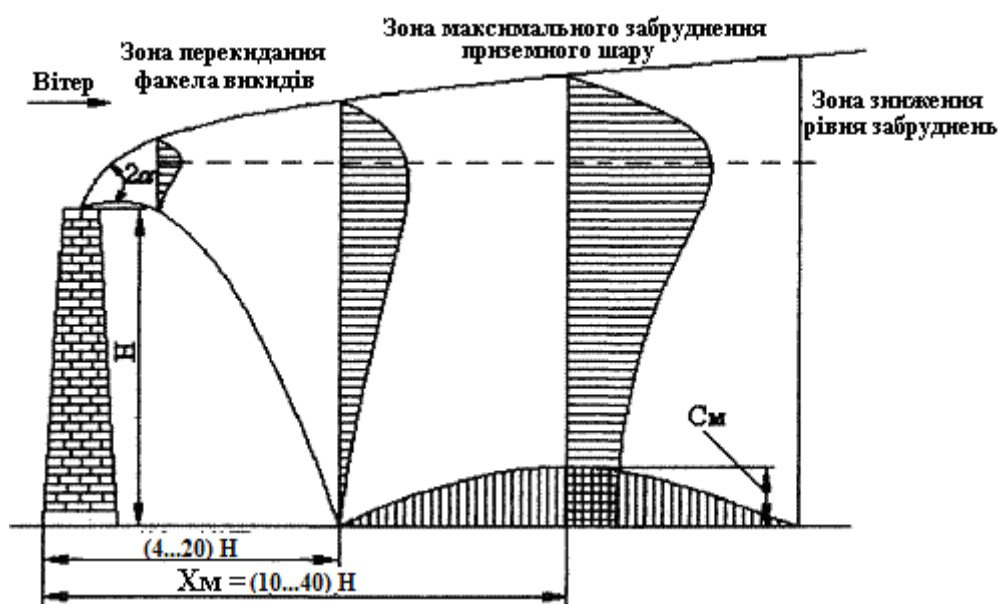


Рисунок 2.1 – Розподіл концентрації шкідливих речовин в атмосфері при розсіюванні через високі димові труби

Кут  $\alpha = 10^\circ \dots 15^\circ$ .

Для того, щоб концентрація шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери не перевищувала ГДК, значення яких наведено в табл. 2.1, пило-газові відходи підлягають розсіюванню в атмосфері через високі димові труби. При достатньо високій димовій трубі забруднення досягають приземного шару атмосфери на значній відстані від неї, коли вони вже встигають розсіюватися в атмосферному повітрі до допустимих концентрацій.

Основним документом, що регламентує розрахунок розсіювання і визначення приземних концентрацій викидів промислових підприємств, є «Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств». Шифр ОНД-86.

Згідно з цією методикою, значення приземної концентрації шкідливої речовини при викиді газоповітряної суміші з одноствольної труби з круглим перерізом за несприятливих метеорологічних умов визначається за формулою

$$C_M = \frac{AMFmn\eta}{H^2 \sqrt[3]{Q\Delta T}} \leq \text{ГДК} - C_\phi \text{ [мг/м}^3\text{]}, \quad (2.1)$$

де  $A$  – коефіцієнт, що залежить від температурного градієнта атмосфери (на території України 50–52° північної широти  $A = 180$ , а південніше 50°  $A = 200$ ),  $\text{с}^{2/3} \text{мг}(\text{°C})^{1/3}/\text{Г}$ .

$M$  – маса шкідливої речовини, що викидається в атмосферу за одиницю часу, г/с;

$F$  – коефіцієнт, який враховує швидкість осідання шкідливих речовин (для газів  $F = 1$ ; для пилу, при ефективності очищення не менше 90%,  $F = 2$ ; від 75 до 90%  $F = 2,5$ ; без очищення чи з ефективністю очищення менше 75%  $F = 3$ );

$m$ ,  $n$  – безрозмірні коефіцієнти, які враховують умови виходу газоповітряної суміші;

$\eta$  – коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості (на рівній місцевості чи з перепадом висот  $h \leq 50$  м на відстані до 1 км  $\eta = 1$ );

$H$  – висота труби, м;

$Q$  – потік газоповітряної суміші:

$$Q = \frac{\pi D_0^2}{4} v_0 \text{ [м}^3/\text{с]}, \quad (2.2)$$

де  $v_0$  – швидкість виходу суміші, м/с;

$D_0$  – діаметр труби, м.

$\Delta T = t_g - t_n$  – різниця температур, °C;

$t_g$  – температура газу, °C;

$t_n$  – температура повітря, °C;

$C_\phi$  – фонові концентрації шкідливих речовин, мг/м<sup>3</sup>.

Значення коефіцієнтів  $m$  і  $n$  визначаються залежно від параметрів  $f$ ,  $v_M$ ,  $v'_M$  і  $f_e$ .

$$f = 1000 \frac{v_0^2 D_0}{H^2 \Delta T}; \quad (2.3)$$

$$v_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{Q\Delta T}{H}}; \quad (2.4)$$

$$v'_M = 1,3 \frac{v_0 D_0}{H}; \quad (2.5)$$

$$f_e = 800(v'_M)^3. \quad (2.6)$$

Коефіцієнт  $n$  визначається залежно від  $f$  за формулами

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \text{ при } f < 100; \quad (2.7, \text{ а})$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \text{ при } f \geq 100. \quad (2.7, \text{ б})$$

Для  $f_e < f < 100$  значення коефіцієнта  $m$  обчислюється при  $f = f_e$ .  
Коефіцієнт  $n$  визначається залежно від  $v_M$  за формулами

$$n = 1 \text{ при } v_M \geq 2; \quad (2.8, \text{ а})$$

$$n = 0,532 v_M^2 - 2,13 v_M + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq v_M < 2; \quad (2.8, \text{ б})$$

$$n = 4,4 v_M \text{ при } v_M < 0,5. \quad (2.8, \text{ в})$$

Відстань від джерела викидів до того місця, де приземна концентрація шкідливих речовин буде максимальною, визначається за формулою

$$X_M = \frac{5 - F}{4} d \cdot H \text{ [м]}, \quad (2.9)$$

де  $d$  – безрозмірний коефіцієнт, який враховує умови виходу газоповітряної суміші.

Безрозмірний коефіцієнт  $d$  при  $f < 100$  знаходиться за формулами

$$d = 2,48 \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{f_e}\right) \text{ при } v_M \leq 0,5; \quad (2.10, \text{ а})$$

$$d = 4,95 v_M \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{f}\right) \text{ при } 0,5 < v_M \leq 2; \quad (2.10, \text{ б})$$

$$d = 7 \sqrt{v_M} \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{f}\right) \text{ при } v_M > 2. \quad (2.10, \text{ в})$$

Таблиця 2.1 – ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони та в атмосфері населених пунктів

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>			Клас небезпечності	Агрегатний стан
	У повітрі робочої зони	У атмосфері населених пунктів			
		Максимально разова	Середньодобова		
Азоту двоокис NO <sub>2</sub>	5	0,085	0,085	2	п
Аміак	20	0,2	0,2	2	п
Ангідрид сірчаний SO <sub>2</sub>	10	0,5	0,05	3	п
Ангідрид оцтовий	3	0,1	0,03	3	п
Ангідрид фосфорний	1	0,15	0,05	2	а
Ацетон	200	0,35	0,35	4	п
Бензин (нафтовий, малосірчаний)	100	5	1,5	4	п
Бензин (сланцевий)	100	0,05	0,05	4	п
Бензол	5	1,5	0,8	2	п
Бутан C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	400	200	-	4	п
Бутилацетат	200	0,1	0,1	4	п
Водень хлористий	5	0,2	0,2	2	п
Гексан C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	900	60	-	4	п
Дихлорфторметан (фреон) CHCl <sub>2</sub> F	3000	100	10	4	п
Кислота азотна HNO <sub>3</sub>	-	0,4	0,4	2	п
Кислота сірчана H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1	0,8	0,1	2	а
Кислота оцтова	5	0,2	0,06	3	п
Ксилол	50	0,2	0,2	3	п
Марганець і його сполуки	0,3	-	0,01	2	а
Мідь (окис)	1	-	0,02	2	а
Нафталін	20	0,003	0,003	4	п
Нікель (розчинні солі)	0,005	-	0,0002	1	а
Озон	0,1	0,16	0,03	4	п
Перхлоретилен	-	-	0,06	2	п
Ртуть металева	0,01	-	0,0003	1	п
Сажа	4	0,15	0,05	3	а
Свинець і його сполуки	0,01	-	0,0003	1	а
Сірководень (H <sub>2</sub> S)	10	0,008	0,008	2	п
Спирт бутиловий	10	0,1	0,1	3	п
Спирт ізобутиловий	10	0,1	0,1	4	п
Спирт метиловий	5	1,0	0,5	3	п
Спирт етиловий	1000	5	5	4	п
Сірковуглець (CS)	1	0,03	0,005	2	п
Стирол	5	0,003	0,003	3	п
Вуглець (окис CO)	20	3	1	4	
Толуол	50	0,6	0,6	3	п
Трихлорфторметан CCl <sub>3</sub> F	1000	100	10	4	п
Фенол	0,3	0,01	0,01	3	п
Формальдегід	0,5	0,035	0,003	2	п
Хлор	1	0,1	0,03	2	п
Цинк (окис)	0,5	-	0,05	3	а
Цемент	6	0,3	0,1	3	а
Вапняк CaCO <sub>3</sub>	6	6	6	4	а
Пил (зерновий)	4	4	4	4	а
Пил рослинного і тваринного походження:	2	2	2	4	а
- з вмістом діоксиду кремнію 10%	4	4	4	4	а
- те ж, від 2 до 10%					
- те ж, до 2% (пил борошна, бавовняно-паперовий, деревини)	6	6	6	4	а

Примітка. а – аерозолі, п – пари і/або газу.

При  $f > 100$  або  $\Delta T \approx 0$  значення  $d$  знаходиться за формулами

$$d = 5,7 \text{ при } v'_M \leq 0,5; \quad (2.11, \text{ а})$$

$$d = 11,4 v'_M \text{ при } 0,5 < v'_M \leq 2; \quad (2.11, \text{ б})$$

$$d = 16 \sqrt{v'_M} \text{ при } v'_M > 2. \quad (2.11, \text{ в})$$

### **Контрольні запитання**

1. Чим обумовлюється ступінь забруднення повітря біля земної поверхні в результаті викидів промислових підприємств?
2. Завдяки чому рухаються викинуті в атмосферу частинки шкідливих речовин?
3. Від чого залежить інтенсивність руху викинутих в атмосферу частинок шкідливих речовин?
4. Яким чином класифікуються атмосферні забруднювачі?
5. Яка речовина називається сажею?
6. Які викиди викидають сміттєспалювальні заводи?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

### ОЦІНЮВАННЯ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ

Радіаційна обстановка – це обстановка, що склалася на території підприємства, населеного пункту чи адміністративного району внаслідок аварії на АЕС з викидом радіоактивних речовин.

Радіаційна обстановка характеризується рівнями радіації і розмірами зон радіоактивного забруднення, які є основними показниками небезпеки для життя людей і роботи об'єктів господарської діяльності.

Оцінювання радіаційної обстановки проводиться з метою вжиття необхідних заходів захисту, які забезпечують зменшення радіоактивного опромінення та визначення найбільш доцільних дій робітників та службовців, населення та особового складу формувань цивільної оборони на зараженій місцевості.

Радіаційна обстановка на об'єкті виявляється постами радіаційного спостереження, ланками та групами радіаційної розвідки, а оцінюється штабами цивільної оборони, командирами формувань і керівниками робіт.

Виявлення та оцінювання радіаційної обстановки може проводитись методом прогнозування й за даними радіаційної розвідки.

Метод прогнозування дає тільки наближені результати, потрібні для вчасного прийняття рішень щодо захисту населення.

В табл. 3.1 наведені одиниці вимірювання радіоактивного забруднення.

Таблиця 3.1 – Одиниці вимірювання радіоактивного забруднення

Дозиметричні величини	Одиниці вимірювання		Переведення одиниць
	система СІ	позасистемні	
Поглинута доза	Грей (Гр) (1 кг речовини поглинає енергію в 1 Дж)	Рад	1 Гр = 1 Дж/кг 1 Гр = 100 рад
Еквівалентна доза	Зіверт (Зв)	бер (біологічний еквівалент Рентгена)	1 Зв = 100 бер
Експозиційна доза	Кл/кг (1 Кл електричних зарядів у 1 кг повітря)	Рентген (Р)	1 Кл/кг = 3876 Р 1 Р = 2,58 · 10 <sup>-4</sup> Кл/кг 1 Р ~ 0,88 рад
Рівень радіації (потужність експозиційної дози)	А/кг	Р/год	1 А/кг = 1,4 · 10 <sup>7</sup> Р/год
Активність	Бекерель (Бк) (1 розпад ядра атома за 1 с)	Кюрі (Ки)	1 Бк = 1 розпад/с 1 Ки = 3,7 · 10 <sup>10</sup> Бк
Щільність забруднення	Бк/м <sup>2</sup>	Ки/м <sup>2</sup>	1 Ки/м <sup>2</sup> = 3,7 · 10 <sup>10</sup> Бк/м <sup>2</sup> 1 Ки/м <sup>2</sup> ~ 10 Р/год



При виявленні радіаційної обстановки за даними розвідки на картусхемі наносяться рівні радіоактивних забруднень і розміри зон забруднень.

Для оцінювання радіаційної обстановки початковими даними є:

- 1) виміряні рівні радіації  $p_t$  через  $t$  годин [Р/год];
- 2) коефіцієнт послаблення радіації  $K_{\text{посл}}$ ;
- 3) допустимі дози опромінювання  $D_{\text{дон}}$ , [Р].
- 4) поставлена задача і терміни її виконання.

При оцінюванні радіаційної обстановки визначаються:

1. Можливі дози опромінення людей

$$D_M = \frac{2 p_1 (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{\text{посл}}} \text{ [Р]}, \quad (3.1)$$

де  $p_1$  – рівень радіації через 1 годину після аварії, Р/год;

$p_t = p_1 t^{-0,5}$  [Р/год] – при аварії на АЕС, Р/год;

$p_t = p_1 t^{-1,2}$  [Р/год] – при застосуванні ядерної зброї, Р/год;

$t_n, t_k$  – час початку та кінця опромінення, год.

2. Можливі радіаційні втрати (табл. 3.2)

$$B = f(D_M, t) \text{ [%]}. \quad (3.2)$$

Таблиця 3.2 – Імовірність втрати працездатності людей при зовнішньому  $\gamma$ -опроміненні  $B$ , %

Тривалість опромінення $t$ , діб	Доза опромінення $D_M$ , Р							
	200	300	400	500	600	700	800	900
7	0	70	100	100	100	100	100	100
15	0	60	86	87	92	96	97	100
30	0	43	60	68	78	87	91	100
60	0	10	10	30	50	70	80	100

3. Ступінь зараження техніки, обладнання, засобів індивідуального захисту, одягу, продуктів харчування і води.
4. Найбільш доцільні дії на зараженій місцевості:
  - а) час перебування;
  - б) кількість потрібних робочих змін;
  - в) час початку і тривалість роботи кожної зміни;
  - г) режим радіаційного захисту людини.

### **Контрольні запитання**

1. Як називається обстановка, що склалася на території підприємства, населеного пункту чи адміністративного району внаслідок аварії на АЕС з викидом радіоактивних речовин?
2. Якими параметрами характеризується радіаційна обстановка?
3. Ким виявляється радіаційна обстановка на об'єкті?
4. Ким оцінюється радіаційна обстановка на об'єкті?
5. Якими методами може проводитись виявлення та оцінювання радіаційної обстановки?
6. Які результати дає метод прогнозування радіаційної обстановки?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

### ВИБІР І РОЗРАХУНОК БЛИСКАВКОЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

#### 4.1 Загальні відомості

Блискавка – це інтенсивний розряд атмосферної електрики. Оскільки ці розряди можуть створювати небезпеку для людей, руйнувати будівлі і споруди, призводити до вибухів і пожеж, їх здавна прийнято називати грозовими.

Дія блискавки на будівлі та споруди проявляється у вигляді прямого удару блискавки в об'єкт, дії електростатичної та електромагнітної індукції і в занесенні високих потенціалів у будівлі і споруди.

Найнебезпечнішим є прямий удар блискавки в об'єкт, тому що при ньому протягом часток секунди (1...100 мкс) по каналу блискавки протікає струм силою 200...500 кА, розігріваючи його до 20 000 °С.

Електростатична індукція проявляється в наведенні потенціалів на наземних об'єктах у результаті змін електричного поля грозової хмари. Це створює небезпеку іскріння між металевими елементами конструкцій і обладнання.

Електромагнітна індукція – наведення потенціалів у незамкнених металевих контурах у результаті швидких змін струму блискавки, що створює небезпеку іскріння в місцях зближення цих контурів. Занесення високих потенціалів – перенесення наведених блискавкою високих електричних потенціалів у будівлі й споруди по зовнішніх металевих комунікаціях (наприклад, естакади, монорейки, канатні дороги, трубопроводи, електричні кабелі з металевими оболонками, прокладені в землі, каналах, тунелях тощо).

Індуктивні струми і високі потенціали, крім породжуваних ними іскрінь, можуть призводити до нагрівання металевих конструкцій і обладнання та запалювання горючих матеріалів і речовин, які знаходяться поблизу. Близький удар блискавки внаслідок електромагнітної індукції створює також індуктовані перенапруги в електричних мережах, що викликає серйозну небезпеку для ізоляції електроустановок, призводить до ураження людей електричним струмом, виникнення пожежі. У зв'язку з цим необхідно приділяти увагу питанням блискавкозахисту будівель, електричних мереж, станцій, підстанцій та інших споруд.

#### 4.2 Влаштування блискавкозахисту

Блискавкозахист – це комплекс захисних пристроїв, які забезпечують безпеку людей, збереження будівель і споруд, обладнання й матеріалів від можливих вибухів, загорання і руйнувань, які виникають при дії блискавки.

Проектування і влаштування блискавкозахисту нових, реконструйованих і розширених будівель та споруд має виконуватися згідно з інструкцією з проектування і улаштуванню блискавкозахисту будівель і споруд СН 305-77.

Будівлі і споруди або їхні частини, залежно від призначення державної ваги, ступеня вогнестійкості, вибухової і пожежної безпеки, інтенсивності грозової діяльності в цій місцевості, а також від очікуваної кількості уражень блискавкою в рік, підлягають захисту згідно з категоріями влаштування блискавкозахисту і типом зони захисту відповідно до нормативів, наведених у табл. 4.1.

Очікувана річна кількість уражень блискавкою будівель і споруд, не обладнаних блискавкозахистом, визначається за формулою

$$N = (B + 6h_x)(L + 6h_x)nl0^{-6} \text{ [рік}^{-1}\text{]}, \quad (4.1)$$

де  $B$  і  $L$  – відповідно, ширина і довжина захищуваної будівлі чи споруди, яка має в плані прямокутну форму, м;

$h_x$  – найбільша висота будівлі чи споруди, м;

$n$  – середньорічна грозова діяльність (середньорічне число ударів блискавки в  $1 \text{ км}^2$  земної поверхні в місцевості розташування будівлі, яке знаходять за табл. 4.2), год/рік.

Середньорічна грозова діяльність у годинах визначається за спеціально розробленою картою або на підставі офіційних даних місцевих метеорологічних станцій. Згідно з розробленою картою на території України тривалість грозової діяльності така:

АР Крим і Херсонська область – 40...60 год/рік;

Донецька, Дніпропетровська, Закарпатська, Запорізька, Львівська і Тернопільська області – 80...100 год/рік;

Чернівецька область – більше 100 год/рік;

на решті території – 60...80 год/рік.

Для будівель складної конфігурації при розрахунку  $N$  і  $L$  розглядаються ширина і довжина найменшого прямокутника, у який може бути вписана будівля в плані.

Відповідно до інструкції з призначення та конструктивного виконання блискавкозахист поділяється на три категорії. До I категорії висуваються підвищені вимоги надійності, і вона застосовується для захисту найбільш важливих і вибухопожежо-небезпечних об'єктів. Будівлі та споруди, що належать до I і II категорій, мають бути захищені від прямих ударів блискавки (ПУБ), електростатичної та електромагнітної індукції й занесення високих потенціалів через наземні та підземні металеві комунікації.

Будівлі і споруди, що належать до III категорії блискавкозахисту, захищаються тільки від ПУБ і від занесення високих потенціалів.

Таблиця 4.1 – Категорії влаштування блискавкозахисту  $K$  і типи зони захисту

Ч.ч.	Будівлі й споруди	Місцеположення	Тип зони захисту	$K$
1	2	3	4	5
1	Будівлі і споруди або їхні частини з зонами, які за ПУЕ належать до класів В-І і В-ІІ	На всій території	Зона А	І
2	Будівлі і споруди або частини з зонами, які за ПУЕ належать до класів В-Іа, В-Іб і В-Іаа	У місцевості з середньою грозовою діяльністю 10 і більше годин в рік.	При очікуваній кількості уражень: $N < 1$ – зона Б, $N > 1$ – зона А	ІІ
3	Зовнішні технологічні установки і відкриті склади, які за ПУЕ належать до класу В-Іг	На всій території	Зона Б	ІІ
4	Будівлі й споруди з зонами, які за ПУЕ належать до класів П-І, П-ІІ і П-Іаа	У місцевості з середньою грозовою діяльністю 20 і більше годин в рік	Для будівель і споруд І і ІІ ступенів вогнестійкості при $0,1 < N \leq 2$ і для ІІІ, ІV, V ступенів вогнестійкості при $0,02 < N \leq 2$ – зона Б; при $N > 2$ – зона А	ІІІ
5	Зовнішні технологічні установки і відкриті склади, які за ПУЕ належать до зон класу П-ІІІ	Те ж	Зона Б	ІІІ
6	Будівлі й споруди ІІІ, ІV, V ступенів вогнестійкості, у яких відсутні зони, що належать за ПУЕ до класів вибухо- і пожежонебезпечних	Те ж	При очікуваній кількості уражень: $0,1 < N < 2$ зона Б; $N > 2$ зона А.	ІІІ
7	Тваринницькі й птахівницькі будівлі й споруди ІІІ, ІV і V ступенів вогнестійкості: для великої рогатої худоби і свиней на 100 голів і більше, для овець на 500 голів і більше, для птахів на 1000 штук і більше	У місцевості з середньою грозовою діяльністю 40 і більше годин на рік	Зона Б	ІІІ
8	Димові труби підприємств і котелень, водонапірні й силосні вежі, вежі різних призначень висотою 15 м і більше	У місцевості з середньою грозовою діяльністю 10 і більше годин в рік	Зона Б	ІІІ
9	Житлові й громадські будівлі, підвищені більше за 25 м над середньою висотою навколишніх будівель в радіусі 400 м, а також окремо стоячі будівлі висотою більше 30 м, віддалені від інших будівель більше як на 400 м	У місцевості з середньогрозовою діяльністю 20 і більше годин в рік	Зона Б	ІІІ

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
10	Окремо розташовані житлові й громадські будівлі в сільській місцевості висотою більше 30 м	Те ж	Зона Б	III
11	Громадські будівлі III, IV і V ступенів вогнестійкості такого призначення: дитячі садки і ясла, школи і школи-інтернати, спальні корпуси санаторіїв, будинків відпочинку і дитячих таборів, лікувальні корпуси лікарень, клуби, кінотеатри	Те ж	Зона Б	III
12	Будівлі й споруди, які є пам'яткою історії й культури	У місцевості з середньою грозовою діяльністю 10 і більше годин у рік	Зона Б	III

При ширині будівель і споруд більше 100 м виконуються заходи з вирівнювання потенціалів.

Таблиця 4.2 – Середньорічна грозова діяльність

Інтенсивність грозової діяльності, годин у рік	Середньорічне число ударів блискавки в 1 км <sup>2</sup> земної поверхні	Інтенсивність грозової діяльності, годин у рік	Середньорічне число ударів блискавки в км <sup>2</sup> земної поверхні
10 ... 20	1	60 ... 80	9
20 ... 40	3	80 і більше	12
40 ... 60	6		

Для захисту будівель і споруд від ПУБ застосовують блискавковідводи, які приймають на себе розряд блискавки й відводять струм розряду в землю. Блискавковідводи складаються з блискавкоприймача, струмовідводу, заземлювального пристрою та опори, на якій закріплені блискавкоприймачі та струмовідводи (рис. 4.1).

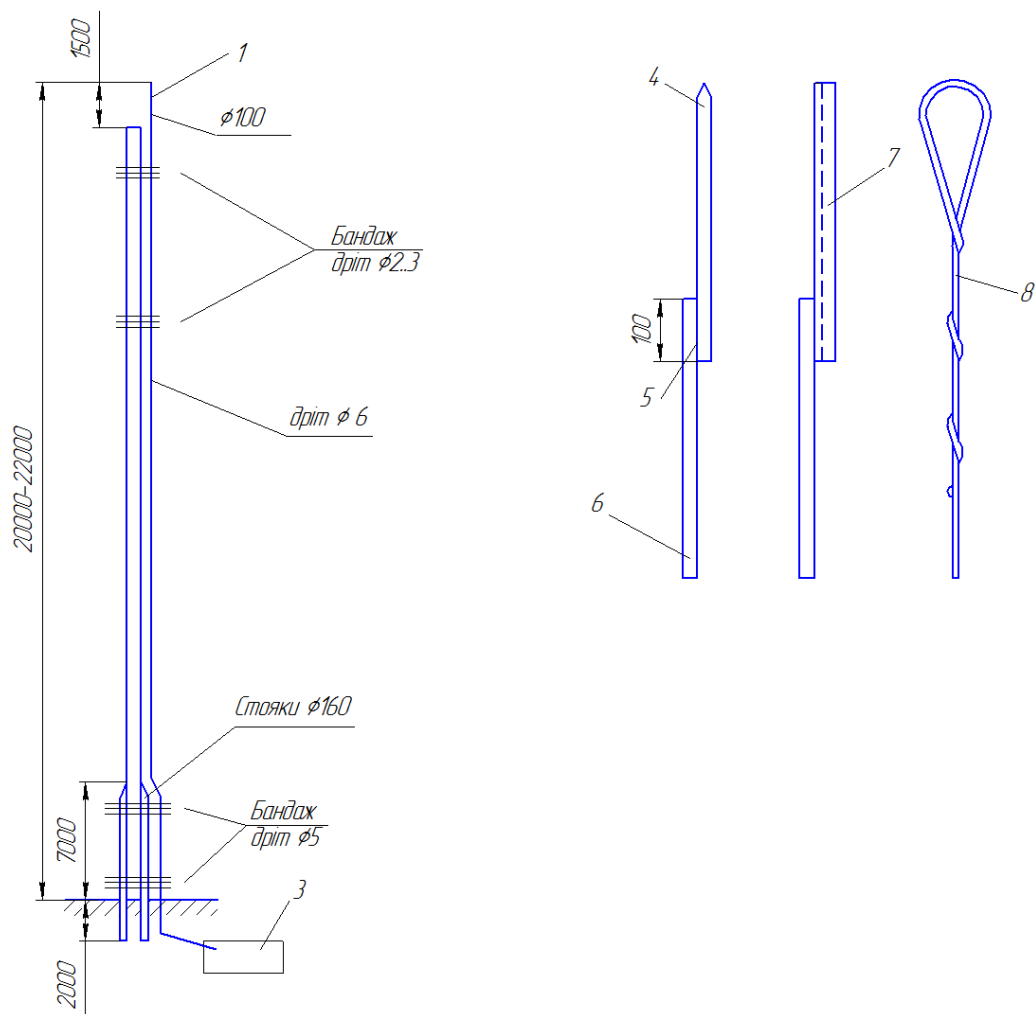


Рисунок 4.1 – Конструкції блискавковідводів:

1 – блискавкоприймач; 2 – струмовідвід (на рис. не показано); 3 – заземлювальний пристрій; 4 – блискавкоприймач з труби; 5 – зварювальний шов; 6 – струмовідвід; 7 – блискавкоприймач з кутикового металу; 8 – блискавкоприймач з дроту діаметром 8 ... 10 мм

Блискавкоприймачі 1 приймають удар блискавки. Вони можуть бути: стержневими (сталеві стержні круглої чи кутової форми, довжиною не менше 200 мм та площею поперечного перерізу не менше 100 мм<sup>2</sup>); тросовими (сталевий оцинкований трос площею поперечного перерізу не менше 35 мм<sup>2</sup>, що відповідає діаметру троса 7 мм); сітчастими (металева сітка зі сталевого дроту діаметром 6 ... 8 мм, яку встановлюють на плоский дах будинку під шар негорючих утеплювачів). Як блискавкоприймач використовують також і металеву покрівлю будинку. Вибір виду блискавкоприймача залежить від розмірів і форми об'єктів.

Струмовідводи 2 виконують із дроту діаметром не менше 6 мм, або сталеві штаби площею поперечного перерізу 26 ... 30 мм<sup>2</sup>. Блискавкоприймач і струмовідвід з'єднують зварюванням.

Заземлювальний пристрій 3, залежно від розмірів, розміщення та форми електродів, може бути: заглибленим (зі штаби, кутової чи круглої

сталі, прокладених по дну котловану для фундаменту будинку); вертикальним (зі сталевих вертикально вкручених у землю стержнів довжиною 4,5...5 м або забитих електродів із кутикової сталі довжиною 2,5 ... 3 м, верхні кінці цих електродів заглиблені на 0,6...0,7 м і з'єднані між собою); горизонтальним (зі штаби, кутикової чи круглої сталі, прокладених у землі на глибині 0,6 ... 0,7 м); комбінованим (з вертикальних стержнів довжиною 2,5 ... 3,0 м, верхні кінці яких заглиблено на 0,6 ... 0,7 м у землю і з'єднано по контуру сталевую штабою, яку розміщують горизонтально на ребро). Тип заземлювача залежить від питомого опору ґрунту та необхідного імпульсного опору.

Бискавкозахисні пристрої, залежно від категорії, можуть бути виконані по-різному. Для захисту від ПУБ будівель і споруд, які належать за виконанням блискавкозахисту до I категорії, потрібно застосовувати окремо стоячі стержневі (рис. 4.2) або тросові (рис. 4.3) блискавковідводи, а за неможливості їхнього спорудження допускається встановлення ізолюваних блискавковідводів безпосередньо на захисному об'єкті.

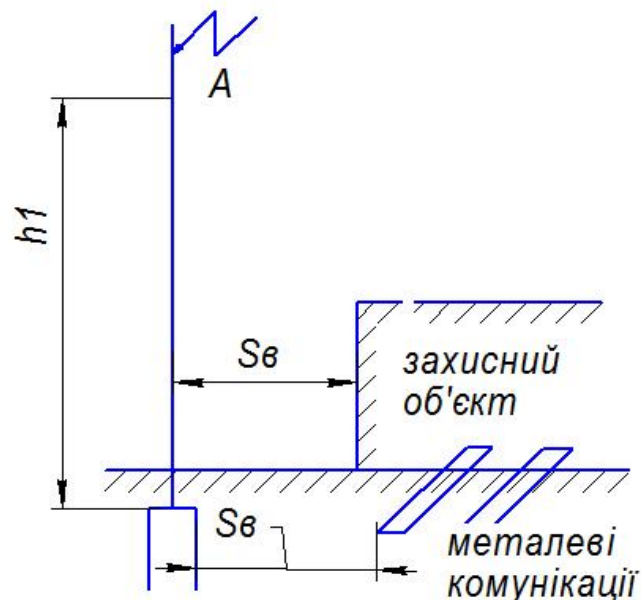


Рисунок 4.2 – Окремо стоячий стержневий блискавковідвід

Під час встановлення окремо стоячих та ізолюваних стержневих або тросових блискавковідводів потрібно віддаляти елементи блискавковідводу від захисного об'єкта і підземних металевих комунікацій на достатньо безпечну відстань для уникнення їхнього перекривання. Так, згідно з СН 305-77, від струмовідводу окремо стоячого стержневого блискавкозахисту до захисного об'єкта при висоті  $h$  об'єкта, рівній 30 м, має бути біля 4 м.



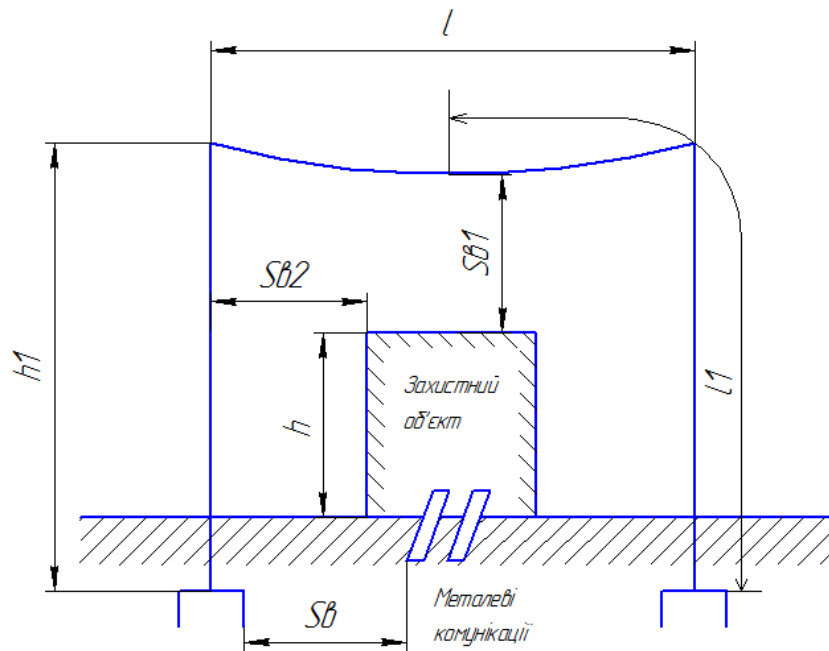


Рисунок 4.3 – Окремо стоячий тросовий блискавковідвід

Для уникнення занесення високих потенціалів в захисні споруди по підземних металевих комунікаціях потрібно заземлювальні пристрої захисту від ПУБ і підведення до них розташовувати на відстані:  $S_3 = 0,5R_i$  – для стержневих блискавковідводів;  $S_3 = 0,3R_i$  – для тросових блискавковідводів, де  $R_i$  – величина імпульсного опору заземлювального пристрою, Ом.

Імпульсний опір заземлювального пристрою – електричний перехідний опір між електродами заземлювального пристрою і землею при протіканні струмів блискавки.

Імпульсний опір заземлювального пристрою, який складається з електродів або променів, визначається за формулою

$$R_i = \alpha_i \frac{R}{r_i} \eta, \quad (4.2)$$

де  $\alpha_i$  – імпульсний коефіцієнт, який залежить від конструкції заземлювального пристрою, питомого опору ґрунту  $\rho$  і струму блискавки  $I_{max}$ ;

$\eta$  – імпульсний коефіцієнт використання заземлювального пристрою, що враховує погіршення умов розтікання струму блискавки внаслідок взаємного екранування електродів;

$R$  – опір розтікання струму при промисловій частоті, Ом.

Усереднені значення коефіцієнтів  $\alpha_i$  і  $\eta$  для деяких конструкцій заземлювальних пристроїв наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Усереднені значення коефіцієнтів  $\alpha_i$  і  $\eta$  для деяких конструкцій заземлювальних пристроїв

Заземлювальні пристрої	$\alpha_i$ при $\rho$ , Ом·м				$\eta$
	100	200	500	1000	
Вертикальні стержні, з'єднані штабою (відстань між електродами вдвічі більша за їхню довжину): 2–4 стержні	0,5	0,45	0,3	–	0,75
8 стержнів	0,7	0,55	0,4	0,3	0,75
15 стержнів	0,8	0,7	0,55	0,4	0,75
Дві вертикальні штаби довжиною по 5 м, які симетрично розходяться від точки приєднання струмовідводів	0,65	0,55	0,45	0,4	1
Три штаби довжиною по 5 м, які симетрично розходяться від точки приєднання струмовідводів	0,7	0,6	0,5	0,45	0,75

Опір розтікання струму при промисловій частоті вимірюється загальноприйнятими методами (вимірювач заземлення тощо) або розраховується за формулами:

опір вертикальної труби або стержня

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln\left(\frac{ul(2t+l)}{d(ut+l)}\right); \quad (4.3)$$

опір горизонтальної штаби

$$R = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{1,51}{\sqrt{bt}}; \quad (4.4)$$

опір залізобетонного фундаменту

$$R = 1,7 \frac{\rho}{\lambda \pi l}, \quad (4.5)$$

де  $l$  – довжина труби чи штаби, м;

$t$  – глибина залягання штаби, верхнього кінця вертикального електрода чи нижнього кінця фундаменту, м;

$b$  – ширина штаби чи фундаменту, м;

$d$  – діаметр труби чи стержня, м.

Розрахункове значення  $\rho$  знаходиться за результатами вимірювань

$$\rho = K\rho_{вим}, \quad (4.6)$$

де  $K$  – сезонний коефіцієнт (для середньої вологості ґрунту  $K = 1,4$ ; при підвищеній вологості ґрунту  $K = 2,6$ );

$\rho_{вим}$  – вимірне значення питомого опору ґрунту.

Орієнтовні значення питомого опору деяких ґрунтів подано в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Орієнтовні значення питомого опору деяких ґрунтів

Ґрунт, вода	Питомий опір $\rho$ , Ом м	Ґрунт, вода	Питомий опір $\rho$ , Ом м
Багаторічномерзлий ґрунт	До 100000	Чорнозем	50
Скельний ґрунт	1000	Торф	20
Пісок	500	Вода: річкова	10–30
Супісок	300	Морська	1–10
Лесовий ґрунт, суглинок	100	Ставкова	40–50
Глина	60	Ґрунтова	20–70

Опір імпульсний  $R_i$  заземлювального пристрою має бути не більше 10 Ом; у ґрунтах з питомим опором 500 Ом·м і більше допускається збільшення імпульсного опору до 40 Ом.

Для будівель і споруд висотою більше 30 м у випадках, коли улаштування окремо стоячого чи ізольованого блискавковідводу є неможливим, захист від ПУБ допускається здійснювати встановленням на будівлі чи споруді неізольованих стержневих чи тросових блискавковідводів або накладанням блискавкоприймальної сітки на неметалевий дах, або ж використанням як блискавкоприймача металеві покрівлі будинку.

Струмовідводи, які з'єднують блискавкоприймальну сітку або метал покрівлі з заземлювальним пристроєм, прокладаються на кожному розі будинку і не більше як через кожні 25 м по його периметру.

Захист від електростатичної індукції має виконуватися шляхом приєднання металевих корпусів усього обладнання і апаратів, установлених в захисній будівлі чи споруді, а також металевих конструкцій до спеціального заземлювального пристрою ( $R_i \leq 10$  Ом) або до захисного заземлення електрообладнання.

Для захисту від електромагнітної індукції між трубопроводами й іншими протяжними металевими предметами в місцях їхнього взаємного зближення на відстань до 10 см і менше через кожні 20 м довжини треба приварювати сталеві перемички для того, щоб не було незамкнених контурів.

Для захисту від занесення високих потенціалів по підземних металевих комунікаціях потрібно при введенні в будівлю приєднувати їх до заземлювальних пристроїв від електростатичної індукції або до захисного заземлення електрообладнання.

На відміну від блискавкозахисту I категорії при влаштуванні блискавкозахисту II категорії відстань від окремо стоячих блискавковідводів до захисного об'єкта та підземних комунікацій не нормується. Рекомендується за струмовідводи використовувати металеві конструкції будівлі чи споруди. На будівлях з верхнім перекриттям із сталевих ферм влаштування блискавкоприймачів чи накладання блискавкоприймальної сітки не потрібно. Рекомендується обладнувати заземлювальні пристрої від ПУБ, захисне заземлення електрообладнання та заземлювальний пристрій від електростатичної індукції.

Для вирівнювання потенціалів усередині будівель і споруд шириною більше 100 м виконується заземлювальний пристрій з протяжних горизонтальних сталевих електродів поперечним перерізом не менше

100 мм<sup>2</sup>. Ці електроди вкладають на глибині не менше 0,5 м і не більше як через 60 м по ширині будівлі. З двох сторін по торцях будівлі ці електроди приварюються до металевих ферм або до зовнішнього контуру заземлення.

Захист від електромагнітної індукції та занесення високих потенціалів здійснюється аналогічно блискавкозахисту I категорії.

Захист від ПУБ будівель і споруд, які належать за влаштуванням блискавкозахисту до III категорії, має виконуватися аналогічно захисту будівель і споруд, віднесених до II категорії. У разі використання блискавкоприймальної сітки її комірки можуть мати розмір до 150 м<sup>2</sup> (наприклад, 12×12 м), а величина імпульсного опору кожного заземлювального пристрою допускається до 20 Ом.

Для захисту від занесення високих потенціалів зовнішні металеві комунікації потрібно на введенні приєднувати до заземлювального пристрою з  $R_i \leq 20$  Ом (наприклад, до заземлення захисту від ПУБ). На ближній до споруди опорі металеві конструкції потрібно приєднати до заземлювального пристрою з  $R_i$  також не більше 20 Ом.

Влаштування блискавкозахисту електростанцій, електричних підстанцій і повітряних ліній електропередач має здійснюватися згідно з вимогами ПУЕ-86 (п. 4.2.135...4.2.169), а саме: на підстанціях усіх класів напруги від ПУБ з допомогою високих стержньових блискавковідводів; над проводами ліній 220...750 кВ, а також відповідальних ліній 110 кВ від ПУБ за допомогою грозозахисних тросів; від перекриття між блискавковідводом, тросом чи опорою і проводом заземлення кожної опори з тросом блискавковідводу найкоротшим шляхом з малим  $R_i$  заземлення; від хвиль, які проходять по лінії, шляхом встановлення спеціальних вентилях і трубчастих розрядників на підстанціях і підвищеним грозозахистом підходу до підстанцій ліній всіх класів напруги; електричні машини мають бути віддалені від повітряної лінії трансформатором; інакше потрібно забезпечити особливо надійний блискавкозахист за допомогою спеціальних розрядників, конденсаторів, реакторів, кабельних вставок і підвищеним грозозахистом підходу повітряної лінії.

Використання ізоляційних властивостей дерева в мережах 6...110 кВ, застосування заземлення нейтралі через дугогасильну котушку та ізольованої нейтралі в мережах 6...35 кВ значно знижує можливість переходу імпульсного перекриття в стійку електричну дугу. Швидке гасіння виниклої дуги, а також відновлення міцності ізоляції здійснюється застосуванням влаштувань автоматичного повторного включення (АПВ).

Для обмеження перехідних перенапруг і для відведення імпульсного струму призначений пристрій захисту від імпульсної перенапруги (ПЗІП). Цей пристрій має, принаймні, один нелінійний елемент.

ПЗІП встановлюються на місці перетину лінією електропостачання, управління, зв'язку, телекомунікації межі двох зон екранування.

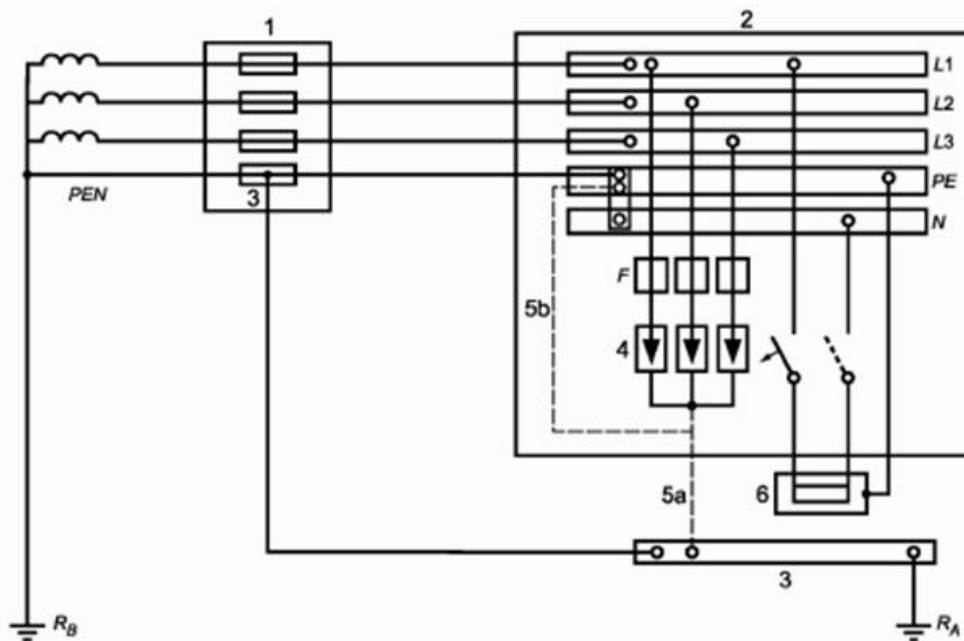
ПЗІП координують для досягнення прийняттого розподілу навантаження між комунікаціями відповідно до їхньої стійкості до руйнування, а також для зменшення імовірності руйнування устаткування, що захищається, під впливом струму блискавки.

Рекомендується лінії живлення і зв'язку, що входять в будівлю, з'єднати однією шиною й розташовувати їх ПЗІП якомога ближче один до одного. Це особливо важливо в будівлях з неекранувального матеріалу (дерева, цегли тощо). ПЗІП вибираються і встановлюються так, щоб струм блискавки був, в основному, відведений у систему заземлення на межі зон 0 і 1.

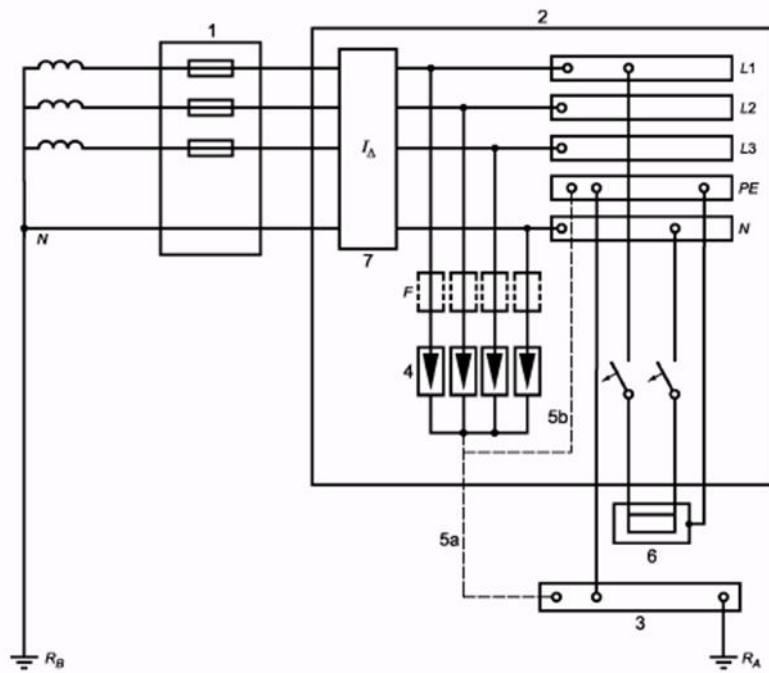
Оскільки енергія струму блискавки в основному розсіюється на межі зон  $0_A$  і 1 або  $0_B$  і 1, подальші ПЗІП захищають лише від енергії, що залишилася, і дії електромагнітного поля в зоні 1. Для якнайкращого захисту від імпульсних перенапруг, при встановленні ПЗІП використовують короткі з'єднувальні провідники, виведення і кабелі.

Виходячи з вимог координації ізоляції в силових установках і стійкості до пошкоджень устаткування, що захищається, потрібно вибирати рівень ПЗІП за напругою нижче максимального значення, щоб дія на устаткування, яке захищається, завжди була нижчою за допустиму напругу. Якщо рівень стійкості до пошкоджень невідомий, варто використовувати орієнтовний або отриманий у результаті випробувань рівень. Кількість ПЗІП у системі, що захищається, залежить від стійкості устаткування, яке захищається, до пошкоджень і характеристик самих ПЗІП.

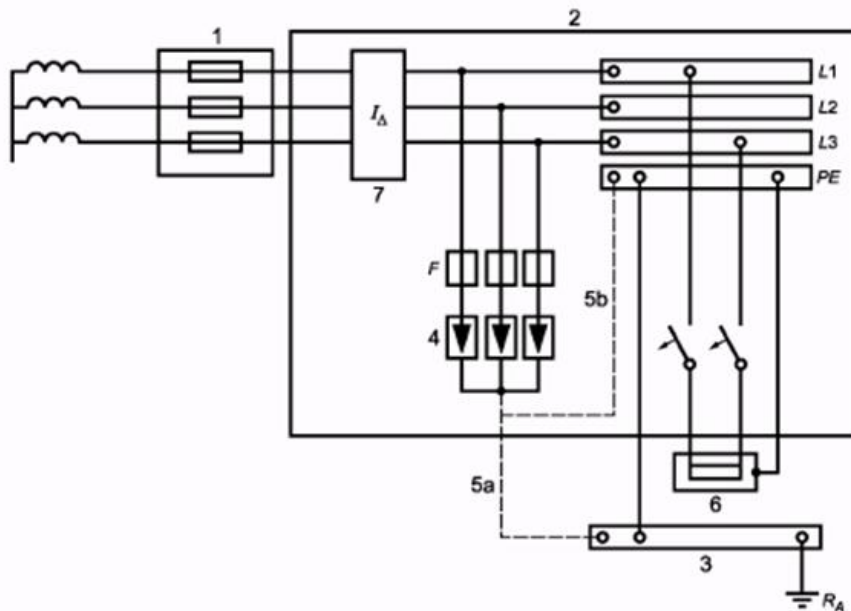
Типові схеми ПЗІП на межі зон  $0_A/1$  ( $0_B/1$ ) у системах заземлення: TN, TT, IT показані на рис. 4.4.



a)



б)



в)

1 – введення розподільної мережі в будівлю; 2 – розподільний щит; 3 – головна заземлювальна шина (затискач); 4 – ПЗІП; 5а, 5b – заземлення ПЗІП; 6 – обладнання, що захищається; 7 – пристрій захисного автоматичного вимикання живлення;  
*F* – захисний пристрій, вказаний виготовлювачем;  
 $R_A$  – заземлювач будівлі;  $R_B$  – заземлювач джерела живлення

Рисунок 4.4 – Типові схеми ПЗІП на межі зон  $0_A/1$  ( $0_B/1$ ) у системах заземлення а) TN; б) TT; в) IT

### 4.3 Зони захисту блискавковідводів

Стержневі та тросові блискавковідводи характеризуються зоною захисту – частиною простору, усередині якого всі будівлі, споруди та інші об'єкти захищені від ПУБ з певним рівнем надійності. Найменший і постійний за величиною рівень надійності має поверхня зона захисту, з просуванням усередину зони надійність захисту збільшується. За рівнем надійності захисту встановлено два типи зон захисту: А – з рівнем надійності захисту 99,5% і більше; Б – 95% і більше.

**4.3.1** Зона захисту одинарного стержневого блискавковідводу висотою  $h < 150$  м (з урахуванням блискавкоприймача) нагадує собою круговий конус висотою  $h_0 < h$  (рис. 4.5). На рівні землі зона захисту утворює коло радіусом  $r_0$ . Горизонтальний переріз зони захисту на висоті захищуваного об'єкта  $h_x$  утворює коло радіусом  $r_x$ .

Зону захисту можна визначити графічним і розрахунковим методами. При графічному визначенні захисний об'єкт має ввійти в зону захисту блискавковідводу. Як видно з рисунка, зона захисту нагадує конус з твірною у вигляді ламаної лінії. Основою конуса є коло радіуса  $r = 1,5h\rho$ . Ламану лінію проводять так: точку на вершині блискавковідводу з'єднують з точкою, розміщеною на рівні землі на відстані  $0,75h\rho$  від струмовідводу. Точку на блискавковідводі на висоті  $0,8h$  з'єднують з точкою  $O$ , яка знаходиться на рівні землі на відстані  $r = 1,5h\rho$  від основи блискавковідводу. Коефіцієнт  $\rho$  дорівнює 1 при  $h \leq 30$  м і  $5,5/\sqrt{h}$  при  $h > 30$  м.

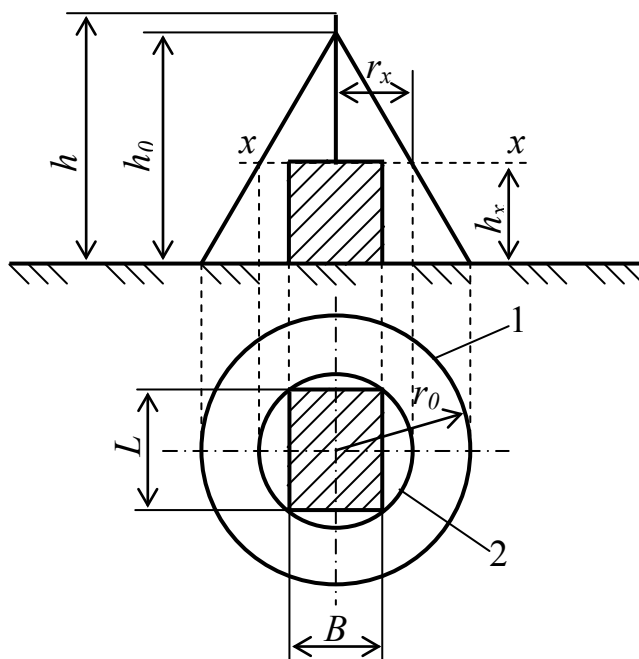


Рисунок 4.5 – Зона захисту одинарного стержневого блискавковідводу висотою до 150 м:

1 – межа зони захисту на рівні землі; 2 – межа зони захисту на рівні  $h_x$

Радіус зони захисту визначається за формулою

$$r_x = 0,5\sqrt{L^2 + B^2} \text{ [м]}. \quad (4.6, \text{ а})$$

При розрахунковому методі габарити зони захисту одинарного стержневого блискавковідводу визначаються так.

*Зона А*

$$h_0 = 0,85h \text{ [м]}; \quad (4.7)$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002h)h \text{ [м]}; \quad (4.8)$$

$$r_x = (1,1 - 0,002h)\left(h - \frac{h_x}{0,85}\right) \text{ [м]}. \quad (4.9)$$

Після розв'язання квадратного рівняння відносно  $h$  рівняння (4.9) для зони А висота одинарного стержневого блискавковідводу при відомих  $h_x$ , і  $r_x$  може бути знайдена за формулою

$$h_{1,2} = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 0,008c}}{0,004} \text{ [м]}, \quad (4.9, \text{ а})$$

де  $b = 1,1 + 0,00235h_x$ ;  $c = 1,294h_x + r_x$  – коефіцієнти квадратного рівняння.

З двох коренів  $h$  приймають логічне його значення.

*Зона Б*

$$h_0 = 0,92h \text{ [м]}; \quad (4.10)$$

$$r_0 = 1,5h \text{ [м]}; \quad (4.11)$$

$$r_x = 1,5\left(h - \frac{h_x}{0,92}\right) \text{ [м]}. \quad (4.12)$$

Для зони Б висота одинарного стержневого блискавковідводу при відомих  $h_x$ , і  $r_x$  може бути знайдена за формулою

$$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5} \text{ [м]}. \quad (4.13)$$

Одинарні стержневі блискавковідводи доцільно використовувати при співвідношенні сторін споруди в плані не більше ніж 1:2.



**4.3.2** Зона захисту двох стержневих блискавковідводів висотою  $h \leq 150$  м показана на рис. 4.6.

Два стержневі блискавковідводи доцільно використовувати при співвідношенні сторін споруди в плані від 1:1,5 до 1:3.

Торцеві ділянки зони захисту визначаються як зони поодиноких стержневих блискавковідводів. Габарити  $h_0, r_x, r_0, r_{x2}$  визначаються за формулами (4.7)–(4.12) (п. 4.3).

Зони захисту двох стержневих блискавковідводів мають такі габарити.

*Зона А*

$$\text{їđè} \quad \alpha \leq h; \quad h_i = h_0; r_{0x} = r_x; r_i = r_0.$$

$$\text{їđè} \quad \alpha > h \quad \begin{cases} h_i = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} h)(a - h) \\ r_{0x} = r_0 \frac{h_0 - h_x}{h_0}; r_i = r_0. \end{cases} \quad (4.14)$$

$$(4.15)$$

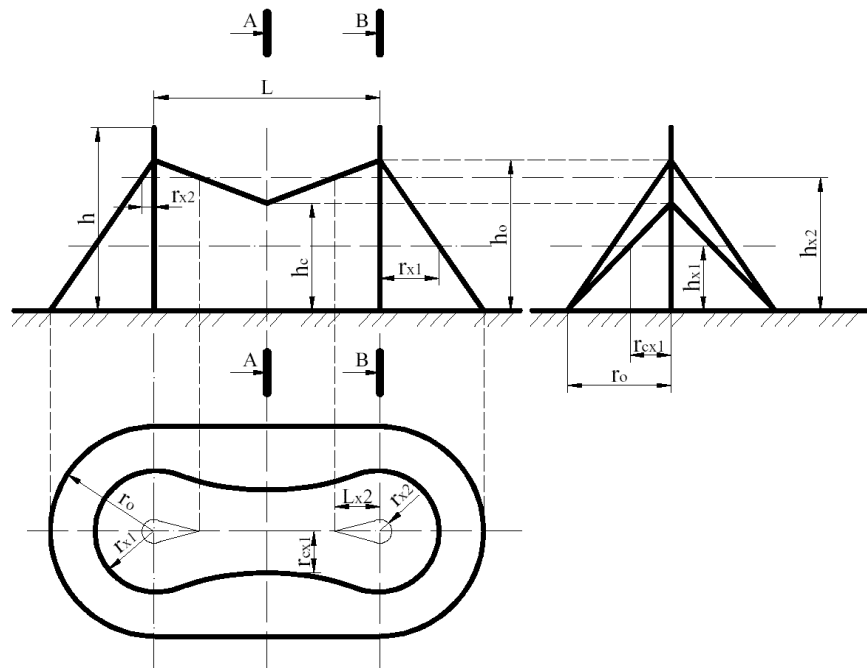


Рисунок 4.6 – Зона захисту двох стержневих блискавковідводів

Зона А буває при  $\alpha \leq 3h$ .

*Зона Б*

$$\text{При} \quad \alpha \leq 1,5h \quad h_i = h_0; r_{0x} = r_x; r_i = r_0.$$

$$\text{При} \quad \alpha > 1,5h \quad \begin{cases} h_i = h_0 - 0,14(\alpha - 1,5h) \\ r_{0x} = r_0 \frac{h_0 - h_x}{h_0}; r_0 = r_i. \end{cases} \quad (4.16)$$

$$(4.17)$$

Зона Б буває при  $\alpha \leq 5h$ .

При відомих  $h_c$  і  $a$  (при  $r_{0x} = 0$ ) висота блискавковідводу для зони Б знаходиться за формулою

$$h = \frac{h_c + 0,14\alpha}{1,13}. \quad (4.18)$$

Якщо стержневі блискавковідводи розташовані на відстані  $a > 5h$ , то їх треба розглядати як одинарні.

**4.3.3** Зона захисту багаторазових стержневих блискавковідводів однакової висоти визначається як зона захисту попарно взятих сусідніх стержневих блискавковідводів.

Рівень  $h$ , усередині трикутника чи прямокутника (утворених трьома чи ближніми чотирма стержневими блискавковідводами) буде захищений, якщо діаметр  $D$  кола, яке проходить через сліди блискавковідводів (1–3) або діагональ прямокутника задовольняє умову

$$D \leq 8(h - h_x)\rho. \quad (4.19)$$

При цьому зовнішня частина зони захисту визначається для кожної пари блискавковідводів за п. 4.3 (див. рис. 4.6).

**4.3.4** Зона захисту одинарного тросового блискавковідводу висотою  $h \leq 150$  м показана на рис. 4.7, де  $h$  висота тросу в точці найбільшого провисання.

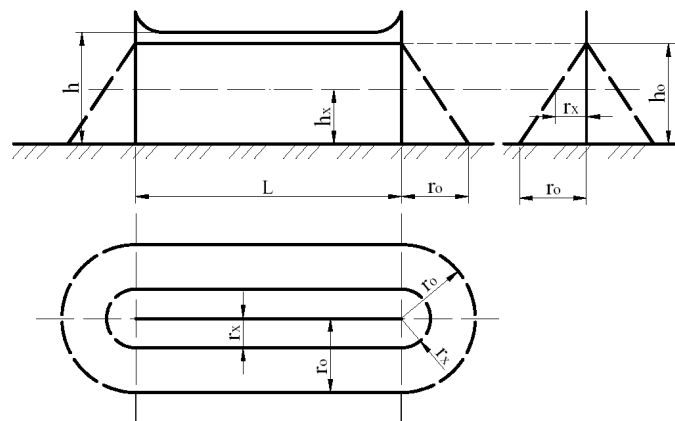


Рисунок 4.7 – Зона захисту тросового блискавковідводу

З урахуванням стріли провисання висота сталевого троса діаметром 35...50 мм визначається при довжині прольоту  $a < 120$  м як  $h = h_{on} - 2$  м, а при  $a = 120...150$  м як  $h = h_{on} - 3$  м.

Зони захисту одинарних тросових блискавковідводів мають такі габарити.

Зона А

$$h_0 = 0,85h; \quad (4.20)$$

$$r_0 = (1,35 + 0,0025h)h; \quad (4.21)$$

$$r_x = (1,35 - 0,0025h)\left(h - \frac{h_x}{0,85}\right). \quad (4.22)$$

Зона Б

$$h_0 = 0,92h; r_0 = 1,7h; \quad (4.23)$$

$$r_x = 1,7\left(h - \frac{h_x}{0,92}\right). \quad (4.24)$$

Для зони Б висота одинарного тросового блискавковідводу при відомих величинах  $h_x$ ,  $r_x$  визначається за формулою

$$h = \frac{r_x + 1,85h}{1,7}. \quad (4.25)$$

**4.3.5** Зона захисту двох паралельних тросових блискавковідводів висотою  $h \leq 150$  м показана на рис. 4.8.

Розміри  $r_0$ ,  $h_0$ ,  $r_x$  для обох типів зон захисту визначаються за формулами п. 4.3. Решта габаритів зони захисту двох тросових блискавковідводів знаходиться за формулами

Зона А

$$\text{При } \alpha \leq h; h_i = h_0; r_{0x} = r_x; r_i = r_0. \quad (4.26)$$

$$\text{При } \alpha > h \begin{cases} h_i = (h_0 - 0,14 + 5 \cdot 10^{-4}h)(\alpha - h); \\ r_x = \frac{\alpha h_0 - h_x}{2 h_0 - h_i}; \\ r_i = r_0; r_{0x} = r_0 \frac{h_i - h_x}{h_0}. \end{cases} \quad (4.27)$$

Зона А буває при  $\alpha \leq 3h$ .

Зона Б

$$\text{При } \alpha \leq h; h_i = h_0; r_{0x} = r_x; r_i = r_0. \quad (4.28)$$

$$\text{При } \alpha > h \left\{ \begin{array}{l} h_i = h_0 - 0,12(\alpha - h); \\ r_x = \frac{L}{2} \frac{h_0 - h_x}{h_0 - h_i}; \\ r_i = r_0; \quad r_{0x} = r_0 \frac{h_i - h_x}{h_i}. \end{array} \right. \quad (4.29)$$

Зона Б буває при  $\alpha \leq 5h$ . При відомих  $h_0$  і  $\alpha$  (при  $r_{0x} = 0$ ) висота блискавковідводу для зони Б визначається за формулою

$$h = \frac{h_0 + 0,3\alpha}{1,07}. \quad (4.30)$$

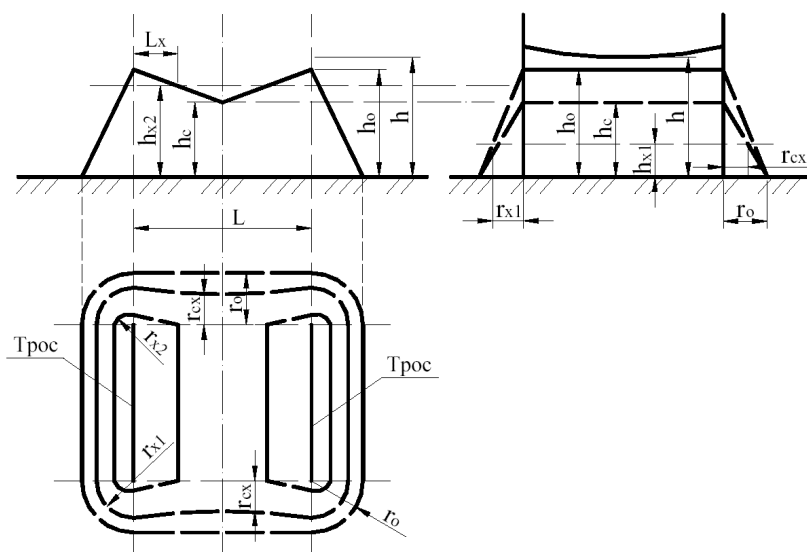


Рисунок 4.8 – Переріз зони захисту двох паралельних тросових блискавковідводів

### Контрольні запитання

1. Яка зона відповідає рівню надійності блискавкозахисту 99,5% і більше?
2. Якому рівню надійності блискавкозахисту відповідає зона Б?
3. Яку геометричну фігуру нагадує собою зона захисту одинарного стержневого блискавковідводу висотою  $h < 150$  м?
4. Як називається інтенсивний розряд атмосферної електрики?
5. При якому співвідношенні сторін споруди в плані доцільно використовувати одинарні стержневі блискавковідводи?
6. Яку кількість стержневих блискавковідводів доцільно використовувати при співвідношенні сторін споруди в плані від 1:1,5 до 1:3?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

### ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ РЕАЛІЗАЦІЇ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ І СЦЕНАРІЇВ ЇХНЬОГО РОЗВИТКУ

Величину ризику ( $R$ ) визначають як відношення кількості подій з небажаними наслідками, що вже сталися ( $n$ ), до максимально можливого їх числа ( $N$ ) за конкретний період часу

$$R = \frac{n}{N}. \quad (5.1)$$

Формула (5.1) дозволяє розрахувати величину загального та групового ризиків. При оцінюванні загального ризику величина  $N$  визначає максимальну кількість усіх подій, а при оцінюванні групового ризику – максимальну кількість подій в конкретній групі, що вибрана з загальної кількості за певною ознакою. Зокрема, в групу можуть входити люди, що належать до однієї професії, віку, статі; групу можуть становити також транспортні засоби одного типу, один клас суб'єктів господарської діяльності і т. д.

Згідно з [5], ризик (частота) реалізації аварійних ситуацій і сценаріїв їхнього розвитку наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Частота реалізації аварійних ситуацій і сценаріїв їхнього розвитку, рік<sup>-1</sup>

Аварійна ситуація	Тип витоку (діаметр отвору, мм)	Розгерметизація	Пожежа проливання	Пожежа резервуару по всій поверхні	Вибух пароповітряної хмари	Пожежа-спалах
Розгерметизація резервуару зберігання бензину	Усі типи витоку	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$7,7 \cdot 10^{-10}$	$8,8 \cdot 10^{-9}$
Розгерметизація трубопроводу резервуарного парку бензину	12,5	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$2,3 \cdot 10^{-9}$	–	$9,9 \cdot 10^{-12}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$
	25	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$6,9 \cdot 10^{-9}$	–	$8,7 \cdot 10^{-11}$	$2,8 \cdot 10^{-10}$
	50	$4,2 \cdot 10^{-8}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$	–	$3,7 \cdot 10^{-10}$	$2,5 \cdot 10^{-10}$
	Повне руйнування	$2,1 \cdot 10^{-8}$	$7,7 \cdot 10^{-9}$	–	$2,1 \cdot 10^{-10}$	$1,8 \cdot 10^{-10}$

Величина потенційного небезпечного ризику в певній точці місцевості  $a$ , згідно з [5], визначається за допомогою співвідношення:

$$P(a) = \sum_{i=1}^n Q(A_i), \quad (5.2)$$

де  $n$  – кількість сценаріїв розвитку аварії, що беруться до уваги при оцінюванні ризику;

$Q(A_i)$  – частота реалізації протягом року  $i$ -го сценарію розвитку аварії.

Підставляючи у формулу (5.2) дані табл. 5.1 для аварійної ситуації – розгерметизація резервуару зберігання бензину – визначається величина потенційного небезпечного ризику в певній точці місцевості:

$$P(a) = 5,0 \cdot 10^{-7} + 1,9 \cdot 10^{-7} + 2,0 \cdot 10^{-7} + 7,7 \cdot 10^{-10} + 8,8 \cdot 10^{-9} \approx 9 \cdot 10^{-7} \text{ рік}^{-1}.$$

Для населення значення індивідуального пожежного ризику приймається рівним значенню потенційного пожежного ризику. Так?

Отримане значення не перевищує гранично допустиме для населення значення індивідуального пожежного ризику, яке, згідно з [5], становить  $10^{-6} \text{ рік}^{-1}$ .

При визначенні ризику використовують, як правило, такі методи:

- **інженерний**, що базується на статистичних даних, розрахунку частоти прояву небезпек, побудові «дерев» небезпек тощо;
- **модельний**, що оснований на побудові моделей впливу небезпек на окрему людину, соціальні, професійні групи тощо;
- **експертний**, за яким імовірність різних подій визначається шляхом опитування досвідчених спеціалістів-експертів;
- **соціологічний** (соціологічне оцінювання), що базується на опитуванні населення та працівників.

Такі методи доцільно використовувати комплексно.

### **Контрольні запитання**

1. Які методи використовують для визначення ризику?
2. Який метод базується на статистичних даних, розрахунку частоти прояву небезпек, побудові «дерев» небезпек?
3. Який метод оснований на побудові моделей впливу небезпек на окрему людину, соціальні, професійні групи?
4. За яким методом імовірність різних подій визначається шляхом опитування досвідчених спеціалістів-експертів?
5. Який метод базується на опитуванні населення та працівників?
6. Як доцільно використовувати методи визначення ризику?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

### НАДАННЯ ПЕРШОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ

#### 6.1 Загальні поняття про першу медичну допомогу

*Перша медична допомога (first medical care)* – це комплекс заходів, скерованих на відновлення й збереження життя та здоров'я потерпілого, здійснюваних немедичними працівниками (взаємодопомога) або самим потерпілим (самопоміага).

Одним з найважливіших положень надання першої допомоги є її терміновість: що швидше вона надана, то більше сподівань на сприятливий наслідок. Тому таку допомогу своєчасно може і має надати той, хто знаходиться поряд з потерпілим.

Кожен працівник підприємства, установи має вміти надавати допомогу так само кваліфіковано, як і виконувати свої професійні обов'язки. Тому вимоги до вміння надавати першу медичну допомогу та до професійних навичок мають бути однаковими.

Особа, яка надає допомогу, має **знати**:

- основні ознаки порушення життєво важливих функцій організму людини;
- загальні принципи надання першої допомоги та її прийоми відповідно до характеру отриманого потерпілим ушкодження;
- основні способи перенесення та евакуації потерпілих.

Особа, яка надає допомогу, має **вміти**:

- оцінювати стан потерпілого та визначати, якої допомоги насамперед він потребує;
- забезпечувати вільну прохідність верхніх дихальних шляхів;
- виконувати *штучне дихання (artificial respiration)* «з рота в рот», «з рота в ніс», закритий масаж серця та оцінювати їхню ефективність;
- тимчасово зупинити кровотечу шляхом накладання джгута, стискальної пов'язки, пальцевого притискання судин;
- накладати пов'язку при ушкодженнях (пораненні, опіку, обмороженні, забої);
- іммобілізувати ушкоджену частину тіла при переломах кісток, важкому забої, термічному ураженні;
- надавати допомогу при тепловому та сонячному ударах, утопленні, гострому отруєнні, блюванні, при втраті свідомості;
- використовувати підручні засоби при перенесенні й транспортуванні потерпілих;
- визначати доцільність вивезення потерпілого на машині швидкої допомоги або на попутному транспорті;
- користуватися аптечкою першої допомоги.

*Послідовність надання першої допомоги:*

- усунути дію на організм небезпечних факторів, які загрожують здоров'ю та життю потерпілого (звільнити від дії електричного струму, винести з зараженої атмосфери, погасити одяг, який горить, витягнути з води тощо), оцінити стан потерпілого;
- визначити характер та важкість травми. Визначити найбільшу загрозу для життя потерпілого та послідовність заходів щодо його врятування;
- здійснити необхідні заходи із врятування потерпілого за терміновістю (відновити прохідність дихальних шляхів; виконати штучне дихання; зовнішній масаж серця; зупинити кровотечу; іммобілізувати місце перелому; накласти пов'язку тощо);
- підтримати основні життєві функції потерпілого до прибуття медичного працівника;
- викликати швидку медичну допомогу або лікаря, або ж вжити заходів щодо транспортування потерпілого до найближчого лікарняного закладу.

Перша допомога потерпілому, яка надається немедичними працівниками, не має замінювати допомогу медичного персоналу і має надаватися лише до прибуття лікаря; ця допомога має обмежуватися лише певними видами (заходи щодо оживлення, тимчасова зупинка кровотечі, перев'язування рани, опіку або обмороження, іммобілізація перелому, перенесення та перевезення потерпілого).

При деяких ушкодженнях і раптових захворюваннях потрібно зняти з потерпілого одяг, наприклад, при термічних опіках, пораненнях. Краще це зробити в приміщенні. Спочатку знімають одяг (пальто, піджак, брюки, кофту) зі здорової сторони тіла. Якщо важко зняти одяг, його розпорюють по швах або розрізають. Так діють у випадках важкої травми з ушкодженням кісток, коли потрібно швидко зупинити кровотечу та іммобілізувати кінцівку. Під час кровотечі одяг достатньо розрізати вище рани. При переломі хребта, коли не можна турбувати потерпілого, одяг не знімають.

Потрібно передбачити захист потерпілого від переохолодження, особливо якщо є значна втрата крові, важкий загальний стан або під час транспортування потерпілого на великі відстані. Здійснити таке не важко: для цього використовують простирадла, які настеляють на ноші таким чином, щоб вільним краєм накрити потерпілого. У мокру погоду потрібно користуватись брезентом, палаткою або іншими матеріалами, що не пропускають воду.

Потерпілий завжди потребує морально-психологічної підтримки оточуючих. Увага, щирість, турбота – це фактори, що допоможуть подолати наслідки травми, нещастя. Неприпустимі грубість, роздратування, докори в необережності, недотриманні правил безпеки праці тощо. Правильний психологічний вплив і поведінка тих, хто оточує потерпілого, хто надає йому підтримку, уже є долікарською допомогою.



## 6.2 Долікарська допомога при пораненнях і кровотечах

Кров в організмі людини циркулює по кровоносних судинах: артеріях, венах і капілярах.

*Кровотеча (bleeding)* – це вихід крові з кровоносних судин унаслідок порушення цілісності судин при травмуванні (уколі, розрізі, ударі, розтягу тощо).

Інтенсивність кровотеч залежить від кількості пошкоджених судин, їхнього діаметра, характеру пошкоджень і виду пошкодженої судини (артерія, вена, капіляр). На її інтенсивність також впливає рівень артеріального тиску, вид кровотечі (зовнішня чи внутрішня), вік потерпілого і стан його здоров'я.

Втрата крові може спричинити гостру недостатність кровопостачання тканин і органів, мозку, легенів, серця, що призводить до смерті.

Через небезпеку інфекції рятівник не повинен доторкатися до рани руками, промивати її водою чи ліками, присипати порошками.

Види зовнішніх кровотеч залежать від характеру пошкодження судин (капілярів, вен, артерій). Кровотечі бувають: капілярна, венозна, артеріальна, кровотечі з рота, з носа, з вух тощо.

*Капілярна кровотеча* виникає при поверхневих ранах, пошкодженні шкіри. Кровотеча може зупинитись сама завдяки згортанню крові. На таку рану накладають тугу стерильну ватно-марлеву пов'язку і бинт. Віток бинта має накладатися знизу вгору від пальців до плечей.

*Венозна кровотеча* виникає від глибоких ран, кровотеча інтенсивніша, колір крові темно-червоний. Потрібно підняти вгору поранену кінцівку і після дезінфікування шкіри навколо рани розчином йоду чи спирту накласти тугу пов'язку.

*Артеріальна кровотеча* – пряма загроза життю людини – виникає при глибоких рубаних або колотих ранах, кров ясно-червона, б'є струменем у ритмі пульсу (б'є фонтанчиком), бо є під великим тиском.

Надаючи допомогу при сильній кровотечі, кровоносні судини можна притиснути пальцями руки (рис. 6.1). На рис. 6.2 точками показано найбільш ефективні місця притискання артерій.

Кровотеча при пораненнях зупиняється таким чином:

- притисканням скроневої артерії перед козелком вуха (точка 1) при пораненнях лоба та скронь;
- притисканням потиличної артерії (точка 2) при пораненні потилиці;
- притисканням сонних артерій до шийних хребців (точки 3 та 4) при пораненнях голови або шиї;
- притисканням підключичної артерії до кістки при пораненні плеча (біля плечового суглоба) і підпахової впадини, ямці (точка 5);
- Передпліччя – притисканням підпахової (точка 6) або плечової артерії (точка 7) посередині плеча з внутрішнього боку;

- кисті та пальців руки – притисканням променевої та ліктевої артерій в нижній третині передпліччя біля кисті (точки 8 і 9);
- стегна – притисканням стегнової артерії у паху (точка 10);
- гомілки – притисканням стегнової артерії в середині стегна (точка 11) або підколінної артерії (точка 12);
- стопи та пальців ноги – притисканням тильної артерії стопи (точка 13) або задньої великогомілкової (точка 14).



Рисунок 6.1 – Зупинка кровотечі пальцями рук

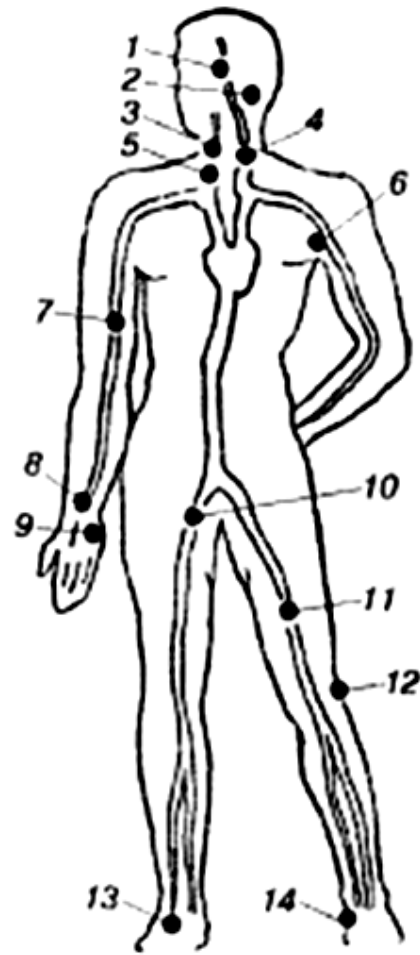


Рисунок 6.2 – Точки найбільш ефективного притискання артерій

Якщо кровотечу не вдається зупинити тугою пов'язкою, тоді артерію притискають до кістки, ближче до серця. Через 10–15 хвилин у рані має з'явитися згусток крові (внаслідок її згортання), який сам зупинить кровотечу. Накладають джгут (рис. 6.3) або закрутку (гумову трубку, краватку, рушник) вище місця пошкодження, поближче до серця (рис. 6.4).



Рисунок 6.3 – Гумовий джгут для зупинки кровотечі

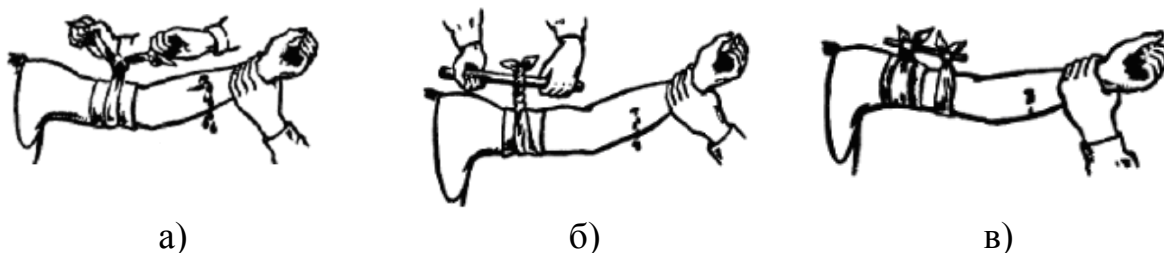


Рисунок 6.4 – Тимчасова зупинка сильної кровотечі накладанням закрутки:  
а) зав'язування вузла; б) закручування за допомогою палички;  
в) закріплення палички

Правила накладання джгута. Джгути бувають пневматичні або еластичні. Перед накладанням джгута кінцівку піднімають на 2–3 хвилини для знекровлення (рис. 6.5). Джгут накладають тільки на обгорнуту бинтом чи тканиною руку або поверх зачехленого рукава одягу. Джгут накладають вище від рани, але якнайближче до неї, щоб, за необхідності, його можна було перенести вище. Джгут стискають до моменту зникнення пульсу. Кінцівка синіє. Через 1 годину бажано на 10–15 хвилин звільнити руку від нього; після накладання джгута кінцівку фіксують до тулуба з метою профілактики больового шоку і сповзання джгута. Час накладання джгута вказують у записці або пишуть на тілі або одязі.

Тимчасово можна зупинити кровотечу згинанням кінцівки в колінному та тазостегновому суглобах (рис. 6.6).

При пораненні шийних вен, зокрема підключичних, може виникнути повітряна емболія – важке смертельне ускладнення, зумовлене засмоктуванням повітря у венозне русло, тому потрібно притиснути підключичну вену до ключиці.

*Кровотеча з носа.* Потерпілого треба посадити, дещо нахилити його голову, розстебнути комір. На перенісся, лоб і потилицю кладуть мокру

зволоженою водою хустку, можна вставити в ніс тампон з вати чи марлі, змочений 3% розчином перекису водню і затиснути ніс пальцями.

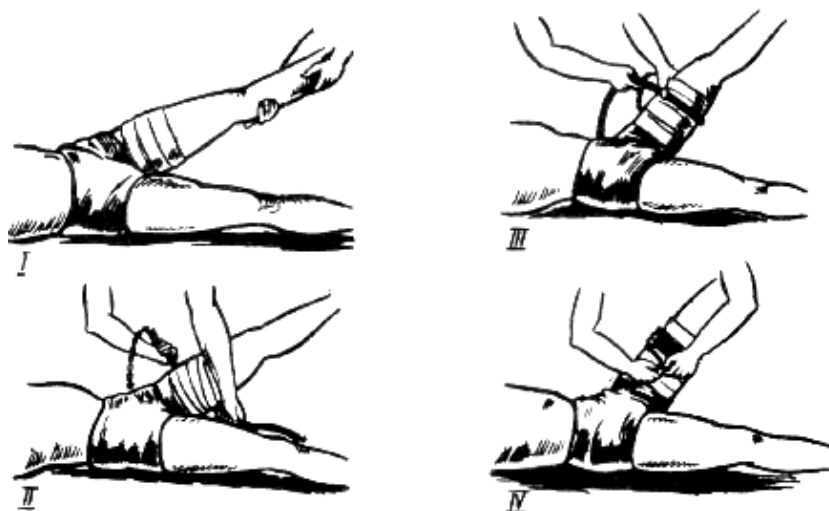


Рисунок 6.5 – Етапи накладання джгута

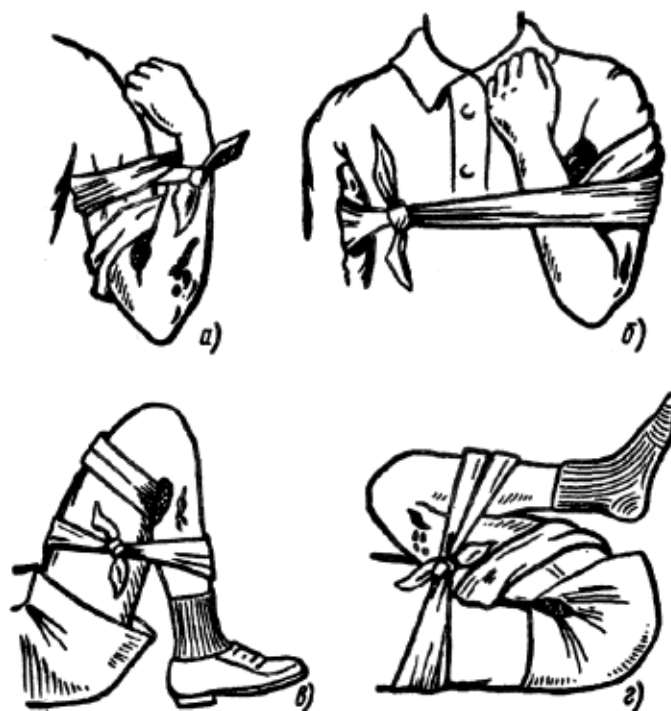


Рисунок 6.6 – Тимчасова зупинка кровотечі згинанням в суглобах:  
а) передпліччя; б) плеча; в) гомілки; г) стегна

*Кровотеча з рота.* Потерпілого кладуть горизонтально і швидко викликають лікаря, також це роблять при *кровотечі з вух*, що є ознакою порушення внутрішньочерепного тиску при травмі черепа.

*Внутрішні кровотечі (капіляротоксикоз)* – дуже небезпечні. Різно блідне обличчя, частішає пульс, настає загальна слабкість, запаморочення, задуха, спрага, утворюються чорні цятки на стегнах та животі у вигляді

висипань. Потерпілий має перебувати у напівсидячому положенні (підкладають подушку під спину) з зігнутими в колінах ногами. Потерпілому суворо заборонено давати пити.

Захист рани від забруднення. Рана – це механічне пошкодження цілісності судин, шкіри, слизових оболонок або органа тіла, що супроводжується болем і кровотечею. Кожна рана забруднена мікроорганізмами, що розмножуються на пошкоджених тканинах. Гнійні мікроби можуть з кров'ю потрапити в організм, викликати сепсис, запалення крові, що нерідко стає причиною смерті.

Забруднення ран землею може викликати правець (стовбняк). Тому потрібно обробляти шкіру навколо рани розчином йоду, спирту, зеленки або чистим спиртом. Ними рятівник обробляє і пальці своїх рук. Заборонено з рани видаляти згустки крові, не можна до неї доторкатися. Рану обробляє лише лікар.

Щоб запобігти розвитку інфекційних ускладнень, насамперед здійснюють первинне закриття рани асептичною пов'язкою. Обмивання ран, їхніх країв, обробка настоянкою йоду називається туалетом ран, основна мета якої – не допустити інфекції, запобігти розвитку ранової інфекції.

### **6.3 Перша допомога при ушкодженні м'яких тканин, суглобів і кісток**

Травма – анатомічне й функціональне порушення тканин і органів, що виникає в результаті дії факторів зовнішнього середовища.

Пошкодження, які виникають унаслідок раптової дії на тканини організму, називаються гострими травмами.

Пошкодження, що виникають від багатьох окремих і діючих постійно подразників малої сили, що не можуть при одноразовій дії завдати травми, називають хронічними травмами.

Удари супроводжуються пошкодженням м'яких тканин і органів унаслідок удару тупим предметом без порушення цілісності шкіри.

Розтягнення й розриви зв'язок характеризуються припухлістю та рухливістю у невластивому суглобу напрямку.

При ударах швидко виникає припухлість, під шкірою з'являються гематоми (скупчення крові), які дуже болючі і викликають помірне обмеження руху кінцівки. Внутрішні травми (мозку, печінки, нирок, легенів) можуть призвести навіть до смерті.

Потерпілий потребує спокою. На місце ураження накладають тугу пов'язку, прикладають щось холодне (пакет з льодом, пляшку з холодною водою).

Розтягнення характеризується появою різкого болю, швидким розвитком набрякання в місці травми, суттєвим порушенням функцій суглоба.

Долікарська допомога при розтягненні зв'язок – туга пов'язка, фіксація суглоба, холод на уражене місце, холодні компреси. Як і при розриві сухожилля, потрібно забезпечити повний спокій, накласти тугу пов'язку, зафіксувати уражене місце. Призначається анальгін або амідопірін.

*Стиснення.* Синдром тривалого стиснення тканин, зокрема тканин верхніх і нижніх кінцівок, буває внаслідок землетрусів, коли люди опиняються під уламками споруд і будинків. Синдром тривалого стиснення може спостерігатися разом з переломами, опіками та іншими ушкодженнями організму. При розтрощенні та роздавлюванні тканин різко погіршується кровообіг в м'язах, виникає анемія, гіпонія тканин, інтоксикація, нервово-рефлекторний розлад, спазми капілярів, артерій, гостра серцево-судинна недостатність, набряки. Плазма крові проходить в міжклітинний простір (обсяг плазми, що циркулюється, зменшується на 50%), зменшується артеріальний тиск, може настати гостра ниркова недостатність і порушення сечовиділення.

Ознаки. Синдром тривалого стиснення тканин характеризується трьома періодами:

1-й період (ранній). Спостерігаються набряки тканин і гострий розлад гемодинаміки. Триває 1–3 доби;

2-й період (проміжний). Гостра ниркова недостатність тривалістю від 5 діб до 1,5 місяця?

3-й період (пізній). Супроводжується гангrenoю, флегмонами, абсцесами.

Кінцівки потерпілого набрякають, шкіра багряно-синя, іноді виникають пухири з бурштиново-жовтою рідиною, пульсація послаблена або відсутня, чутливість шкіри знижена або втрачена. Відбувається згущення крові. Погіршується загальний стан організму. Холодний піт на шкірі, різкий біль на місці травми, нудота і блювання. Пульс – 100–120 ударів за 1 хвилину, тиск 60 мм. рт. ст. Сечовиділення червоного кольору. Тип клініки торпідної фази травматичного шоку. Наростає загальна інтоксикація організму, гостра ниркова недостатність, іноді гангрена кінцівки, абсцеси і флегмони, може виникнути атрофія м'язів. Ускладнюється рухливість суглобів, пошкоджуються нервові стовбури.

Існує 4 ступені прояву синдрому стиснення:

I ступінь (дуже важкий). Стиснення м'яких тканин або кінцівок протягом 6–8 годин. Потерпілі, як правило, гинуть через 2–3 доби;

II ступінь (важкий). Стиснення рук або ніг протягом 4–7 годин, потерпілі можуть загинути;

III ступінь (середньої важкості). Стиснення рук або ніг до 6 годин. Лікування до 3 місяців;

IV ступінь (легкий). Стиснення рук або ніг до 2 годин. Порушення помірні. Прогноз сприятливий.

Допомога. Накладається джгут (вище від місця стиснення). Вводяться знеболювальні, антигістамінні та серцево-судинні препарати, призначаються антибіотики, проводять протиправцеве щеплення.

Кваліфікована медична допомога надається в лікарні.

*Вивих (dislocation)* – пошкодження суглоба, при якому відбувається зміщення частин кісток у його порожнині з виходом однієї з них через розрив у навколишні тканини тощо. Виникає під дією непрямой травми. Спостерігається біль, різка деформація суглоба, фіксація кінцівки в неприродному положенні. При лікуванні використовують холод, знеболювальне. Вивих може виправляти лише лікар. Важливо не сплутати вивих з переломом.

При підозрі на вивих обмежитися створенням спокою: на нижню кінцівку накласти шину, а верхню підвісити хусткою на шию (рис. 6.7) і якомога швидше доставити потерпілого до медичної установи. Вправлення вивиху потребує спеціальних знань, тому не потрібно намагатися зробити це самостійно.

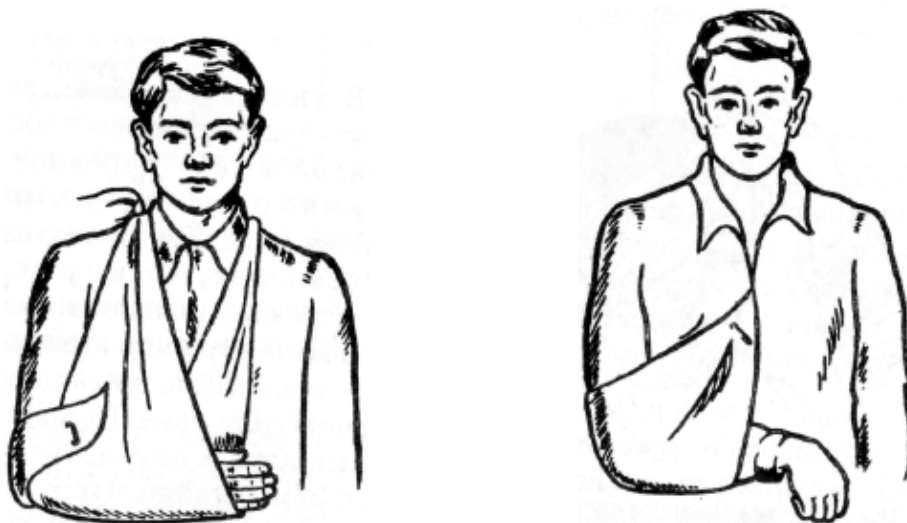


Рисунок 6.7 – Підвішування руки на хустині

*Контузія* – ураження всього організму людини внаслідок раптової механічної дії на всю чи велику частину поверхні тіла (ударна хвиля). Можливий струс мозку, розриви легенів й інших органів. Пошкоджуються барабанні перетинки. Існує 3 ступені контузії: легкий, середній, важкий:

I ступінь (легка контузія) – тремтять кінцівки, голова, настає заїкання, зниження слуху, людину похитує;

II ступінь (середньої важкості) – неповний параліч кінцівок, часткова або повна глухота, порушення мови, відсутність реакції зіниць на світло;

III ступінь (важка контузія) – втрата пам'яті, переривчасте судомне дихання, з носа і рота тече кров, можливі судоми.

Долікарська допомога: розстебнути тісний одяг і його частини, повернути потерпілого набік, обережно прочистити вуха і ніс від згустків крові, при кровотечі вкласти марлеві пов'язки в порожнину вуха або носа,

не давати пити і не робити штучне дихання. Лежачого потерпілого відправити в медпункт.

*Перелом (crisis)* – порушення цілісності кісток. Переломи бувають травматичні і патологічні, закриті (без пошкоджень шкіри) і відкриті (шкіра пошкоджена в зоні перелому).

Відкриті переломи небезпечні тим, що вони можуть інфікувати орган і розвинути остеомієліт.

Переломи бувають повні та неповні. При неповному переломі порушується певна частина поперечних кісток, з'являються тріщини.

Переломи за формою поділяються на поперечні, косі, спіральні, осколкові, від стиснення, компресійні тощо.

Буває зміщення кісткових уламків під кутом, зміщення по довжині, бокові зміщення.

Переломи характеризуються різким болем, порушенням функцій ураженої ділянки, набряком і крововиливом у зоні перелому, ненормальною патологічною рухомістю кістки. При переломах спостерігається нерівність кісток, хрумтіння при натисканні, у випадку відкритого перелому виступає уламок кістки.

Заходи долікарської допомоги при переломах: фіксація кісток в зоні перелому; протишокові заходи; транспортування в медпункт.

Основне завдання – закріпити пошкоджені кістки, суглоби, зв'язані з ними кінцівки в нерухомому і найзручнішому для потерпілого стані.

Імобілізація зменшує біль. Це основний засіб попередження шоку. Найчастіше зустрічаються переломи кінцівок. Правильна фіксація пошкоджених кінцівок попереджує зміщення уламків, зменшує пошкодження судин, нервів, м'язів і шкіри гострими краями уражених кісток. Накладають транспортні шини з підручного твердого матеріалу. Кінцівки біля рани, перелому обробляють йодом, антисептиком і накладають асептичну пов'язку при відкритому переломі.

При наданні допомоги не треба намагатись встановити: є чи немає перелому – мацати місце ушкодження, примушувати потерпілого рухати, піднімати або згинати кінцівку. Такі дії можуть різко підсилити біль, спричинити зміщення та ушкодження м'яких тканин. Для забезпечення нерухомості зламаної кінцівки застосовують спеціальні дротяні або фанерні (дерев'яні) шини (рис. 6.8–6.12). Шина має бути накладена так, щоб були надійно іммобілізовані два сусідні з місцем ушкодження суглоби (вище і нижче), а якщо перелом плеча або стегна, то три суглоби. Накладають шину поверх одягу або кладуть під неї що-небудь м'яке – вату, шарф, рушник. Накладену шину потрібно прикріпити до кінцівки бинтом, рушником, ременем. Як шину можна використати дошку, палицю, лижу тощо. Таку імпровізовану шину потрібно прикласти з двох протилежних сторін уздовж ушкодженої кінцівки і обгорнути бинтом. Шина має бути накладена так, щоб центр її знаходився на рівні перелому, а кінці накладалися на сусідні суглоби по обидва боки від перелому. Фіксація відкритого перелому потребує дотримання додаткових умов: не можна накладати шину на місце відкритого перелому, а потрібно



прибинтовувати її поверх одягу (взуття) і, крім того, підкласти під неї щонебудь м'яке, попередньо зупинивши кровотечу.

При транспортуванні шину надійно закріплюють, щоб зафіксувати ділянку перелому; під шину підкладають вату, тканину; фіксують 2 суглоби (вище і нижче перелому). Правильна фіксація запобігає шоку (рис. 6.9–6.12).

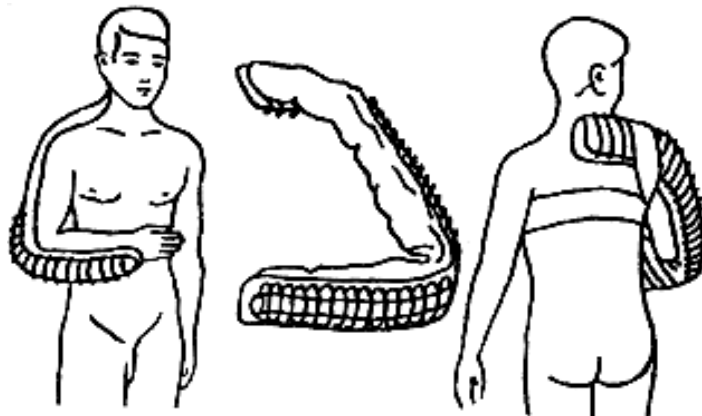


Рисунок 6.8 – Накладання шини на плече



Рисунок 6.9 – Накладання шини при переломі передпліччя



Рисунок 6.10 – Накладання пов'язки при переломі або вивиху ключиці



Рисунок 6.11 – Накладання шини при переломі гомілки

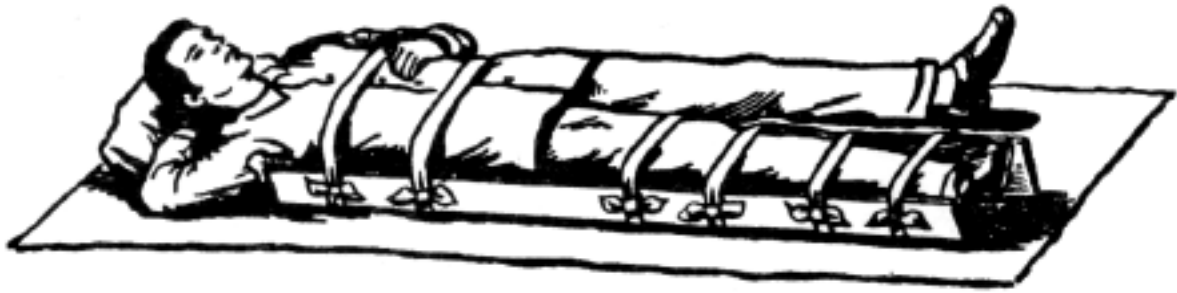


Рисунок 6.12 – Накладання шини при переломі стегна

*Ушкодження черепа і мозку.* Ушкодження черепа призводить до струсу мозку, забою черепа, стиснення.

Спостерігається пухлинне набрякання мозку, часткове руйнування мозкової тканини. Настає запаморочення, нудота, блювання, сповільнення пульсу, втрата пам'яті (амнезія), порушення миміки й мови.

При переломі кісток черепа потрібно забезпечити потерпілому стан спокою в горизонтальному положенні, накласти лід на голову. При втраті свідомості очистити ротову порожнину від блювотиння, покласти потерпілого у фіксоване стабільне положення, рани оберігати від інфікування.

Потрібно також утеплити потерпілого, йому дають випити горілки, вина, гарячого чаю або кави.

Транспортування – на ношах у положенні на спині. Накладають ватно-марлеві кільця, підкладають надувну подушку, оберігають від блювання. Транспортувати в фіксованому стабільному положенні, запобігати западанню язика й асфіксії блювотними масами.

При *переломі кісток носа* починається кровотеча. Потерпілого в напівсидячому стані відтранспортовують до лікарського закладу, на перенісся накладають лід.

При *пошкодженні щелепи* потерпілого в сидячому стані транспортують до лікарні з легким нахилом голови вперед, попереджують асфіксію кров'ю, слиною або запалим язиком. Накладають фіксуєчу пов'язку. Для цього беруть дві хустки, з яких одну проводять під підборіддя та зв'язують на тім'ї, а другою охоплюють підборіддя спереду і зав'язують на потилиці (рис. 6.13).

Особливо небезпечні *травми хребта*. У таких випадках потрібно обережно, не піднімаючи потерпілого, підсунути під його спину дошку, щит, лист фанери, двері тощо, щоб кістки не уразили спинного мозку, нервів, м'які тканини. Якщо під руками немає нічого твердого, то в крайньому разі можна транспортувати потерпілого у звичайних м'яких ношах обличчям донизу.



Рисунок 6.13 – Накладання пов'язки при черепно-мозковій травмі

При *переломі шийної частини хребта* голову лежачого на підлозі потерпілого фіксують ватною пов'язкою у вигляді нашійника або у вигляді великої підкови навколо голови.

При *переломі ребер* потрібно міцно забинтувати груди або стягнути їх рушником під час видиху. При *ушкодженні тазу* потрібно обережно стягнути його широким рушником, шматком тканини, покласти потерпілого на тверді носі (щит, широку дошку), надавши йому позу «жаби».

#### **6.4 Надання першої допомоги при втраті свідомості, шоку, тепловому та сонячному ударах, опіку, обмороженні**

*Втрата свідомості.* Головною причиною втрати свідомості є раптова недостатність кровонаповнення мозку під впливом нервово-емоційного збудження, страху, болю, нестачі свіжого повітря тощо.

*Ознаки.* Звичайно непритомність настає раптово, але інколи перед нею з'являється блідість, блювання, нудота, слабкість, позіхання, посилене потовиділення. Пульс прискорюється, артеріальний тиск знижується. Під час непритомності пульс уповільнюється до 40–50 ударів на хвилину.

*Допомога.* При втраті свідомості потерпілого потрібно покласти на спину, щоб голова була нижче рівня ніг (на 15–20 см) для поліпшення кровообігу мозку. Потім звільнити шию і груди від одягу, забезпечити приток свіжого повітря, поплескати по щоках, полити обличчя, груди холодною водою, дати понюхати нашатирний спирт. Коли потерпілий опритомніє, дати йому гарячий чай або каву, 20–30 краплин настоянки валеріани.

Якщо потерпілий починає дихати з хрипінням або взагалі не дихає, насамперед потрібно подумати про западання язика. У крайньому разі вживаються заходи щодо оживлення.

*Шок.* Причиною шоку може стати сильний біль, втрата крові, утворення в пошкоджених тканинах шкідливих продуктів. Це призводить до виснаження захисних можливостей організму, унаслідок чого виникає порушення кровообігу, дихання, обміну речовин.

Ознаки – блідість, холодний піт, розширені зіниці, короткочасна втрата свідомості (знепритомнення), прискорене дихання і пульс, зниження артеріального тиску. При важкому шоці – блювання, спрага, попелястий колір обличчя, посиніння губ, мочок вух, кінчиків пальців, можлива зупинка дихання і кровообігу.

Допомога. Потрібно надати першу допомогу, яка відповідає виду поранення (наприклад, зупинити кровотечу, іммобілізувати переломи тощо). Потерпілого потрібно зігріти (закутати в ковдру), покласти на спину з дещо опущеною головою. Якщо немає підозри на ушкодження внутрішніх органів, потерпілому дають гарячий напій. Заходами, що перешкоджають виникненню шоку, є: тепло, зменшення болю, пиття рідини.

*Тепловий або сонячний удар.* Тепловий або сонячний удар настає внаслідок тривалого перебування на сонці без захисного одягу, при фізичному навантаженні у нерухомому вологому повітрі.

Ознаки. Легкий ступінь – загальна слабкість, нездужання, запаморочення, нудота, спрага, шкіра обличчя червона, вкрита потом, пульс і дихання прискорені, температура тіла 37,5–38,9 °С. Середній ступінь – температура 39–40 °С, сильний головний біль, різка м'язова слабкість, миготіння в очах, шум у вухах, серцевий біль, виражене почервоніння шкіри, сильне потовиділення, посиніння губ, прискорення пульсу до 120–130 уд./хв, часте і поверхневе дихання. Важкі ступені перегрівання кваліфікуються по-різному: якщо температура повітря висока і його вологість підвищена, кажуть про тепловий удар, якщо довго діяли сонячні промені – про сонячний удар. При цьому температура тіла піднімається вище 40 °С, настає непритомність і втрата свідомості, шкіра суха, можуть початися судоми, порушується серцева діяльність, припиняється дихання.

Допомога. Потерпілого потрібно перенести в прохолодне місце, намочити голову і ділянку серця холодною водою, дати прохолодне пиття, піднести до носа ватку з нашатирним спиртом. Якщо різко порушується серцева діяльність, зупиняється дихання – розпочати штучне дихання.

*Опіки.* На виробництві і в побуті часто виникають термічні та хімічні опіки. Термічні опіки з'являються від дотику до розжарених предметів, полум'я, потрапляння на шкіру гарячої рідини або пари. Хімічні опіки виникають унаслідок дії на дихальні шляхи, шкіру і слизові оболонки концентрованих неорганічних та органічних кислот, лугів, фосфору тощо. При займанні або вибухах хімічних речовин утворюються термохімічні опіки.

Ознаки. Розрізняють 4 ступені опіків.

I ступінь – набрякання і почервоніння шкіри.

II ступінь – утворення пухирів, змертвіння шкіри, відмирає роговий і блискучий шар епідермісу.

III ступінь – некроз епідермісу, змертвіння шкіри в її глибоких шарах, м'язів, тканин, частковий некроз дерми; струпи, кровотеча.

IV ступінь – некроз (обвуглення) шкіри і м'яких тканин, сухожиль, кісток.

Ураження опіком третини або половини шкіри, внутрішніх тканин призводить до шоку, гострої судинної чи серцевої недостатності, смерті.

За глибиною ураження опіки поділяють на поверхневі (I, II ступенів), які гояться за рахунок здорової шкіри та епітелію шкірних придатків, та глибокі (III, IV ступенів), які можуть загоїтися тільки внаслідок крайової епітелізації (при обмежених опіках) або після проведення пластики шкіри.

Площу опіку найкраще визначати за правилом дев'ятки: шкірний покрив голови і шиї, однієї руки становить 9% від загальної площі шкіри, передньої поверхні тулуба, задньої, однієї нижньої кінцівки – 18%, інші – 1%. Площа долоні дорослої людини становить 1–1,2% загальної площі тіла.

Опіки кислотами дуже глибокі, на місці опіку утворюється сухий струп. При опіках лугами тканини вологі, тому ці опіки переносяться важче, ніж опіки кислотами.

Допомога. Необхідно швидко вивести або винести потерпілого з вогню. При займанні одягу потрібно негайно його зняти або накинути щось на потерпілого (мішок, тканину), тобто не давати доступу повітря до вогню. Полум'я на одязі можна гасити водою, засипати піском, гасити своїм тілом (катаючись по землі).

При опіках I ступеня треба промити уражені ділянки шкіри антисептичними засобами, потім обробити спиртом, одеколоном. До обпечених ділянок не можна доторкуватись руками, не можна проколювати пухирі і відривати шматки одягу, що прилипли до місць опіку, не можна накладати мазі, порошки тощо. Опікову поверхню накривають чистою тканиною. Потерпілого (якщо його морозить) треба зігріти: укрити, дати багато пиття. При втраті свідомості дати понюхати ватку з нашатирним спиртом. У разі зупинки дихання потрібно зробити штучне дихання. Якщо одяг потерпілого просочився хімічною рідиною, його треба швидко зняти, розрізати чи розірвати на місці події. Потім механічно видалити речовини, що потрапили на шкіру, енергійно змиваючи їх струменем води 10–15 хвилин, поки не зникне специфічний запах. При потрапленні хімічної речовини у дихальні шляхи потрібно прополоскати горло водним тривідсотковим розчином борної кислоти. Не можна змивати водою хімічні сполуки, які займаються або вибухають при з'єднанні з водою. Якщо невідомо, яка хімічна речовина викликала опік і

немає засобу нейтралізації, на місце опіку накладається чиста суха пов'язка, а потерпілого негайно направляють до медичного закладу.

Обпечену поверхню можна закрити чистою бавовняною тканиною, пропрасованою гарячою праскою або змоченою етиловим спиртом, горілкою, перманганатом калію, які зменшують біль.

*Обмороження.* Переохолодження розвивається внаслідок порушення процесів терморегуляції при дії на організм холодного фактора й розладу функцій життєво важливих систем організму, який настає при цьому. Обмороження виникає тільки при тривалій дії холоду, при дотику тіла до холодного металу на морозі, при контакті зі зрідженим повітрям або сухою вуглекислою, при підвищеній вологості й сильному вітрі при не дуже низькій температурі повітря (навіть близько 0 °С). Сприяє переохолодженню й обмороженню ослаблення організму внаслідок голодування, втоми або хвороби. Найчастіше обморожуються пальці ніг і рук, а також ніс, вуха, щоки.

*Ознаки.* На початковому етапі потерпілого морозить, прискорюються дихання і пульс, підвищується артеріальний тиск, потім настає переохолодження, рідшає пульс, дихання, знижується температура тіла. Після припинення дихання серце може ще деякий час скорочуватись (від 5 до 45 хвилин). При зниженні температури тіла до 34–32 °С затьмарюється свідомість, припиняється довільне дихання, мова стає неусвідомленою.

Існує 4 ступені обмороження.

I ступінь характеризується ураженням шкіри у вигляді зворотних розладів кровообігу, шкіра блідне, знижується чутливість. Після розігрівання шкіра стає синьо-червоною, пухлина збільшується з тупим болем. Запалення триває кілька днів, потім шкіра свербить і облущується, згодом потерпілий одужує.

II ступінь супроводжується некрозом поверхні шкіри, при відігріванні шкіра стає червоно-синьою, підпухає, утворюються пухирці, наповнені прозорою рідиною, з'являються сильний біль, лихоманка, підвищується температура тіла, погіршуються апетит та сон.

III ступінь викликає тромбоз судин, некроз шкіри і м'яких тканин на різну глибину. Утворюються пухирі темно-бурого кольору, супроводжувані сильним болем, потовиділенням, лихоманкою, апатією.

IV ступінь – змертвіння всіх шарів тканин, зокрема й кісток. Тіло холодне і нечутливе. Пухирі з чорною рідиною.

Обморожена зона чорніє, муміфікується, спостерігається некроз протягом 2–3 місяців. Настає дистрофія і змінюється склад крові.

*Допомога.* Потрібно негайно зігріти потерплого, особливо обморожену частину тіла за допомогою теплових ванн з температурою води від 20 до 40 °С. Потім уражені місця висушують, закривають стерильною пов'язкою і тепло накривають. Заборонено розтирати уражене тіло льодом. Можна розтирати вовною, хутром.

При загальному обмороженні потерпілого переносять у тепле приміщення і поступово відігрівають, добре у ванні з водою кімнатної температури, проводячи масаж усього тіла. Воду нагрівають до 36 °С. Коли з'являється рожевий колір шкіри і зникає одубіння кінцівок, проводять масаж серця і штучне дихання. Коли з'являється самостійне дихання і потерпілий приходить до свідомості, його кладуть на ліжко, тепло вкривають, дають пити гарячий чай, каву, молоко, відправляють до лікарні.

### **6.5 Долікарська допомога при задусі, утопленні, отруєнні та в інших випадках**

*Асфіксія (задуха)* – припинення надходження кисню в легені протягом 2-3 хвилин і більше. Припиняється газообмін в легенях, має місце кисневе голодування, людина непритомніє. Після цього настає зупинка серця і смерть.

Асфіксія може виникнути внаслідок стиснення, (рукою, шнурком) гортані і трахеї (задушення), затоплення гортані й трахеї водою (утоплення), слизовими масами, блювотинням, землею; закривання входу в гортань стороннім тілом чи запалим язиком (при наркозі або без свідомості); параліч дихального центру від отрути, вуглекислого газу, снодійних засобів; від прямої травми головного мозку (електрошок, блискавка, рана); внаслідок дифтерії, грипу, ангіни.

*Утоплення.* При рятуванні потопельника його беруть за волосся, перевертають обличчям догори і пливуть, не даючи зачепити себе. Потерпілого кладуть животом на зігнуте коліно так, щоб голова була нижче грудної клітки, видаляють з ротової порожнини і гортані воду, блювотні маси, водорості (рис. 6.14).

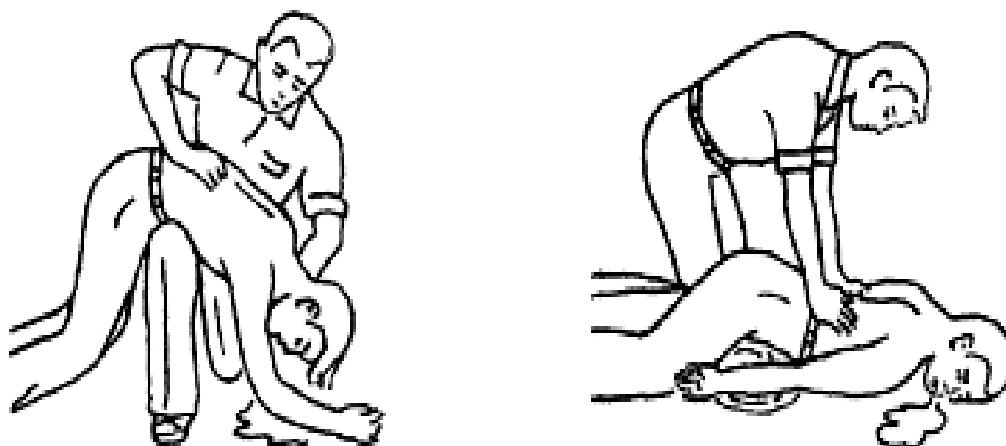


Рисунок 6.14 – Видалення води з дихальних шляхів та шлунка потерпілого

Енергійно стискають грудну клітку, видаляють воду з трахей і бронхів. У потопельника параліч легенів настає через 4-5 хвилин, а серце працює

ще 15 хвилин. Потерпілого кладуть на рівну поверхню, роблять штучне дихання і непрямий масаж серця.

При набряку гортані спостерігається шумне важке дихання, посиніння шкіри. Накладають холодний компрес на карк, ноги кладуть в гарячу воду. Підшкірно вводять 1 мл 2% димедролу. При потребі лікарі роблять трахеотомію – вводять трубку в розсічену трахею.

*Отруєння СО.* Чадний газ в гаражах, при поганій вентиляції тощо може призвести до отруєння і смерті. Настає головний біль, блювання, запаморочення, шум у вухах, прискорене серцебиття, м'язова слабкість, задуха. Блідне шкіра, виникають ясно-червоні плями на тілі. Далі – судоми, параліч дихання, смерть.

Потерпілого необхідно винести на свіже повітря, зробити штучне дихання. Тіло розтирають, гарячу грілку кладуть до ніг, підносять нашатирний спирт до носа. Важкоотруєних госпіталізують.

*Харчові отруєння.* Екологічно брудні й недоброякісні продукти (м'ясо, риба, молоко, желе, морозиво, торти) викликають харчову токсичну інфекцію. Наявні в них токсини викликають харчові отруєння. Хвороба проявляється раптово через 2–4 години після вживання отруєних продуктів, а іноді – через 20–26 годин. Спостерігається нудота, повторне блювання, біль у животі, рідке часте випорожнення зі слизом чи кров'ю. Знижується артеріальний тиск, частішає або слабшає пульс, з'являється блідість, спрага, температура підвищується до 40 °С, катастрофічно розвивається серцево-судинна недостатність, судоми м'язів, колапс і смерть. Долікарська допомога: негайно промити шлунок водою; багато пити теплої води, кефіру; викликати постійне блювання; пити вугілля-карбонен; не їсти протягом двох діб і багато пити рідкого (чай, кава); зігрівати руки, ноги потерпілого грілками.

При отруєнні грибами через 1,5–3 години виникають перші прояви отруєння. Спостерігається слабкість, слинявість, блювання, біль у шлунку, головний біль, запаморочення, криваве випорожнення, втрата зору, марення, судоми, колапс. Долікарська допомога: негайно промити шлунок водою чи слабким розчином марганцівки, у який додають активоване вугілля; дати послаблювальне (касторку); ставити очисні клізми; тепло накрити хворого і поставити грілку; дати пити гарячий чай, каву; відправити до лікарні.

*Отруєння отрутохімікатами.* У сільському господарстві широко застосовуються гербіциди, пестициди, фунгіциди, арборициди тощо. При отруєнні цими речовинами хвороба починається через 15–60 хвилин. З'являються симптоми ураження нервової системи: підвищене слиновиділення, виділення мокроти, пітливість, прискорене шумне дихання з хрипом, неспокій, настає судома ніг, параліч м'язів, зупинка дихання, асфіксія, смерть. Долікарська допомога: негайно відправляють потерпілого в стаціонар; дають пити 8 краплин 0,1% атропіну, 2 таблетки



беладони; проводять штучне дихання; промивають шлунок водою з активованим вугіллям; з шкіри отруту змивають струменем води.

*Отруєння кислотами й лугами.* Виникають великі площі опіку порожнини рота, гортані, харчового тракту, шлунку, пізніше настає вторинне ураження серця, легенів, нирок, печінки, руйнування тканин.

Поверхня опіку пухка, білувата, розпадається. З'являється біль у роті, за грудиною, блювота. Виникає сильний больовий шок. Можливий набряк гортані з подальшим розвитком асфіксії. Згодом настають серцева слабкість та колапс.

При отруєнні кислотами промивають шлунок теплою водою з перманганатом магнезію (20 грам на 1 літр води); штучно викликають блювання; дають пити молоко, рослинну олію, білок яєць, обволікальні засоби.

При отруєнні лугами промити шлунок 10 літрами теплої води або 1% розчином лимонної чи оцтової кислоти; дають пити лимонний сік і відправляють до лікарні.

*Отруєння ліками і алкоголем.* Передозування ліків викликає отруєння. При передозуванні болезахисних і температурознижувальних ліків настає порушення діяльності, гальмування і збудження центральної нервової системи, парез капілярів, посилена віддача тілом тепла, потіння, слабкість, сонливість. Проводять реанімаційні заходи. Потрібно промити шлунок.

При отруєнні алкоголем (смертельна доза 8 грамів на 1 кг маси тіла:  $8 \times 70 = 560$  грамів) він діє на серце, судини, шлунок, печінку, нирки, головний мозок. При важкому сп'янінні людина засинає з переходом до втрати свідомості. Може бути блювання, неконтрольоване виділення сечі, різке пригнічення дихального центру, рідке неритмічне дихання, параліч центрів дихання і смерть. Варто забезпечити надходження свіжого повітря, викликати блювання, дати гарячий чай, каву. Необхідно провести реанімаційні заходи.

Передозування снодійними. Виникає гальмування нервової системи, сон переходить у несвідомий стан з паралічем дихання. Людина блідне, дихання поверхневе, неритмічне, з хрипом. Варто промити шлунок. Викликати блювання, провести штучне дихання та масаж серця.

Отруєння наркотиками викликає запаморочення, блювання, слабкість, сонливість, глибокий сон, втрату свідомості, параліч дихання, різке звуження зіниць. Необхідно здійснити реанімаційні заходи.

## **6.6 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом**

При ураженні електричним струмом необхідно якомога швидше звільнити потерпілого від струмопровідних частин обладнання.

Дотик до струмопровідних частин (мережі під напругою) у більшості випадків призводить до судом м'язів, тобто людина самотійно не в змозі

відірватися від провідника. Тому необхідно швидко відключити ту частину електрообладнання, до якої доторкається людина.

Будь-яке зволікання при наданні допомоги, а також невміння того, хто допомагає, надати кваліфіковану допомогу, призводить до загибелі людини, яка знаходиться під дією струму.

При звільненні потерпілих від струмопровідних частин або проводу в електроустановках напругою до 1000 В вимикають струм, використовуючи сухий одяг, палицю, дошку, шапку, сухі рукавиці, рукав одягу, діелектричні рукавиці. Провідники перерізають інструментом з ізольованими ручками, перерубують сокирою з дерев'яним сухим топорищем. Потерпілого можна також відтягнути від струмопровідних частин за одяг, уникаючи дотику до навколишніх металевих предметів та до відкритих частин тіла потерпілого. Відтягуючи потерпілого за ноги, не можна торкатися його взуття, оскільки воно може бути сирим і стає провідником електричного струму. Той, хто надає допомогу, має одягнути діелектричні рукавиці або обмотати їх шарфом, натягнути на них рукав піджака або пальта. Можна також ізолювати себе, ставши на гумовий килимок, суху дошку тощо (рис. 6.15).

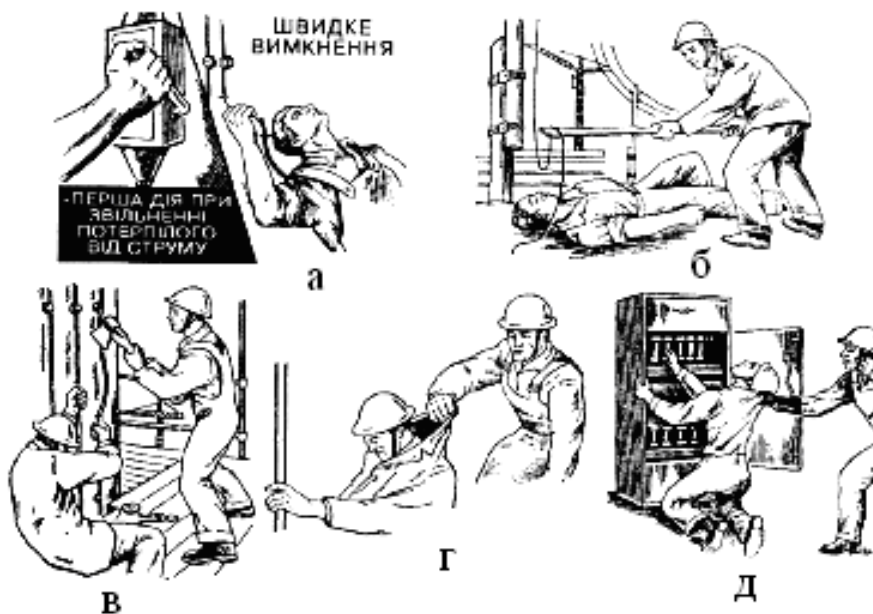


Рисунок 6.15 – Звільнення потерпілого від дії струму:

- а – вимкненням електроустановки;
- б – відкиданням проводу сухою дошкою, рейкою;
- в – перерубуванням дротів; г – відтягуванням за сухий одяг;
- д – відтягуванням у рукавицях

При звільненні потерпілих в електроустановках з напругою понад 1000 В потрібно користуватися діелектричними рукавицями й взути діелектричні боти; діяти ізолювальною штангою або ізолювальними кліщами (рис. 6.16). Якщо є можливість, то вимкнути електроустановку.

Можна замкнути або заземлити провідники (замкнути дроти накоротко, накинувши на них попередньо заземлений провід).



Рисунок 6.16 – Звільнення потерпілого від дії струму в електроустановках напругою понад 1000 В ізольовальною штангою

Якщо провід торкається землі, то необхідно пам'ятати про небезпеку крокової напруги. Тому після звільнення потерпілого від струмопровідних частин потрібно винести його з небезпечної зони. Без засобів захисту пересуватися в зоні розтікання струму по землі необхідно, не відриваючи ноги одна від одної (рис. 6.17).

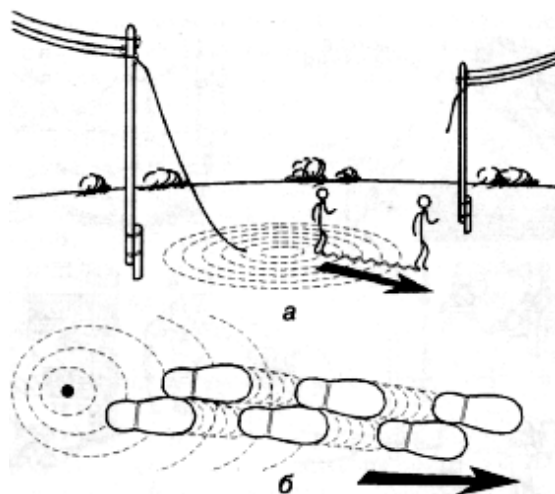


Рисунок 6.17 – Пересування в зоні розтікання струму:  
*а* – напрям пересування; *б* – положення ніг при пересуванні

Виділяють три стани людського організму внаслідок дії електричного струму. І стан – потерпілий при свідомості. Потрібно забезпечити повний спокій, 2-3 годинне спостереження, виклик лікаря.

II стан – потерпілий непритомний, але дихає. Людину покласти горизонтально, розстебнути комір і пасок, дати нюхати нашатирний спирт, викликати лікаря.

III стан – потерпілий не дихає або дихає з перервами, уривчасто, як вмираючий. Роблять штучне дихання і непрямий масаж серця.

### **6.5.1 Долікарська допомога потерпілому. Способи штучного дихання**

Кожен працівник, обслуговувальний оперативний персонал мають знати правила долікарської допомоги, способи штучного дихання й масажу серця.

Долікарську допомогу потерпілому надають на місці нещасного випадку. Констатувати смерть має право тільки лікар.

Способи штучного дихання бувають ручні та апаратні. Ручні менш ефективні, але можуть застосовуватись негайно при порушенні дихання у потерпілого. При виконанні штучного дихання «з рота в рот», та «з рота в ніс» у рот або в ніс потерпілого рятівник видихає зі своїх легенів у легені потерпілого об'єм повітря кількістю 1000–1500 мл. Цей метод найбільш ефективний, однак можлива передача інфекції, тому використовують носовичок, марлю, спеціальну трубку.

#### **6.5.1.1 Підготовка до штучного дихання**

1. Звільнити потерпілого від одягу – розв'язати галстук, розстебнути комір сорочки тощо.

2. Покласти потерпілого на спину на горизонтальну поверхню – стіл або підлогу.

3. Відвести голову потерпілого максимально назад, доки його підборіддя не стане на одній лінії з шиєю. При цьому положенні язик не затуляє вхід до гортані, вільно пропускає повітря до легенів. Водночас, при такому положенні голови рот розкривається. Для збереження такого положення голови під лопатки кладуть валик із згорнутого одягу (рис. 6.18).



Рисунок 6.18 – Положення голови потерпілого при проведенні штучного дихання

4. Пальцями обслідувати порожнину рота і якщо там є кров, слиз тощо, їх необхідно видалити, вийнявши також зубні протези; за допомогою

носовичка або краю сорочки вичистити порожнину рота (рис. 6.19). Обов'язково провести штучне дихання.



Рисунок 6.19 – Очищення рота й глотки

#### 6.5.1.2 Виконання штучного дихання

Голову потерпілого відводять максимально назад і пальцями затискають ніс (або губи). Роблять глибокий вдих, притискають свої губи до губ потерпілого і швидко роблять глибокий видих йому до рота. Вдування повторюють кілька разів, з частотою 12–15 разів на хвилину. З гігієнічною метою рекомендується рот потерпілого прикрити шматками тканини: носовичком, бинтом тощо (рис. 6.20).

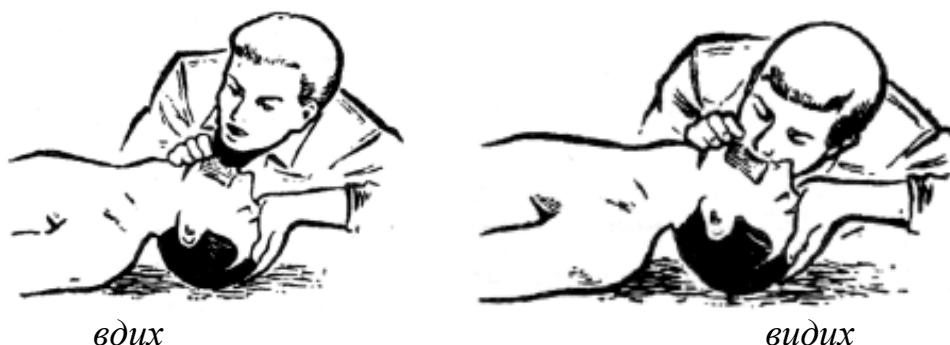


Рисунок 6.20 – Виконання штучного дихання

Якщо пошкоджене обличчя, проводити штучне дихання «з легенів у легені» неможливо, потрібно застосувати метод стиснення й розширення грудної клітки шляхом складання й притискання рук потерпілого до грудної клітки з їхнім подальшим розведенням у боки. Контроль за надходженням повітря з легенів потерпілого здійснюється за розширенням грудної клітки при кожному вдуванні. Якщо після вдування грудна клітка потерпілого не розправляється, – це ознака непрохідності шляхів дихання. Найкраща прохідність шляхів дихання забезпечується за наявності трьох умов:

- максимального відведення голови назад;
- відкривання рота;
- висування вперед нижньої щелепи.

При появі у потерпілого перших слабких вдихів потрібно поєднати штучний вдих з початком самостійного вдиху. Штучне дихання потрібно проводити до відновлення глибокого ритмічного дихання.

Штучне дихання у більшості випадків потрібно робити одночасно з масажем серця.

### 6.5.2 Зовнішній масаж серця

Зовнішній масаж серця – це ритмічне стиснення серця між грудниною та хребтом. Треба знайти розпізнавальну точку – мечоподібний відросток груднини (він знаходиться знизу грудної клітини над животом). Стати треба з лівого боку від потерпілого й покласти долоню однієї руки на нижню третину груднини, а поверх – долоню другої руки (рис. 6.21–6.22). Тепер ритмічними рухами треба натискати на груднину (з частотою 60 разів на хвилину). Сила стиснення має бути такою, щоб груднина зміщувалась у глибину на 4–5 см. Масаж серця доцільно проводити паралельно зі штучним диханням, для чого після 2–3 штучних вдихів роблять 15 стискань грудної клітки. При правильному масажі серця під час натискання на груднину відчуватиметься легкий поштовх сонної артерії і звужаться протягом кількох секунд зіниці, а також порожевіє шкіра обличчя і губи, з'являться самостійні вдихи. Щоб не пропустити повторного припинення дихання, треба стежити за зіницями, кольором шкіри і диханням, регулярно перевіряти частоту й ритмічність пульсу (рис. 6.23–6.24).



Рисунок 6.21 – Місце розташування рук при проведенні зовнішнього масажу серця



Рисунок 6.22 – Правильне положення рук при проведенні зовнішнього масажу серця і визначенні пульсу на сонній артерії

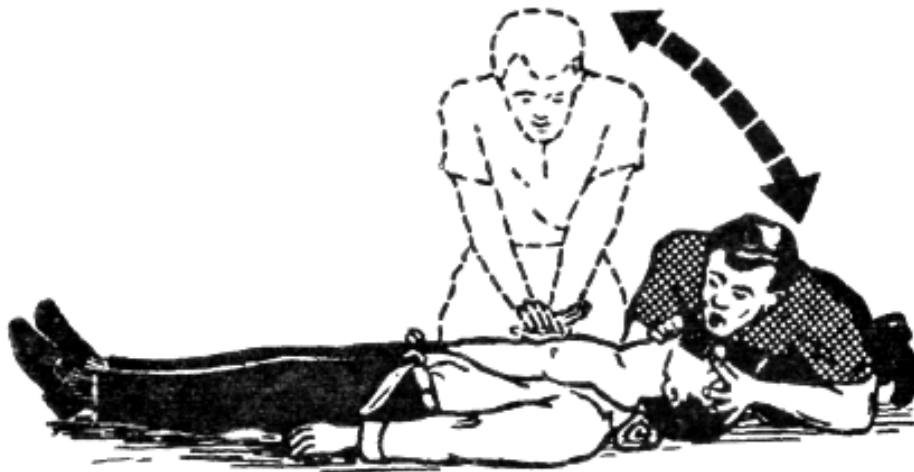


Рисунок 6.23 – Проведення штучного дихання і зовнішнього масажу серця однією людиною

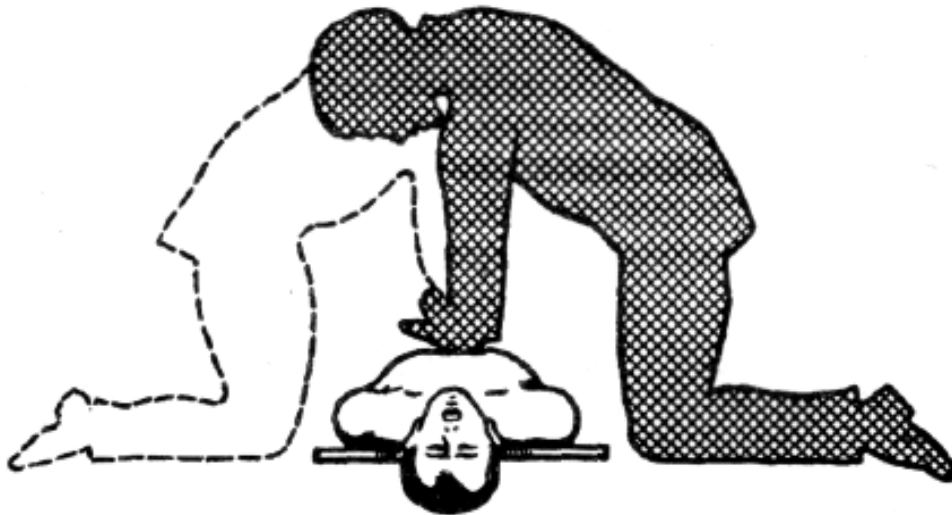


Рисунок 6.24 – Положення того, хто надає допомогу при проведенні зовнішнього масажу серця

### **6.7 Транспортування потерпілого**

Наслідки своєчасної і правильно наданої допомоги на місці події можуть бути зведені нанівець, якщо під час підготовки до транспортування і доставці потерпілого до медичної установи не будуть дотримані відповідні правила. Головне не тільки в тому, як доставити потерпілого і яким видом транспорту, а наскільки швидко були вжиті заходи, які б забезпечили максимальний спокій і зручне положення потерпілого.

Найкраще транспортувати потерпілого ношами. При цьому можна використовувати підручні засоби: дошки, одяг тощо. Можна переносити потерпілого на руках. Передусім потерпілого потрібно покласти на носі, які застеляють ковдрою, одягом тощо, ставлять носі з того боку потерпілого, де є ушкодження. Якщо тих, хто надає допомогу, двоє, вони

мають стати з двох боків нош. Один підкладає руки під голову і груднину, другий – під крижі й коліна потерпілого. Одночасно без поштовхів його обережно піднімають, підтримуючи ушкоджену частину тіла, і опускають на ноші. Потрібно накрити потерпілого тим, що є під руками: одягом, ковдрою. Якщо є підозра на перелом хребта, потерпілого кладуть обличчям догори на тверді ноші (щит, двері). За відсутності цього можна використати ковдру, пальто. У такому випадку потерпілого кладуть на живіт.

Якщо є підозра на перелом кісток тазу, потерпілого кладуть на спину з зігнутими ногами у колінах і в тазостегнових суглобах для того, щоб його стегна були розведені, під коліна обов'язково треба підкласти валик з вати, рушника, сорочки.

По рівній поверхні потерпілого несуть ногами вперед, при підйомі на гору або на сходах – головою вперед. Ноші весь час мають бути у горизонтальному положенні. Щоб ноші не розгойдувались, необхідно йти не в ногу, злегка зігнувши коліна.

Під час перевезення потерпілого потрібно покласти його до транспортного засобу на тих самих ношах, підстеливши під них що-небудь м'яке (ковдру, соломку тощо).

### **Контрольні запитання**

1. У якому темпі проводиться штучне дихання для дорослої людини?
2. У якому темпі проводиться штучне дихання для дитини?
3. Якою кількістю рук виконують дітям масаж серця?
4. Яку кількість натискань на грудну клітину роблять, якщо той, хто надає допомогу, один?
5. Чим потрібно скоритися для швидкого звільнення потерпілого від дії струму в електроустановках напругою до 1000 В?
6. Чим потрібно скористатися для швидкого звільнення потерпілого від дії струму в електроустановках напругою понад 1000 В?



## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

### РОЗРАХУНОК ВЕРТИКАЛЬНОГО ВІДСТІЙНИКА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Розрізняють хімічне, фізичне та біологічне забруднення водоймищ. Хімічне забруднення зумовлюється збільшенням вмісту у воді неорганічних та органічних шкідливих домішок. Фізичне забруднення пов'язане зі змінами фізичних параметрів водного середовища і зумовлюється тепловими, механічними та радіоактивними домішками. Біологічне забруднення полягає у змінах властивостей водного середовища внаслідок збільшення кількості мікроорганізмів, рослин та тварин.

Основними забруднювачами гідросфери є промисловість та сільське господарство. Внутрішні водойми забруднюються стічними водами металургійної, нафтопереробної, хімічної та інших галузей, сільського господарства, житлово-комунального господарства та поверхневими стоками. Найбільш шкідливими органічними забруднювачами гідросфери є нафта та нафтопродукти. Щорічно в світовий океан потрапляє 5–10 млн тонн нафти та нафтопродуктів. Наявність на поверхні води масла, жирів, мастильних матеріалів перешкоджає газообміну між водою та атмосферою, що знижує насиченість води киснем. Забруднення води нафтою перш за все негативно впливає на стан фітопланктону і зумовлює загибель птахів. Відходи, які містять мінеральні забруднення, локалізуються переважно біля берегів, проте деяка їх частина виноситься за межі територіальних вод. Найбільш небезпечним є забруднення вод ртуттю, тому що зараження морських організмів викликає отруєння людей.

Розрахунок вертикального відстійника для очищення стічних вод здійснюється в такій послідовності:

1. Визначаються середні секундні витрати на відстійник

$$Q_c = \frac{Q_d}{24 \cdot 3600} \text{ [м}^3\text{/с]}. \quad (7.1)$$

2. Знаходяться максимальні секундні витрати з урахуванням коефіцієнта нерівномірності:

$$Q_{cmax} = Q_c K_n \text{ [м}^3\text{/с]}. \quad (7.2)$$

3. Приймається розрахункова висота зони осаджування  $H_1$  м.

4. При середній місячній температурі стічних вод  $10^\circ\text{C}$  коефіцієнт  $\alpha = 1,3$ , тоді  $(KH/h)^n = 1,19$ .

5. Для забезпечення ефекту освітлення води  $\varepsilon$  вибирається тривалість відстоювання  $t$  при  $n, K$ .

6. Визначається гідравлічна крупність частинок за висі

$$U_0 = \frac{1000KH_1}{\alpha t(KH_1/n)^n} \text{ [мм/с]}. \quad (7.3)$$

7. Приймається  $n$  секцій відстійника. Площа однієї секції становитиме

$$F_C = \frac{Q_{C\max}}{nKU_0} + \frac{Q_{C\max}}{nV_{TP}} \text{ [м}^2\text{]}. \quad (7.4)$$

8. Визначається діаметр секції

$$D = \sqrt{\frac{4F_C}{\pi}} \text{ [м]}. \quad (7.5)$$

9. Визначається діаметр центральної труби

$$d_{ц.тр} = \sqrt{\frac{4f_{ц.тр}}{\pi}} \text{ [м]}, \quad (7.6)$$

де  $f_{ц.тр} = \frac{Q_{C\max}}{nV_{TP}}$  – площа центральної труби, [м<sup>2</sup>].

Тоді діаметр розтруба  $d_p = d_{ц.тр}$  [м].

10. Знаходиться висота щілини між нижньою кромкою центральної труби і поверхнею відбивного щита при швидкості руху в ній  $V_{щ} = 0,02$  м/с.

$$h_{щ} = \frac{Q_{C\max}}{n\pi d_p V_{TP}} \text{ [м]}. \quad (7.7)$$

11. Знаходиться висота шару між низом відбивного щита і поверхнею осаду  $h_{ос}$ . Визначається загальна висота циліндричної частини при висоті відстійника  $h_{борт}$ .

$$H_{ц} = H_l + h_{щ} + h_{ос} + h_{борт} \text{ [м]}. \quad (7.8)$$

12. Приймається кут нахилу стінок конусної частини до горизонту  $60^\circ$ . Тоді висота конусної частини дорівнюватиме

$$h_{\kappa} = \sqrt{D^2 - D^2/4} = D\sqrt{3}/2 \text{ [м]}. \quad (7.9)$$

13. Знаходиться об'єм конусної частини:

$$V_{\text{кон}} = \frac{1}{3} \pi \frac{D^2}{4} h_k \quad [\text{м}^3]. \quad (7.10)$$

14. Знаходиться маса вловленого осаду за добу

$$M = \frac{C_{\text{п}} \varepsilon K Q_{\text{д}}}{1000 \cdot 1000} \quad [\text{т}]. \quad (7.11)$$

15. Знаходиться об'єм уловленого осаду

$$W = \frac{100M}{(100 - P)\rho} \quad [\text{м}^3/\text{доб}]. \quad (7.12)$$

16. Осадна частина відстійників буде заповнюватись осадом за

$$t = nV_{\text{кон}}/W \quad [\text{діб}]. \quad (7.13)$$

Для попередження загнивання осаду його необхідно вивантажувати не рідше одного разу за дві доби.

### Контрольні запитання

1. Які бувають види забруднення водоймищ?
2. Який з видів забруднення зумовлюється збільшенням вмісту у воді неорганічних та органічних шкідливих домішок?
3. Який з видів забруднення пов'язаний зі змінами фізичних параметрів водного середовища і зумовлюється тепловими, механічними та радіоактивними домішками?
4. Який з видів забруднення полягає у змінах властивостей водного середовища внаслідок збільшення кількості мікроорганізмів, рослин та тварин?
5. Назвіть основні забруднювачі гідросфери.
6. Який з органічних забруднювачів гідросфери є найбільш шкідливим?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 8

### ВИБІР І РОЗРАХУНОК ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ, ЯКЕ НАДХОДИТЬ В АТМОСФЕРУ

#### Забруднення атмосфери

Атмосфера завжди містить домішки природного та антропогенного походження. Основними забруднювачами є гази та тверді частинки. При цьому частка газів становить 90%, а тверді частинки – 10% від усієї маси забруднювачів. До природних забруднювачів відносять пилові бурі, виверження вулканів, космічний пил тощо. Джерела антропогенного забруднення – теплоелектростанції (сірчистий та вуглекислий гази), металургійні підприємства (викидають оксиди азоту, сірководень, сірковуглець, хлор, фтор, аміак, сполуки фосфору, ртуть, миш'як), хімічні, цементні заводи та інші підприємства.

Атмосферні забруднювачі поділяються на первинні, які надходять безпосередньо до атмосфери, і вторинні, які утворюються внаслідок перетворення первинних забруднювачів. Наприклад, сірчистий газ в атмосфері окислюється до сірчаного ангідриду, який взаємодіє з водяною парою і утворює краплинки сірчаної кислоти. Розглянемо вплив деяких забруднювачів на організм людини.

*Атмосферний вплив.* Особливо небезпечним є токсичний тонкодисперсний пил з розміром частинок 0,5–10 мкм. Ці частинки глибоко проникають в органи дихання. При неповному згоранні палива утворюється сажа – високодисперсний порошок, який на 90–95% складається з частинок вуглецю. Сажа має високу адсорбційну здатність до важких вуглеводнів, що робить сажу дуже небезпечною для людини. Встановлена залежність між зниженням рівня забруднення атмосферного повітря та зниженням захворюваності (табл. 8.1).

Таблиця 8.1 – Залежність захворюваності від запиленості атмосферного повітря

Захворювання	Зниження числа захворювань на 1000 осіб з небезпечного рівня до допустимого
Грип та катар верхніх дихальних шляхів	292
Пневмонія	12
Бронхіт	14
Туберкульоз органів дихання	3
Хвороби серця	2
Гіпертонічна хвороба	3

*Оксид вуглецю CO.* Це безколірний газ, який не має запаху. Він впливає на нервову та серцево-судинну системи, викликає задуху. Поява головного

болю (первинний симптом отруєння) виникає через 2–3 години після перебування в атмосфері, яка містить 200–220 мг/м<sup>3</sup> СО. При більших концентраціях СО виникає відчуття пульсації у скронях, запаморочення. Токсичність СО зростає за наявності в повітрі оксидів азоту.

*Оксиди азоту* NO<sub>x</sub>, (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NO<sub>5</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). В атмосферу викидається переважно діоксид азоту NO<sub>2</sub>. Це безколірний отруйний газ, який не має запаху. Спричиняє подразнювальну дію на організм. Небезпека дії оксидів азоту підвищується в містах, де вони взаємодіють з вуглеводнями вихлопних газів і утворюють фотохімічний туман – смог. Ознакою отруєння оксидами азоту є легкий кашель. При підвищенні концентрації NO<sub>x</sub> виникає сильний кашель, блювання, часом головний біль. Контактуючи з вологою поверхнею слизових оболонок, оксиди азоту утворюють кислоти HNO<sub>3</sub> та HNO<sub>2</sub>, які призводять до набряку легенів.

*Діоксид сірки* SO<sub>2</sub>. Це безколірний газ, що має різкий запах і навіть при малих концентраціях (20–30 мг/м<sup>3</sup>) викликає неприємний присмак в роті, подразнює слизові оболонки очей та дихальні шляхи. Діоксид сірки згубно діє на хвойні та листяні ліси. Коли концентрація SO<sub>2</sub> в повітрі сягає 0,23–0,32 мг/м<sup>3</sup>, відбувається всихання сосни протягом 2–3 років. Подібні зміни у листяних дерев виникають при концентрації SO<sub>2</sub> 0,5–1,0 мг/м<sup>3</sup>.

*Вуглеводні (пари бензину)*. Вони мають наркотичну дію. При малих концентраціях викликає головний біль, запаморочення тощо. При вдиханні парів бензину протягом робочої зміни і при концентрації 600 мг/м<sup>3</sup> виникають неприємні відчуття в горлі, головний біль, кашель.

*Альдегіди*. Тривалий вплив альдегідів викликає подразнення слизових оболонок очей та дихальних шляхів. За концентрації формальдегіду 20–70 мг/м<sup>3</sup> спостерігається біль голови, слабкість, втрата апетиту, безсоння.

*Сполуки свинцю*. Через органи дихання до організму надходить близько 50% сполук свинцю. Свинець викликає порушення синтезу гемоглобіну, виникають захворювання дихальних шляхів, статевих органів, нервової системи.

При виробництві будівельних виробів виділяється *абразивний пил*, концентрація якого  $C^1 = 1$  мг/м<sup>3</sup>, медіанний діаметр частинок ( $d_{50}$ , густина частинок  $\rho_s$ , об'єм повітря, який потрібно очистити від одного верстата,  $Q_1$ ).

1. Загальна кількість очищеного повітря буде дорівнювати

$$Q = Q_1 n \text{ [м}^3\text{/год]}. \quad (8.1)$$

2. Для очищення повітря проектується циклон СК-СН-34, що працює при розрідженні  $p^1 = 2000$  Па. Оптимальна швидкість повітря в циклоні 1,7 м/с.

3. Визначається густина  $\rho$  і динамічна в'язкість повітря  $\mu$  при робочих умовах

$$\rho = \rho_0 \frac{T_0(p_a - p')}{p_0(T_0 + t)} \text{ [кг/м}^3\text{]}; \quad (8.2)$$

$$\mu = \mu_0 \frac{T_0 + C}{T_0 + t + C} \left( \frac{T_0 + t}{T_0} \right)^{3/2} \text{ [Па}\cdot\text{с]}, \quad (8.3)$$

де  $T_0$  – абсолютна температура, К;

$p_0$  – нормальний атмосферний тиск, Па;

$T, p$  – відповідно, температура і тиск газів при робочих умовах, К, Па;

$\rho_0$  – густина газів (повітря) при нормальних умовах;

$\mu_0$  – динамічна в'язкість газів при нормальних умовах;

$C$  – константа.

4. Знаходиться потрібна площа перерізу циклона

$$S = \frac{Q}{v_{opt}} \text{ [м}^2\text{]}. \quad (8.4)$$

5. Визначається діаметр циклона

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \text{ [м]}. \quad (8.5)$$

Вибирається циклон діаметром  $D$ .

6. Знаходимо дійсну швидкість повітря в циклоні

$$v = \frac{4Q}{\pi ND^2} \text{ [м/с]}, \quad (8.6)$$

де  $N$  – число циклонів.

Відхилення від оптимальної швидкості становить

$$\delta = \frac{v_{opt} - v}{v_{opt}} \cdot 100 \text{ [%]}. \quad (8.7)$$

Отримане значення має знаходитись у межах допустимого ( $\pm 15\%$ ).

7. Визначаємо коефіцієнт гідравлічного опору циклона

$$\xi'' = K_1 K_2 \xi''_{i500} \text{ [Па}\cdot\text{с]}, \quad (8.8)$$

де  $K_1$  – поправочний коефіцієнт на діаметр циклона,  $K_1 = 1$ ;

$\kappa_2$  – поправочний коефіцієнт на запиленість газу, для  $C^1 = 10 \text{ г/м}^3$ ,  $\kappa_2 = 0,99$ ;

$\xi_{u500}^n$  – коефіцієнт гідравлічного опору одинарного циклона діаметром 500 мм  $\xi_{u500}^n = 1150 \text{ Па}$ .

8. Втрати тиску в циклоні будуть дорівнювати:

$$\Delta p = \xi^n \rho v^2 / 2 \text{ [Па]}. \quad (8.9)$$

9. Значення медіанної тонкості очищення знаходиться за формулою

$$d_{50} = d_{50}^T \sqrt{\frac{D \rho_r^T \mu v_T}{D_T \rho_r \mu_r v}} \text{ [мкм]}, \quad (8.10)$$

де  $d_{50}^T$  – медіанна тонкість очищення типового циклона при таких параметрах:  $D_T$ ;  $\rho_r^T$ ;  $\mu_r$ ;  $v_T$ .

10. Знаходиться параметр

$$x = \lg \frac{d_{50}}{d_{50}^T} / \sqrt{\lg^2 \sigma_\eta^T + \lg^2 \sigma_\eta}, \quad (8.11)$$

де  $\lg \sigma_\eta^T$  – ступінь полідисперсності пилу типового циклона;

$\lg \sigma_\eta$  – ступінь полідисперсності дійсного пилу.

11. Знаходимо  $\Phi(x)$ , тоді ефективність очищення буде дорівнювати

$$\eta_\phi = 50(1 + \Phi(x)) \text{ [%]}. \quad (8.12)$$

Фактична ефективність очищення порівнюється з заданою.

12. Визначаються конструктивні розміри запропонованого циклона діаметром  $D$ . висота циліндричної частини  $H_y$  і висота заглиблення вихлопної труби  $h_m$

$$H_y = 0,535 \cdot D \text{ [мм]}; \quad (8.13)$$

$$h_m = 0,535 \cdot D \text{ [мм]}; \quad (8.14)$$

висота конічної частини

$$H_k = 3 \cdot D \text{ [мм]}; \quad (8.15)$$

внутрішній діаметр вихлопної труби

$$d = 0,334 \cdot D \text{ [мм]}; \quad (8.16)$$

ширина вхідного патрубку

$$b = 0,264 \cdot D \text{ [мм]}; \quad (8.17)$$

висота зовнішньої частини вихлопної труби

$$h_3 = (0,2 \dots 0,3) \cdot D \text{ [мм]}; \quad (8.18)$$

висота фланця

$$h_\phi = 0,1 \cdot D \text{ [мм]}; \quad (8.19)$$

довжина вхідного патрубка

$$l = 0,6 \cdot D \text{ [мм]}; \quad (8.20)$$

висота вхідного патрубка

$$h_n = 0,535 \cdot D \text{ [мм]}; \quad (8.21)$$

поточний радіус равлика

$$r = D / 2 + b \text{ [мм]}. \quad (8.22)$$

### **Контрольні запитання**

1. Назвіть основні забруднювачі атмосфери.
2. Яким чином класифікуються атмосферні забруднювачі?
3. Які тверді частинки глибоко проникають в органи дихання?
4. Який з газів впливає на нервову та серцево-судинну системи, викликає задуху?
5. Як змінюється токсичність CO за наявності в повітрі оксидів азоту?
6. Який з газів взаємодіє з вуглеводнями вихлопних газів і утворює фотохімічний туман – смог?



## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 9

### ВИБІР І РОЗРАХУНОК ФІЛЬТРА ЗІ ЗВОРОТНИМ ПРОДУВАННЯМ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ГАЗУ ВІД ЦЕМЕНТНОГО ПИЛУ

Для створення нормальних умов виробничої діяльності потрібно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різні шкідливі речовини, що використовуються в технологічних процесах.

Шкідливі речовини можуть проникати в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки. Через дихальні шляхи потрапляють пари, газо- та пилоподібні речовини, через шкіру – переважно рідкі речовини. Через шлунково-кишкові шляхи потрапляють речовини під час ковтання або при внесенні їх в рот забрудненими руками.

Основним шляхом надходження промислових шкідливих речовин в організм людини є дихальні шляхи. Завдяки величезній (понад 90 м<sup>2</sup>) всмоктувальній поверхні легенів утворюються сприятливі умови для потрапляння шкідливих речовин у кров.

Шкідливі речовини, що потрапили тим чи іншим шляхом в організм, можуть викликати отруєння (гострі чи хронічні). Ступінь отруєння залежить від токсичності речовини, її кількості, часу дії, шляху проникнення, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму. Гострі отруєння виникають в результаті одноразової дії великих доз шкідливих речовин (чадний газ, метан, сірководень).

Хронічні отруєння розвиваються внаслідок тривалої дії на людину невеликих концентрацій шкідливих речовин (свинець, ртуть, марганець). Шкідливі речовини, потрапивши в організм, розподіляються в ньому нерівномірно. Найбільша кількість свинцю накопичується в кістках, фтору – в зубах, марганцю – в печінці. Такі речовини мають властивість утворювати в організмі так зване «депо» і затримуватись в ньому тривалий час.

При хронічному отруєнні шкідливі речовини можуть не лише накопичуватись в організмі (матеріальна кумуляція), а й викликати «накопичення» функціональних ефектів (функціональна кумуляція).

Ступінь несприятливого впливу шкідливих речовин, що присутні в повітрі робочої зони, визначається також низкою інших чинників. Наприклад, підвищена температура і вологість, як і значне м'язове напруження, в більшості випадків підсилюють дію шкідливих речовин.

Суттєве значення мають індивідуальні особливості людини. З огляду на це для робітників, які працюють у шкідливих умовах, проводяться

обов'язкові попередні (при вступі на роботу) та періодичні (1 раз на 3, 6, 12 та 24 місяці, залежно від токсичності речовин) медичні огляди.

Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини, спричинюють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість в повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину. Під гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони розуміють таку концентрацію, яка при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 годин чи іншої тривалості (але не більше 40 годин на тиждень) за час всього трудового стажу не може викликати професійних захворювань або розладів у стані здоров'я, що визначаються сучасними методами як у процесі праці, так і у віддалені строки життя теперішнього і наступних поколінь.

За величиною ГДК в повітрі робочої зони шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки (ГОСТ 12.1.007-76):

- 1-й – речовини надзвичайно небезпечні, ГДК менше  $0,1 \text{ мг/м}^3$  (свинець, ртуть, озон);
- 2-й – речовини високонебезпечні, ГДК  $0,1; \dots; 1,0 \text{ мг/м}^3$  (кислоти сірчана та соляна, хлор, фенол, їдкі луги);
- 3-й – речовини помірно небезпечні, ГДК  $1,1; \dots; 10,0 \text{ мг/м}^3$  (вінілацетат, толуол, ксилол, спирт метиловий);
- 4-й – речовини малонебезпечні, ГДК більше  $10,0 \text{ мг/м}^3$  (аміак, бензин, ацетон, гас).

Гранично допустимі концентрації деяких шкідливих речовин в повітрі робочої зони наведені в таблиці 9.1.

Потрібно зазначити, що в списку ГДК, поряд з величиною нормативу, може стояти літера, яка вказує на особливість дії цієї речовини на організм людини:

- О – гостроспрямованої дії;
- А – алергічної дії;
- К – канцерогенної дії;
- Ф – фіброгенної дії.

Загальні заходи та засоби попередження забруднення повітряного середовища на виробництві та захисту працівників охоплюють:

- вилучення шкідливих речовин з технологічних процесів, заміна шкідливих речовин менш шкідливими і т. п. Наприклад, свинцеві білила замінені на цинкові, метиловий спирт – іншими спиртами, органічні розчинники для знежирювання – миючими розчинами на основі води;
- удосконалення технологічних процесів та устаткування (застосовування замкнутих технологічних циклів, неперервних технологічних процесів, мокрих способів переробки пиломатеріалів тощо);
- автоматизація і дистанційне управління технологічними процесами та обладнанням, що унеможливорює безпосередній контакт працівників зі шкідливими речовинами;

- герметизація виробничого устаткування, робота технологічного устаткування під розрідженням, локалізація шкідливих виділень за рахунок місцевої вентиляції, аспіраційних укриттів;
- нормальне функціонування систем опалення, загальнообмінної вентиляції, кондиціонування повітря, очищення викидів в атмосферу;
- попередні та періодичні медичні огляди робітників, які працюють у шкідливих умовах, профілактичне харчування, дотримання правил особистої гігієни;
- контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони;
- використання засобів індивідуального захисту.

Таблиця 9.1 – Гранично допустимі концентрації деяких шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Ч.ч.	Шкідливі речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Агрегатний стан
1	Азоту оксиди	5	2	П
2	Аміак	20	4	П
3	Ангідрид сірчистий	10	3	П
4	Ангідрид сірки	1	2	А
5	Ацетон	200	4	П
6	Бензин-розчинник	300	4	П
7	Бензин-паливний	100	4	П
8	Гас	300	4	П
9	Кислота сірчана	1	2	А
10	Луги їдкі	0,5	2	А
11	Озон	0,1	1	П
12	Ртуть металева	0,01	1	П
13	Сулема	0,1	1	А
14	Свинець та його неорганічні сполуки	0,01	1	А
15	Окис вуглецю	20	4	П
16	Хлор	1	2	А

**Примітки:**

1. П – пари;
2. А – аерозоль.

1. Визначаються секундні витрати газу при робочих умовах

$$Q_p = \frac{Q_d T_p}{T_0} \text{ [м}^3\text{/с]}. \quad (9.1)$$

2. За формулою (9.2) знаходиться динамічна в'язкість газу при робочих умовах

$$\mu = \mu_0 \frac{T_0 + C}{T + C} \left( \frac{T}{T_0} \right)^{3/2} \text{ [Па}\cdot\text{с]}. \quad (9.2)$$

де  $\mu_0$  – динамічний коефіцієнт в'язкості повітря;

$C$  – константа.

3. За формулою (9.3) знаходиться питоме навантаження

$$q = q_n C_1 C_2 C_3 C_4 C_5, \quad (9.3)$$

де  $q_n$  – нормативне питоме газове навантаження;

$C_i$  – коефіцієнти, що враховують особливості впливу концентрації пилу, його температури, якості очищення.

4. Знаходиться швидкість фільтрування

$$v_\phi = q / 60 \text{ [м/с]}. \quad (9.4)$$

5. Знаходиться гідравлічний опір фільтрувальної перегородки, оцінивши попередньо тривалість циклу фільтрування  $\tau = 900$  с.

$$\Delta p_n = K_n \mu v_\phi + K_1 \tau \mu C' v_\phi^2 \text{ [Па]}. \quad (9.5)$$

Виконується перевірка розрахованого опору на відповідність технічним вимогам. Якщо вона виконується, то тривалість циклу фільтрування залишається  $\tau = 900$  с.

6. Визначається кількість регенерації протягом 1 години.

$$n_p = \frac{3600}{\tau + \tau^1} \text{ [год}^{-1}\text{]}. \quad (9.6)$$

7. Розраховується об'єм газу, витрачаного на зворотне продування, умовно приймаючи швидкість газу при зворотному продуванні рівну швидкості при фільтруванні

$$Q'_p = Q_p n_p \tau'_p \text{ [м}^3\text{/год]}. \quad (9.7)$$

8. Визначається фільтрувальна площа апарата

$$S_\phi = \frac{Q_p + Q'_p}{60q} \text{ [м}^2\text{]}. \quad (9.8)$$

Для заданих умов приймається два чотирисекційних фільтри зі зворотним продуванням ФР-250.

9. Знаходиться площа фільтрування, яка враховується під час регенерації,

$$S_p = 2N_c S_c \tau'_p n_p / 3600 \text{ [м}^2\text{]}. \quad (9.9)$$

де  $N_c$  – число секцій, шт.;

$S_c$  – площа однієї секції, м.

10. Уточнюється кількість газу, яка витрачається на зворотне продування протягом 1 години

$$Q'_p = v_{\phi} \tau'_p n_p 2N_c S_c \text{ [м}^3\text{/год]}. \quad (9.10)$$

11. Остаточно визначається необхідна площа фільтрування за умови використання 8 секцій (два фільтри ФР-250)

$$S = \frac{Q_p + Q'_p}{60q} + S_p \text{ [м}^2\text{]}. \quad (9.11)$$

12. Проводиться порівняння часу циклу фільтрування з часом, який затрачений на регенерацію секцій. За умови постійної регенерації однієї з секцій

$$\tau \geq (N_c - 1) \tau'_p. \quad (9.12)$$

13. Отже, на регенерацію вимикається по чергово по одній секції, питома навантаження під час регенерації буде становити

$$q' = \frac{Q_p / 60 + S_c q}{S_{\phi} - S_c} \text{ [м}^3\text{/(м}^2\text{хв)]}. \quad (9.13)$$

Виконується перевірка знаходження питомого навантаження в межах розрахункового значення для встановлення та забезпечення надійної експлуатацію апаратів.

### Контрольні запитання

1. Який з газів, контактуючи з вологою поверхнею слизових оболонок, утворює кислоти, які призводять до набряку легенів?
2. Який з газів згубно діє на хвойні та листяні ліси?
3. Який з забруднювачів атмосфери має наркотичну дію?
4. Які забруднювачі атмосфери при тривалому впливі викликають ураження слизових оболонок очей та дихальних шляхів?
5. Який з забруднювачів атмосфери викликає порушення синтезу гемоглобіну?

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 10

### РОЗРАХУНОК АЕРАЦІЙНОГО ПІСКОВЛОВЛЮВАЧА ДЛЯ ОЧИСНОЇ СТАНЦІЇ

На промислових підприємствах джерелами забруднення стічних вод є виробничі, поверхневі та побутові стоки. Виробничі стічні води утворюються внаслідок використання води в технологічних процесах. Побутові стічні води підприємств утворюються при експлуатації душів, туалетів, пралень та їдалень, звідки вони скеровуються на міські станції очищення.

Поверхневі стічні води утворюються внаслідок змивання дощовою, талою та поливальною водою домішок, які накопичуються на території, на дахах та стінах виробничих будівель. В цих водах містяться тверді частинки (пісок, камінь, стружка, тирса, пил, сажа, залишки рослин), нафтопродукти, використовувані в двигунах транспортних засобів, тощо. Небезпечні не лише первинні забруднення поверхневих вод, а й вторинні забруднення, які виникають внаслідок хімічних реакцій речовин у водному середовищі. Наприклад, феноли і хлориди можуть утворювати діоксини. Забруднення поверхневих вод знижує запаси питної води, негативно впливає на розвиток фауни та флори водоймищ. Порушується кругообіг речовин в біосфері, знижується обсяг біомаси на планеті, знижується відтворення кисню.

1. Визначаються максимальні секундні витрати стічних вод

$$Q_{\text{Смакс}} = \frac{Q_{\text{д}}}{24 \cdot 3600} K_n \quad [\text{м}^3/\text{с}]. \quad (10.1)$$

2. Приймається кількість відділень пісковловлювача  $n$  із швидкістю руху води в них  $V_p$ .

3. Знаходиться площа поперечного перерізу кожного відділення

$$F'_n = \frac{Q_{\text{Смакс}}}{V_p n} \quad [\text{м}^2]. \quad (10.2)$$

4. Задається мінімальний діаметр частинок піску, які затримуються пісковловлювачем  $d$ , та гідравлічна крупність  $U_0$ .

5. Приймаються розміри відділення: ширина  $B_n$ , глибина  $H_n$ . За відношенням  $B_n/H_n$  вибирається коефіцієнт, який враховує вплив турбулентності  $K_s$ . Розрахункова глибина проточної частини  $h_n = H/2$ .

6. Визначається довжина пісковловлювача

$$L_n = \frac{K_s h_n}{U_0} V_P \quad [\text{м}]. \quad (10.3)$$

7. Знаходиться довжина піскового лотка й змивного трубопроводу

$$l = L_n - D_{\delta} \quad [\text{м}], \quad (10.4)$$

де  $D_{\delta}$  – діаметр бункера, у якому розміщено гідроелеватор, м.

8. При числі жителів  $\mathcal{J}$  і кількості вловлених осадів на одну людину  $V'$  загальні витрати осаду можуть бути визначені як

$$W = \mathcal{J} V' / 1000 \quad [\text{м}^3/\text{доб}]. \quad (10.5)$$

9. При надходженні в бункер 20% усього осаду в пісковому лотку одного відділення пісковловлювача залишиться осаду (при вивантаженні 3 рази на добу)

$$W' = \frac{1}{n} \left( \frac{W}{3} - \frac{W}{3} \frac{20}{100} \right) \quad [\text{м}^3/\text{доб}]. \quad (10.6)$$

10. Визначається висота шару осаду в лотку

$$h_0 = \frac{W'}{lb} \quad [\text{м}]. \quad (10.7)$$

11. Знаходиться глибина піскового лотка

$$h_l = 1,5 h_0 (e + 1) \quad [\text{м}], \quad (10.8)$$

де  $e = 0,1$  – відносне розширення піску.

З конструктивних міркувань приймаються розміри лотка: ширина; максимальна висота шару осаду (на початку лотка)  $h_{\text{макс}}$  – глибина.

12 Для розрахунку необхідної підйомної швидкості в лотку приймається: еквівалентний діаметр зерен піску  $d_{\text{екв}}$ ; динамічний коефіцієнт в'язкості при температурі стічної води 28 °С  $\mu$ .

Підйомна швидкість може бути визначена за формулою

$$V_n = 10 \frac{d_{\text{екв}}^{1,31}}{\mu^{0,54}} (0,7e + 0,17) \quad [\text{см/с}]. \quad (10.9)$$

13. Визначаються загальні витрати промивної води в лотку

$$Q_{3\text{м}} = V' b l \quad [\text{м}^3/\text{с}]. \quad (10.10)$$

14. За необхідної швидкості води в зливному трубопроводі  $V_H$  його діаметр буде рівним

$$d_{TP} = \sqrt{\frac{4Q_{3M}}{\pi V_H}} \quad [\text{м}]. \quad (10.11)$$

Приймається діаметр трубопроводу. Тоді фактична швидкість руху води на його початку

$$V_\phi = \frac{4Q_{3M}}{\pi d_{TP.Ф}^2} \quad [\text{м/с}]. \quad (10.12)$$

15. Знаходиться напір на початку трубопроводу

$$H_0 = 5,6h_{\text{макс}} + 5,4 \frac{V_\phi^2}{2g} \quad [\text{м}]. \quad (10.13)$$

16. Визначається кількість сприсків у трубопроводі (при відстані між ними  $Z$ ):

$$n = 2l/Z. \quad (10.14)$$

17. Визначається діаметр отворів сприсків

$$d_{\text{отв}} = \sqrt{\frac{4Q_{3M}}{\pi n \mu_1 \sqrt{2gH_0}}} \quad [\text{м}]. \quad (10.15)$$

### Контрольні запитання

1. Який з видів забруднення пов'язаний зі змінами фізичних параметрів водного середовища і зумовлюється тепловими, механічними та радіоактивними домішками?

2. Який з видів забруднення полягає в змінах властивостей водного середовища внаслідок збільшення кількості мікроорганізмів, рослин та тварин?

3. Назвіть основні забруднювачі гідросфери.

4. Який з органічних забруднювачів гідросфери є найбільш шкідливим?

5. Які виробничі води утворюються внаслідок використання води в технологічних процесах?

6. Забруднення яких вод знижує запаси питної води, негативно впливає на розвиток фауни та флори водоймищ?



## **ДОДАТКИ**

## ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Варіанти завдань до практичного заняття № 1.  
Визначити за варіантом величини, позначені знаком «?».

Варіант	Категорія	Спуск	$I_{\text{ф}}, \text{м}$	$I_{\text{п}}, \text{м}$	$V_{\text{ср}}, \text{м/с}$	$H_{\text{ср}}, \text{м}$	$Q_{\text{св}}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{в}}, \text{м}^3/\text{с}$	$C_{\text{в}}, \text{мг/л}$	$m, \text{мг/л}$	$C_{\text{п}}, \text{мг/л}$	$\varepsilon, \%$	$T_{\text{св}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$
1	1	Б	1921	1745	3	1,8	?	19,9	4,8	7,5	?	72,2	?	19,4
2	2	Р	1936	1685	2,7	2	4	?	3,7	?	28,6	82	41,3	?
3	1	Р	1874	1739	2,9	1,6	4,9	23	?	5,6	22,8	?	?	22,7
4	2	Б	1770	1646	2,5	1,8	5,8	23,3	3,8	?	?	83,3	44,1	?
5	1	Б	1640	1362	2,6	1,6	6,4	?	2,9	5,2	?	94,8	?	23,1
6	2	Р	1634	1588	2,7	1,5	?	22,2	3,6	?	37,4	?	45,9	22,8
7	1	Р	1859	1456	2,4	1,4	8,1	26,6	?	?	43,2	84,5	48	?
8	2	Б	1602	1283	2,1	1,2	8,2	?	?	?	107,1	86,8	40,9	22
9	1	Б	1592	1352	2	1,2	?	20,1	4,2	6,6	?	91,6	39,6	?
10	2	Р	1550	1330	1,9	1	1,4	?	1,8	?	36,9	88,1	?	21,9
11	1	Р	1457	1187	2,1	1	5,9	27,5	?	7,8	24,3	?	44,4	?
12	2	Б	1564	1221	1,8	0,8	6,2	29,1	5,5	?	?	99,9	?	19
13	1	Б	1354	1012	1,7	0,8	7,8	?	4,2	7,9	?	94,5	47,6	?
14	2	Р	1314	1154	1,7	0,6	?	30,1	5	?	?	82	47,5	23
15	1	Б	1806	1609	2,9	1,8	?	20,3	5	7,4	?	73,8	?	20,1
16	2	Р	2078	1737	2,8	1,8	4,2	?	4,2	?	32,8	72,5	38,7	?
17	1	Р	1948	1470	3	1,6	5,3	22	?	6,3	22,9	?	?	20,5
18	2	Б	1873	1602	2,4	1,7	5,8	22,1	3,3	?	?	90,2	38,8	?
19	1	Б	1649	1637	2,7	1,7	7,5	?	2,7	5,4	?	88,3	?	23,2
20	2	Р	1822	1459	2,3	1,3	?	21,8	3,6	?	43	?	46,2	22,3
21	1	Р	1572	1304	2,3	1,4	8,1	24	?	?	45,3	78,4	47	?
22	2	Б	1666	1220	2,1	1,2	7,2	?	?	?	98,1	84,8	46	21,7
23	1	Б	1637	1364	2,1	1,2	?	19,5	4,3	6,5	?	93,2	40,7	?
24	2	Р	1577	1374	2,1	1,2	1,3	?	1,2	?	40,7	86,6	?	20,3
25	1	Р	1417	1301	1,8	0,9	5,6	28,4	?	7,1	27,1	?	42,4	?
26	2	Б	1438	1082	1,7	0,8	5,9	28,4	5,6	?	?	85,1	?	19,2
27	1	Б	1276	1124	1,8	0,8	9,2	?	4,1	8,3	?	95,7	51,7	?
28	2	Р	1266	959	1,5	0,6	?	30	4,9	?	?	82	53,8	25,6
29	1	Б	1806	1043	2,8	2	?	20,7	4,7	6,4	?	68,7	?	20
30	2	Р	1902	1668	2,6	2	3,8	?	3,6	?	30,9	83,7	39,1	?
31	1	Р	2058	1537	3	1,8	4,7	23,7	?	6	25,1	?	?	22,3
32	2	Б	1764	1560	2,8	1,8	5,7	24,7	3,6	?	?	77	39,3	?
33	1	Б	1842	1536	2,7	1,7	6,8	?	2,7	5	?	97,4	?	20
34	2	Р	1867	1309	2,4	1,5	?	24,6	3,9	?	40,3	?	39,9	21,5
35	1	Р	1784	1400	2,4	1,3	8,5	26,7	?	?	40,5	90,1	43,5	?

Продовження таблиці А.1

Варіант	Категорія	Спуск	$I_{ф}, м$	$I_{п}, м$	$v_{ср}, м/с$	$H_{ср}, м$	$q_{ср}, м^3/с$	$Q_{в}, м^3/с$	$C_{в}, мг/л$	$m, мг/л$	$C_{п}, мг/л$	$\varepsilon, \%$	$T_{ср}, ^\circ C$	$T_{max}, ^\circ C$
36	2	Б	1575	1250	2,2	1,3	8	?	?	?	94	85,7	40,6	24,2
37	1	Б	1679	1346	2,2	1,1	?	19,5	4,9	6,3	?	87,1	40,6	?
38	2	Р	1580	1342	2,2	1,1	4,9	?	1,9	?	36,3	91,1	?	23,5
39	1	Р	1449	1119	2	1	5,2	26,2	?	7,7	25,7	?	50,5	?
40	2	Б	1367	1232	2	0,8	6,1	27	5,7	?	?	85,8	?	18,6
41	1	Б	1415	1090	1,9	0,8	8,2	?	4,2	7,4	?	97,7	43,7	?
42	2	Р	1392	1088	1,7	0,7	?	27,7	4,7	?	?	91,8	50,3	23
43	1	Б	1855	1592	2,9	1,9	?	18,8	5,3	7,6	?	72,4	?	19,1
44	2	Р	2080	1677	2,7	2	3,7	?	4,1	?	27,6	75,4	42,8	?
45	1	Р	1975	1695	2,9	1,6	5	20,1	?	5,9	20,9	?	?	22,5
46	2	Б	1859	1552	2,4	1,7	5,7	23,4	3,2	?	?	81,4	39,5	?
47	1	Б	1632	1436	2,8	1,5	7,3	?	2,9	5,8	?	94,2	?	20,7
48	2	Р	1914	1548	2,5	1,6	?	21,9	3,7	?	40,7	?	39,4	22,6
49	1	Р	1757	1267	2,6	1,4	7,3	24,2	?	?	44,8	90,6	47,3	?
50	2	Б	1724	1302	2,3	1,2	6,9	?	?	?	99,9	82,6	43	25,8
51	1	Б	1512	1212	2	1,1	?	23	4,3	6,5	?	94	41,6	?
52	2	Р	1460	1357	1,9	1	4,7	?	2,7	?	37,9	89	?	20,6
53	1	Р	1464	1134	2	0,9	5,9	24,9	?	8,2	24,8	?	51,4	?
54	2	Б	1469	1211	1,9	0,8	6,5	26,7	6,5	?	?	95,3	?	20,1
55	1	Б	1392	1177	1,6	0,8	8,4	?	4	8,2	?	89,4	51,8	?
56	2	Р	1425	995	1,7	0,7	?	30	4,8	?	?	86,4	44,1	22,9
57	1	Б	2195	1785	2,8	2,1	?	20,3	5,2	7,6	?	77	?	19,3
58	2	Р	1818	1503	3	1,7	4,2	?	4,2	?	32,9	73,9	42,6	?
59	1	Р	1910	1566	2,8	1,6	5,2	23,7	?	6	23,7	?	?	20,9
60	2	Б	1917	1647	2,5	1,8	6,4	23,5	3,7	?	?	89,4	43,3	?
61	1	Б	1966	1646	2,5	1,6	7,6	?	3	5,7	?	95,3	?	20,7
62	2	Р	1818	1367	2,3	1,5	?	26,2	3,8	?	40	?	46	20,9
63	1	Р	1820	1461	2,1	1,3	8	25,7	?	?	47,3	93,5	42,3	?
64	2	Б	1514	1269	2,2	1,2	6,8	?	?	?	109,2	91,8	48,7	25,8
65	1	Б	1576	1269	1,9	1,3	?	19,5	4,5	6,8	?	91,4	39,9	?
66	2	Р	1681	1254	2,1	1	4,8	?	5,2	?	41,9	76,5	?	22,4
67	1	Р	1521	1269	1,9	1	5,5	24,8	?	6,9	23,7	?	43,6	?
68	2	Б	1591	1153	1,9	0,9	6,1	25,5	6	?	?	95,9	?	18,4
69	1	Б	1465	1140	1,8	0,8	9,3	?	4,2	8,4	?	86,9	47,3	?
70	2	Р	1475	985	1,7	0,6	?	30,5	4,5	?	?	81,8	50,3	27,4
71	1	Б	2062	1861	3,1	1,8	?	19,3	5	7	?	79,1	?	20,1
72	2	Р	1777	1740	3	1,8	4,3	?	4,2	?	29,4	73,3	40,6	?

## Продовження таблиці А.1

Варіант	Категорія	Спуск	$I_{\text{ф}}, \text{м}$	$I_{\text{п}}, \text{м}$	$v_{\text{ср}}, \text{м/с}$	$H_{\text{ср}}, \text{м}$	$q_{\text{ср}}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{в}}, \text{м}^3/\text{с}$	$C_{\text{в}}, \text{мг/л}$	$m, \text{мг/л}$	$C_{\text{п}}, \text{мг/л}$	$\varepsilon, \%$	$T_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$
73	1	Р	1820	1598	2,5	1,7	5,1	22,3	?	6,3	23,2	?	?	22,1
74	2	Б	1772	1509	2,8	1,6	6,5	24,6	3,6	?	?	86,4	43,3	?
75	1	Б	1765	1563	2,7	1,4	7,5	?	3,2	5,4	?	97,3	?	23,1
76	2	Р	1863	1439	2,2	1,3	?	25,8	4	?	41,2	?	39,2	24,2
77	1	Р	1747	1539	2,2	1,3	7,4	24,3	?	?	44,3	89,5	44,5	?
78	2	Б	1488	1294	2,5	1,4	8	?	?	?	109,9	91,8	45,1	24,9
79	1	Б	1478	1270	2,2	1,2	?	20,7	4,9	6,4	?	99,9	42,8	?
80	2	Р	1407	1221	2,2	1	4,4	?	5,3	?	40	83,3	?	22,3
81	1	Р	1584	1319	1,8	1	5	25	?	6,9	24,3	?	45	?
82	2	Б	1413	1213	1,7	0,8	5,9	26,4	6,5	?	?	97	?	20,3
83	1	Б	1283	1095	1,8	0,8	9	?	4,2	8,7	?	82,3	50,7	?
84	2	Р	1304	1096	1,6	0,6	?	28,7	4,2	?	?	95,6	45,3	24,4
85	1	Б	2104	1591	2,9	1,9	?	21,9	4,5	6,8	?	72,4	?	18,7
86	2	Р	1966	1778	2,6	1,8	3,7	?	3,8	?	28,9	73,2	42,5	?
87	1	Р	1993	1741	2,6	1,6	5,3	21,8	?	6,1	25	?	?	22,2
88	2	Б	1699	1507	2,9	1,5	5,7	23,4	3,7	?	?	85,4	42,3	?
89	1	Б	1794	1538	2,6	1,5	6,3	?	2,8	5,7	?	89,5	?	22
90	2	Р	1787	1574	2,5	1,5	?	24,9	4	?	42	?	41,2	24,3
91	1	Р	1594	1500	2,6	1,3	7,2	24,8	?	?	41,6	93,5	45,5	?
92	2	Б	1686	1348	2,4	1,2	7,3	?	?	?	493	98,4	47,6	22,2
93	1	Б	1701	1319	2	1,2	?	22,7	4,7	6,4	?	89,4	35,6	?
94	2	Р	1658	1277	2,1	1,1	4,5	?	5,5	?	40,4	84,5	?	20,3
95	1	Р	1594	1157	2,1	0,9	5,5	25,2	?	7,2	22,6	?	45,6	?
96	2	Б	1443	1130	1,9	0,9	6,8	26,2	6,2	?	?	85,4	?	20,1
97	1	Б	1507	1087	1,8	0,7	8,4	?	4,2	8,5	?	84,8	44,8	?
98	2	Р	1285	1055	1,7	0,7	?	27	4,5	?	?	82	50,7	24,7
99	1	Б	1924	1726	2,7	2,1	?	19,7	4,8	7,2	?	77,9	?	19,7
100	2	Р	1838	1691	2,6	1,7	4,2	?	2,2	?	29,8	86,5	43,1	?
101	1	Р	1964	1470	2,9	1,6	5,2	22,3	?	6,3	25,2	?	?	21,3
102	2	Б	1777	1657	2,7	1,6	6,2	23,8	3,3	?	?	84	45,5	?
103	1	Б	1928	1474	2,5	1,6	6,4	?	3	5,4	?	94,7	?	23,6
104	2	Р	1632	1347	2,5	1,4	?	26,3	3,7	?	41,9	?	44,7	24,8
105	1	Р	1815	1355	2,1	1,4	8,3	24,2	?	?	43,9	94,7	47,6	?
106	2	Б	1791	1291	2,3	1,3	6,9	?	?	?	104,8	88	47,6	24,7
107	1	Б	1619	1380	2,3	1,1	?	22,5	4,3	6,1	?	97,5	35,3	?
108	2	Р	1594	1151	2,2	1,1	4,7	?	1	?	38,4	89,2	?	19,8
109	1	Р	1596	1255	1,8	1	5	28,3	?	7,9	24,1	?	44,4	?

Продовження таблиці А.1

Варіант	Категорія	Спуск	$I_{\text{ф}}, \text{м}$	$I_{\text{п}}, \text{м}$	$v_{\text{ср}}, \text{м/с}$	$H_{\text{ср}}, \text{м}$	$q_{\text{ср}}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{в}}, \text{м}^3/\text{с}$	$C_{\text{в}}, \text{мг/л}$	$m, \text{мг/л}$	$C_{\text{п}}, \text{мг/л}$	$\varepsilon, \%$	$T_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$
110	2	Б	1550	1096	1,9	0,8	6	26,7	5,4	?	?	95,2	?	19,3
111	1	Б	1310	1168	1,8	0,7	7,8	?	4,5	7,4	?	99,6	50,7	?
112	2	Р	1300	1061	1,6	0,7	?	29	4,9	?	?	92,1	46,7	22,8
113	1	Б	1848	1712	3,2	2	?	19,5	4,8	7,1	?	78,7	?	21,1
114	2	Р	1768	1628	2,7	2	3,8	?	4,3	?	28,1	79,1	40	?
115	1	Р	1732	1659	2,8	1,7	4,8	24	?	6,5	20,7	?	?	18,9
116	2	Б	1981	1569	2,7	1,8	6,4	22,8	3,4	?	?	78,2	44	?
117	1	Б	1949	1365	2,7	1,5	6,4	?	2,7	5,1	?	87,2	?	20,5
118	2	Р	1751	1392	2,7	1,4	?	25,9	3,7	?	37,1	?	42,5	21,4
119	1	Р	1648	1345	2,4	1,3	8,1	25,2	?	?	40,5	91,3	42,1	?
120	2	Б	1752	1356	2,3	1,2	7,3	?	?	?	104,7	83,4	42,3	25,3
121	1	Б	1720	1190	2,1	1,2	?	21,7	4,5	6,4	?	99,5	40,2	?
122	2	Р	1495	1183	2	1,1	4,6	?	2	?	42,6	88,4	?	24
123	1	Р	1483	1268	1,8	0,9	5,4	25,8	?	7,7	25	?	50,5	?
124	2	Б	1526	1210	2	0,9	6,8	26,8	6,3	?	?	91,9	?	20,2
125	1	Б	1326	1146	1,7	0,8	8,9	?	4,2	8,4	?	91,2	50,1	?
126	2	Р	1452	1079	1,5	0,6	?	29,2	4,3	?	?	89,9	49,9	25,6
127	1	Б	2080	1662	2,9	1,8	?	20,8	5,3	7,5	?	73,9	?	21,5
128	2	Р	2033	1594	2,6	1,8	3,7	?	4,1	?	28,5	82,1	37,5	?
129	1	Р	1764	1549	2,9	1,8	5,4	20,7	?	5,6	23,6	?	?	22,5
130	2	Б	1805	1530	2,4	1,7	6,5	20,9	3,2	?	?	93,4	40,3	?
131	1	Б	1754	1544	2,3	1,5	6,9	?	2,8	5,8	?	91,3	?	22,8
132	2	Р	1829	1337	2,4	1,3	?	26,2	3,4	?	40	?	38,7	20,7
133	1	Р	1601	1521	2,5	1,5	7,9	26,1	?	?	48,6	80,6	46,7	?
134	2	Б	1698	1415	2,1	1,4	7,7	?	?	?	100,5	86,3	41	24,8
135	1	Б	1707	1369	2,1	1,1	?	18,9	4,4	6,1	?	97,8	41,1	?
136	2	Р	1647	1159	2,2	0,9	4,1	?	2,2	?	38,3	90	?	22,6
137	1	Р	1457	1207	1,8	1	5,2	28	?	8	26,9	?	48,2	?
138	2	Б	1336	1225	1,9	0,9	6,9	24,6	6,5	?	?	90,5	?	19,5
139	1	Б	1265	1047	1,6	0,7	7,8	?	3,9	8,1	?	89,9	48,1	?
140	2	Р	1234	980	1,7	0,6	?	26,1	5	?	?	89,4	44,8	24,3
141	1	Б	2158	1539	3	1,8	?	19,8	4,8	7,6	?	80,8	?	20
142	2	Р	1782	1595	2,7	1,8	4,1	?	3,8	?	29	78,9	43,7	?
143	1	Р	1755	1709	3	1,9	4,6	23,6	?	6,2	21	?	?	21
144	2	Б	1695	1552	2,7	1,5	6	23,1	3,3	?	?	80,3	39,4	?
145	1	Б	1923	1403	2,5	1,4	7,3	?	3	5,8	?	83,4	?	21,9
146	2	Р	1659	1509	2,5	1,4	?	24,9	3,3	?	36,6	?	42,6	22,5

Продовження таблиці А.1

Варіант	Категорія	Спуск	$I_{\phi}$ , м	$I_{п}$ , м	$V_{cp}$ , м/с	$H_{cp}$ , м	$Q_{св}$ , м <sup>3</sup> /с	$Q_{в}$ , м <sup>3</sup> /с	$C_{в}$ , мг/л	$m$ , мг/л	$C_{п}$ , мг/л	$\varepsilon$ , %	$T_{св}$ , °С	$T_{max}$ , °С
147	1	Р	1720	1418	2,5	1,2	7,8	27,1	?	?	45,8	87,9	47,7	?
148	2	Б	1669	1245	2	1,3	7,8	?	?	?	93,6	88,9	42	21,7
149	1	Б	1601	1396	2,2	1,1	?	20,4	4,9	6,7	?	91,4	39,4	?
150	2	Р	1545	1351	2,1	1,1	4,1	?	5,4	?	37,3	82,4	?	23,4
151	1	Р	1404	1132	2	0,9	5,2	25,1	?	7,5	24,8	?	45,2	?
152	2	Б	1366	1238	1,9	0,9	7,1	28,1	5,4	?	?	80	?	17,4
153	1	Б	1347	1131	1,6	0,7	7,8	?	4,3	8,7	?	93	52,4	?
154	2	Р	1443	1023	1,7	0,6	?	28,8	4,3	?	?	87,9	52,4	26,8
155	1	Б	2081	1855	3,1	2,1	?	18,6	4,6	6,7	?	68,5	?	20
156	2	Р	2111	1576	2,7	2	3,7	?	4,2	?	27,5	76,5	40,4	?
157	1	Р	2044	1577	2,7	1,6	5,2	21,6	?	5,5	21,9	?	?	22,3
158	2	Б	1963	1462	2,5	1,8	6,4	25,1	3,4	?	?	85,4	43	?
159	1	Б	1772	1411	2,3	1,4	6,9	?	3,1	5	?	83,2	?	23,1
160	2	Р	1603	1336	2,2	1,4	?	22,6	3,8	?	37,1	?	41,1	22,3
161	1	Р	1654	1430	2,2	1,4	7,7	25,3	?	?	47,2	80,6	47,5	?
162	2	Б	1752	1394	2,4	1,4	8,1	?	?	?	199,8	95,8	42,6	24,6
163	1	Б	1493	1373	2	1,2	?	21,2	4,2	6,8	?	93	37,9	?
164	2	Р	1492	1284	1,9	1,1	4,8	?	5,2	?	37,5	81,4	?	21,7
165	1	Р	1353	1137	2,1	1	5,4	25,7	?	7,4	23	?	49,5	?
166	2	Б	1312	1215	1,8	0,8	6,4	25,7	6,3	?	?	85,2	?	18,1
167	1	Б	1400	1058	1,6	0,8	8,4	?	4,4	7,9	?	98,1	44,6	?
168	2	Р	1292	1135	1,8	0,6	?	25,8	4,8	?	?	80,6	50,5	22,9
169	1	Б	1800	1733	2,7	1,9	?	18	4,7	6,5	?	77,8	?	18,2
170	2	Р	1893	1623	3,1	1,7	3,7	?	4,1	?	31,3	82,1	37	?
171	1	Р	1778	1710	2,5	1,8	4,9	20	?	6,1	23,7	?	?	21,5
172	2	Б	1994	1488	2,6	1,6	5,7	24,5	3,1	?	?	77,3	43	?
173	1	Б	1808	1626	2,6	1,4	6,9	?	2,7	5,2	?	83	?	20,1
174	2	Р	1823	1420	2,2	1,5	?	22	3,4	?	38,8	?	42,5	24,5
175	1	Р	1818	1472	2,5	1,2	8,7	26,5	?	?	47,2	85,9	39,9	?
176	2	Б	1689	1322	2,2	1,2	8	?	?	?	94,4	86,6	43,1	22,6
177	1	Б	1473	1287	2,2	1,1	?	22,1	4,1	6,7	?	80,8	39,8	?
178	2	Р	1558	1373	2	1	4,3	?	2,5	?	43,1	90,6	?	20,1
179	1	Р	1648	1295	2,1	1	5,9	26,9	?	6,8	26,5	?	51	?
180	2	Б	1369	1040	1,9	0,8	6,5	26,1	5,6	?	?	96,6	?	17,2
181	1	Б	1311	1137	1,8	0,8	9,1	?	3,9	7,8	?	89,2	43,3	?
182	2	Р	1354	1073	1,5	0,6	?	27,1	4,5	?	?	82,4	51,6	26,9
183	1	Б	1862	1857	2,9	2	?	18,5	5,1	7,4	?	69,3	?	21

## Продовження таблиці А.1

Варіант	Категорія	Спуск	$I_{\text{ф}}, \text{м}$	$I_{\text{п}}, \text{м}$	$v_{\text{ср}}, \text{м/с}$	$H_{\text{ср}}, \text{м}$	$q_{\text{ср}}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{в}}, \text{м}^3/\text{с}$	$C_{\text{в}}, \text{мг/л}$	$m, \text{мг/л}$	$C_{\text{п}}, \text{мг/л}$	$\varepsilon, \%$	$T_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$
184	2	Р	1980	1681	2,7	1,9	4,2	?	3,7	?	31	82,5	42,1	?
185	1	Р	2070	1709	2,5	1,6	4,5	22,2	?	5,7	23,6	?	?	21,3
186	2	Б	1924	1631	2,8	1,5	6,4	24,7	3,1	?	?	85,5	38,4	?
187	1	Б	1753	1395	2,6	1,5	7,5	?	3,2	5,2	?	83,1	?	23,9
188	2	Р	1871	1506	2,4	1,5	?	21,7	3,4	?	38,3	?	43,4	20,9
189	1	Р	1667	1472	2,4	1,3	8,5	27	?	?	47,7	86,8	39,7	?
190	2	Б	1705	1281	2,2	1,1	7,6	?	?	?	196,2	96,7	40,8	22,1
191	1	Б	1723	1182	2,3	1,2	?	19,7	4,1	6,6	?	88,2	42,4	?
192	2	Р	1661	1349	2	1,1	4,5	?	4,9	?	39,3	74,7	?	22,2
193	1	Р	1561	1265	1,8	1	5,2	26,7	?	7,3	25,2	?	45,9	?
194	2	Б	1329	1176	1,9	0,8	5,9	28,7	6	?	?	92,7	?	17,2
195	1	Б	1286	1157	1,9	0,7	8,6	?	4,4	8,1	?	83,1	51	?
196	2	Р	1418	1124	1,8	0,6	?	30,1	4,6	?	?	80,1	49,1	27,3
197	1	Б	2092	1544	3	1,8	?	21,4	4,8	7,5	?	78,2	?	18,5
198	2	Р	1937	1775	3,1	2	4	?	3,8	?	31,2	77,3	42,1	?
199	1	Р	1998	1546	2,9	1,7	5,3	22,7	?	6,2	21,7	?	?	22,7
200	2	Б	1986	1581	2,7	1,6	6,2	22,5	3,2	?	?	90,4	42,3	?
201	1	Р	1404	1132	2	0,9	5,2	25,1	?	7,5	24,8	?	45,2	?
202	2	Б	1366	1238	1,9	0,9	7,1	28,1	5,4	?	?	80	?	17,4
203	1	Б	1347	1131	1,6	0,7	7,8	?	4,3	8,7	?	93	52,4	?
204	2	Р	1443	1023	1,7	0,6	?	28,8	4,3	?	?	87,9	52,4	26,8
205	1	Б	2081	1855	3,1	2,1	?	18,6	4,6	6,7	?	68,5	?	20
206	2	Р	2111	1576	2,7	2	3,7	?	4,2	?	27,5	76,5	40,4	?
207	1	Р	2044	1577	2,7	1,6	5,2	21,6	?	5,5	21,9	?	?	22,3
208	2	Б	1963	1462	2,5	1,8	6,4	25,1	3,4	?	?	85,4	43	?
209	1	Б	1772	1411	2,3	1,4	6,9	?	3,1	5	?	83,2	?	23,1
210	2	Р	1603	1336	2,2	1,4	?	22,6	3,8	?	37,1	?	41,1	22,3
211	1	Р	1654	1430	2,2	1,4	7,7	25,3	?	?	47,2	80,6	47,5	?
212	2	Б	1752	1394	2,4	1,4	8,1	?	?	?	199,8	95,8	42,6	24,6
213	1	Б	1493	1373	2	1,2	?	21,2	4,2	6,8	?	93	37,9	?
214	2	Р	1492	1284	1,9	1,1	4,8	?	5,2	?	37,5	81,4	?	21,7
215	1	Р	1353	1137	2,1	1	5,4	25,7	?	7,4	23	?	49,5	?
216	2	Б	1312	1215	1,8	0,8	6,4	25,7	6,3	?	?	85,2	?	18,1
217	1	Б	1400	1058	1,6	0,8	8,4	?	4,4	7,9	?	98,1	44,6	?
218	2	Р	1292	1135	1,8	0,6	?	25,8	4,8	?	?	80,6	50,5	22,9
219	1	Б	1800	1733	2,7	1,9	?	18	4,7	6,5	?	77,8	?	18,2
220	2	Р	1893	1623	3,1	1,7	3,7	?	4,1	?	31,3	82,1	37	?

Продовження таблиці А.1

Варіант	Категорія	Спуск	$l_{\text{ф}}, \text{м}$	$l_{\text{п}}, \text{м}$	$v_{\text{ср}}, \text{м/с}$	$H_{\text{ср}}, \text{м}$	$q_{\text{ср}}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{в}}, \text{м}^3/\text{с}$	$C_{\text{в}}, \text{мг/л}$	$m, \text{мг/л}$	$C_{\text{п}}, \text{мг/л}$	$\varepsilon, \%$	$T_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$
221	1	Р	1778	1710	2,5	1,8	4,9	20	?	6,1	23,7	?	?	21,5
222	2	Б	1994	1488	2,6	1,6	5,7	24,5	3,1	?	?	77,3	43	?
223	1	Б	1808	1626	2,6	1,4	6,9	?	2,7	5,2	?	83	?	20,1
224	2	Р	1823	1420	2,2	1,5	?	22	3,4	?	38,8	?	42,5	24,5
225	1	Р	1818	1472	2,5	1,2	8,7	26,5	?	?	47,2	85,9	39,9	?
226	2	Б	1689	1322	2,2	1,2	8	?	?	?	94,4	86,6	43,1	22,6
227	1	Б	1473	1287	2,2	1,1	?	22,1	4,1	6,7	?	80,8	39,8	?
228	2	Р	1558	1373	2	1	4,3	?	2,5	?	43,1	90,6	?	20,1
229	1	Р	1648	1295	2,1	1	5,9	26,9	?	6,8	26,5	?	51	?
230	2	Б	1369	1040	1,9	0,8	6,5	26,1	5,6	?	?	96,6	?	17,2
231	1	Б	1311	1137	1,8	0,8	9,1	?	3,9	7,8	?	89,2	43,3	?
232	2	Р	1354	1073	1,5	0,6	?	27,1	4,5	?	?	82,4	51,6	26,9
233	1	Б	1862	1857	2,9	2	?	18,5	5,1	7,4	?	69,3	?	21
234	2	Р	1980	1681	2,7	1,9	4,2	?	3,7	?	31	82,5	42,1	?
235	1	Р	2070	1709	2,5	1,6	4,5	22,2	?	5,7	23,6	?	?	21,3
236	2	Б	1924	1631	2,8	1,5	6,4	24,7	3,1	?	?	85,5	38,4	?
237	1	Б	1753	1395	2,6	1,5	7,5	?	3,2	5,2	?	83,1	?	23,9
238	2	Р	1871	1506	2,4	1,5	?	21,7	3,4	?	38,3	?	43,4	20,9
239	1	Р	1667	1472	2,4	1,3	8,5	27	?	?	47,7	86,8	39,7	?
240	2	Б	1705	1281	2,2	1,1	7,6	?	?	?	196,2	96,7	40,8	22,1
241	1	Б	1723	1182	2,3	1,2	?	19,7	4,1	6,6	?	88,2	42,4	?
242	2	Р	1661	1349	2	1,1	4,5	?	4,9	?	39,3	74,7	?	22,2
243	1	Р	1561	1265	1,8	1	5,2	26,7	?	7,3	25,2	?	45,9	?
244	2	Б	1329	1176	1,9	0,8	5,9	28,7	6	?	?	92,7	?	17,2
245	1	Б	1286	1157	1,9	0,7	8,6	?	4,4	8,1	?	83,1	51	?
246	2	Р	1418	1124	1,8	0,6	?	30,1	4,6	?	?	80,1	49,1	27,3
247	1	Б	2092	1544	3	1,8	?	21,4	4,8	7,5	?	78,2	?	18,5
248	2	Р	1937	1775	3,1	2	4	?	3,8	?	31,2	77,3	42,1	?
249	1	Р	1998	1546	2,9	1,7	5,3	22,7	?	6,2	21,7	?	?	22,7
250	2	Б	1986	1581	2,7	1,6	6,2	22,5	3,2	?	?	90,4	42,3	?

Примітки: Б – береговий спуск;

Р – русловий спуск.



## ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Варіанти завдань до практичного заняття № 2. Визначити за варіантом величини, позначені знаком «?»

Варіант	Широта, ° Пн. ш	ШР	$\varepsilon, \%$	$h, \text{ м}$	$m$	$n$	$d$	ГДК, $\text{мг/м}^3$	$C_{\text{ф}}, \text{ мг/м}^3$	$C_{\text{м}}, \text{ мг/м}^3$	$H, \text{ м}$	$D_{\text{о}_2}, \text{ м}$	$V_{\text{о}_2}, \text{ м/с}$	$t_r, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{\text{п}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$M, \text{ г/с}$	$X_{\text{м}}, \text{ м}$
1	47	Газ	-	9,9	0,8	1,4	7,8	1,4	0,09	?	?	2,7	10,8	51	10,9	?	256
2	48	Пил	98,9	11,2	0,9	1,2	8,1	1,4	0,13	?	?	2,3	10,4	52	?	18,7	144
3	49	Газ	-	13	0,9	1,2	7,7	?	0,18	?	?	2,3	11,3	47	12,1	22,5	187
4	50	Пил	36,9	17,2	1	1	7,5	1,3	?	1	34,2	?	11,7	51,4	14,5	21,7	?
5	51	Газ	-	16,5	1,2	1,1	7,8	?	0,5	1,1	?	2,1	?	50,4	16,5	21,5	235
6	52	Пил	94,8	20,1	1,4	0,9	6,9	1,1	0,27	?	36,8	2,1	14,8	?	17,6	22,5	?
7	51	Газ	-	23,1	1	0,9	6,9	1,1	?	0,91	?	1,9	14,5	51,1	?	26,9	154
8	50	Пил	91,8	24,8	1	0,7	7,4	0,91	?	?	32,2	2	15,9	53,2	21,1	23,4	?
9	49	Газ	-	25,8	1	0,8	7	0,81	0,1	?	30,1	1,7	16,3	55,2	22,4	?	?
10	48	Пил	37,8	30,4	0,9	0,9	6,2	0,73	0,32	?	?	1,8	19,7	58,9	24	28,7	?
11	47	Газ	-	9,1	0,8	1,3	7,1	1,6	0,09	?	?	2,6	9	49,5	11,6	?	284
12	48	Пил	94,8	11,6	0,9	1,3	7,5	1,4	0,15	?	?	2,2	10,9	52,9	?	18,9	142
13	49	Газ	-	15,1	1	1,1	8,1	?	0,19	?	?	2,2	10,9	47,4	12,3	21,6	186
14	50	Пил	38,6	16,3	1,1	1,1	7,8	1,3	?	1,1	33,3	?	13,6	48,8	16,4	20,1	?
15	51	Газ	-	18,2	1,3	1	7,1	?	0,53	1	?	2,1	?	55,5	17,7	23,3	234
16	52	Пил	93,3	19,5	1,2	0,9	6,7	1,1	0,24	?	32,2	2	12,7	?	17,5	25,2	?
17	51	Газ	-	23,8	1	0,7	7,1	1,1	?	1,03	?	2,1	16,2	58,7	?	25,8	153
18	50	Пил	94,8	21,8	1	0,7	7,4	1,01	?	?	32,1	1,8	16,3	60,4	21	24,2	?
19	49	Газ	-	25,4	0,9	0,8	7,6	0,96	0,09	?	31,3	1,8	17,6	58,3	21,9	?	?
20	48	Пил	38,4	26,1	0,8	0,9	6,7	0,83	0,28	?	?	1,8	19,7	55,3	25,4	28,8	?
21	47	Газ	-	9	0,7	1,3	7,8	1,6	0,09	?	?	2,6	9,5	52,8	10	?	276
22	48	Пил	60,6	12,1	0,9	1,3	7	1,4	0,16	?	?	2,3	11,6	53,3	?	19,2	130
23	49	Газ	-	12,6	1,1	1,2	8	?	0,18	?	?	2,4	12,4	52	14	20,5	185
24	50	Пил	37,4	17,4	1,1	1	7,9	1,2	?	1,1	37,5	?	13,9	48,7	16	21,9	?
25	51	Газ	-	18,2	1,1	0,9	6,9	?	0,52	1,1	?	2,2	?	58,8	16,2	22,9	249
26	52	Пил	62,5	21,4	1,2	0,9	6,9	1	0,26	?	36	2	13,8	?	18,8	25,7	?
27	51	Газ	-	23,4	1,1	0,8	6,8	1	?	0,91	?	2,1	15,1	55	?	24,2	151
28	50	Пил	96,9	25,7	1	0,7	7	0,92	?	?	35,3	1,8	15,5	55,8	21,2	26,6	?
29	49	Газ	-	23,4	1,1	0,8	7	0,88	0,09	?	31,8	1,9	17,4	54,5	21,8	?	?
30	48	Пил	40,9	27,8	0,8	0,9	6,5	0,75	0,31	?	?	1,8	19,2	61,1	23,9	28	?
31	47	Газ	-	10,8	0,9	1,5	8,5	1,5	0,1	?	?	2,7	9,1	49	11,7	?	293
32	48	Пил	98,4	12,4	0,9	1,3	7	1,4	0,15	?	?	2,5	11,7	47,9	?	18,6	135
33	49	Газ	-	13,8	1	1,2	7	?	0,21	?	?	2,3	11,8	53	11,8	21,3	192

Продовження таблиці Б.1

Варіант	Широта, ° Пн. ш	ШР	$\varepsilon$ , %	$h$ , м	$m$	$n$	$d$	ГДЖ, мг/м <sup>3</sup>	$C_{\Phi}$ , мг/м <sup>3</sup>	$C_m$ , мг/м <sup>3</sup>	$H$ , м	$D_0$ , м	$V_0$ , м/с	$t_r$ , °C	$t_{п}$ , °C	$M$ , г/с	$X_m$ , м
34	50	Пил	35	16,2	0,9	1,1	6,7	1,1	?	0,5	36,2	?	11,9	54,8	14,7	23	?
35	51	Газ	-	18,1	1,2	0,9	8	?	0,49	0,9	?	2,2	?	54,2	16	25,1	235
36	52	Пил	90,9	21,1	1,2	0,8	6,7	1,2	0,25	?	31	2,2	13,2	?	19,1	23,9	?
37	51	Газ	-	20,4	1	0,8	7,9	1	?	0,95	?	2	13,5	58,4	?	26,4	148
38	50	Пил	98,3	25,7	1	0,7	7,4	1,03	?	?	34,6	1,8	15,6	50,8	20,9	25,9	?
39	49	Газ	-	26,6	0,9	0,8	7,2	0,82	0,1	?	34,3	1,8	16,6	58,8	22,8	?	?
40	48	Пил	45,1	27,2	0,8	0,9	7,4	0,84	0,31	?	?	1,8	16,5	53,6	22,1	25,8	?
41	47	Газ	-	9	0,9	1,4	7,9	1,6	0,09	?	?	2,4	10,9	53,1	10,8	?	267
42	48	Пил	59,9	12,5	0,9	1,1	7,2	1,2	0,13	?	?	2,2	10,8	50,7	?	18,6	143
43	49	Газ	-	13,3	1	1,3	7,6	?	0,19	?	?	2,4	11,6	50,7	12,9	20,8	199
44	50	Пил	33,9	15,5	1	1	6,8	1,3	?	1,1	37	?	12,5	55,3	13,9	19,9	?
45	51	Газ	-	16,4	1,1	1	7,7	?	0,54	1,1	?	2,1	?	50,4	16	23,7	237
46	52	Пил	99,6	19,9	1,3	0,9	6,7	1,1	0,27	?	33,5	2,2	14,3	?	18,9	23,4	?
47	51	Газ	-	21,2	1,2	0,8	6,5	0,9	?	0,52	?	1,9	14,5	54,9	?	25,4	237
48	50	Пил	97,5	25	1	0,7	6,5	0,93	?	?	35,8	1,8	14,6	57,9	20,9	25,3	?
49	49	Газ	-	26,7	0,9	0,8	7,1	0,96	0,09	?	32,8	1,8	15,6	55,5	23,7	?	?
50	48	Пил	45,4	29,5	0,9	0,9	7	0,83	0,3	?	?	1,6	18,6	56,8	22,8	28,2	?
51	47	Газ	-	10,1	0,9	1,5	7,9	1,5	0,1	?	?	2,6	9,8	45,8	10,7	?	264
52	48	Пил	40,1	12,2	0,9	1,3	7,2	1,2	0,15	?	?	2,1	10,7	53,2	?	19,7	124
53	49	Газ	-	14,8	0,9	1,2	7,2	?	0,2	?	?	2,1	12	53,7	11,8	18,9	192
54	50	Пил	35	17,1	1	1,1	7,5	1,3	?	1,1	38	?	12,8	55,2	16,3	22,4	?
55	51	Газ	-	17,9	1,2	1	7,5	?	0,46	1,1	?	2,4	?	58,9	17,2	22,5	244
56	52	Пил	96,9	18,6	1,3	0,9	7,1	1,1	0,23	?	32,1	2,2	15	?	18,4	23,8	?
57	51	Газ	-	20,5	1	0,8	7,1	1,1	?	0,87	?	2,1	15,4	57,7	?	23,5	159
58	50	Пил	98,5	22,1	1,1	0,7	7,4	0,94	?	?	36,2	1,8	17,3	50,6	18,4	27,3	?
59	49	Газ	-	26	1,1	0,7	6,7	0,94	0,1	?	32,8	1,9	15,6	55,9	22,8	?	?
60	48	Пил	42,5	26,5	0,8	0,9	6,2	0,84	0,32	?	?	1,5	16,5	60,6	25,1	29,1	?
61	47	Газ	-	9,1	0,7	1,3	8	1,5	0,09	?	?	2,3	10,7	51,2	11,1	?	286
62	48	Пил	90,5	12,2	0,8	1,2	7,3	1,4	0,14	?	?	2,2	11,5	51,2	?	18,2	132
63	49	Газ	-	14,2	1,1	1,1	7	?	0,18	?	?	2,3	11,8	55,7	11,7	19,8	211
64	50	Пил	38,3	17,2	1,1	1,2	7,6	1,2	?	1,1	35,4	?	12,1	53	14	23	?
65	51	Газ	-	19,6	1,2	0,9	6,7	?	0,51	1	?	2,2	?	54,1	15,8	24,8	263
66	52	Пил	99,6	18,9	1,3	0,9	6,8	1,2	0,26	?	36,9	2	14,4	?	20,6	24,6	?
67	51	Газ	-	22,1	1,2	0,9	6,9	1,1	?	1,02	?	1,9	14,1	52,8	?	24	146
68	50	Пил	98,4	23,8	1	0,6	6,7	0,91	?	?	34,7	1,7	16,6	58,7	18,3	26,1	?

Продовження таблиці Б.1

Варіант	Широта, ° Пн. ш	ШР	$\varepsilon$ , %	$h$ , м	$m$	$n$	$d$	ГДЖ, мг/м <sup>3</sup>	$C_{\phi}$ , мг/м <sup>3</sup>	$C_m$ , мг/м <sup>3</sup>	$H$ , м	$D_0$ , м	$v_0$ , м/с	$t_r$ , °C	$t_{пб}$ , °C	$M$ , г/с	$X_m$ , м
69	49	Газ	-	28,4	1	0,7	7,3	0,96	0,09	?	29,1	1,6	16,7	57,1	22,6	?	?
70	48	Пил	45,2	27,5	0,9	1	7,4	0,85	0,28	?	?	1,7	17,6	60,8	23,9	27,6	?
71	47	Газ	-	9,1	0,8	1,3	7,9	1,5	0,09	?	?	2,6	10,2	48,7	10,1	?	260
72	48	Пил	98,2	13,1	0,9	1,2	8	1,4	0,14	?	?	2,3	10,1	53,6	?	21,8	136
73	49	Газ	-	15,2	0,9	1,1	7,1	?	0,19	?	?	2,2	12,1	48,5	11,7	21	178
74	50	Пил	39,3	14,5	1,1	1,1	7,1	1,3	?	1,2	32	?	13,4	51,1	13,6	23,8	?
75	51	Газ	-	18,1	1,2	1,1	7,3	?	0,53	1	?	2,1	?	54,5	17,3	21,1	254
76	52	Пил	95,6	20,4	1,1	0,9	6,9	1,2	0,25	?	35,8	2,1	12,6	?	19,2	25,5	?
77	51	Газ	-	22,1	1,1	0,8	7,5	1	?	0,9	?	2,1	15,9	53,9	?	25,8	151
78	50	Пил	94,4	21,7	1	0,6	7	1,07	?	?	34,9	1,7	15,5	50,4	18	27,7	?
79	49	Газ	-	26,9	1	0,8	6,5	0,82	0,09	?	31,9	1,8	18,1	59,4	20,4	?	?
80	48	Пил	41,2	29,8	0,8	0,9	6,9	0,73	0,31	?	?	1,7	17,9	55,7	22,3	25	?
81	47	Газ	-	9,4	0,9	1,4	7,1	1,3	0,1	?	?	2,5	10,9	47,7	10,9	?	286
82	48	Пил	95	12,5	1	1,4	8	1,3	0,15	?	?	2,1	11,1	53,6	?	18,9	169
83	49	Газ	-	13,4	1	1,2	7,6	?	0,18	?	?	2,2	11,2	47	12	20,9	188
84	50	Пил	35,2	16,2	1,1	1	7,7	1,1	?	0,2	34,2	?	14,2	50,1	13,9	20,5	?
85	51	Газ	-	16,2	1,1	1	7,7	?	0,48	1	?	2,1	?	51,1	17,2	24,3	230
86	52	Пил	96,8	19,8	1,3	0,8	7,7	1,2	0,26	?	32,1	2,1	14,4	?	18	22,8	?
87	51	Газ	-	23,7	1,1	0,8	7,4	1	?	0,97	?	2	14,5	54,3	?	25	159
88	50	Пил	99,9	22,3	0,9	0,7	6,4	0,92	?	?	30,4	1,9	17,2	55,7	18,8	28,3	?
89	49	Газ	-	25,9	1	0,8	6,8	0,96	0,1	?	31,4	1,6	16	51,8	22,3	?	?
90	48	Пил	41	27,6	1	0,9	6,3	0,75	0,32	?	?	1,7	18,5	52,2	24,4	29,4	?
91	47	Газ	-	10,8	0,8	1,2	7,7	1,4	0,09	?	?	2,4	9,8	46,3	11,1	?	277
92	48	Пил	95,1	12,6	0,9	1,4	7,1	1,3	0,15	?	?	2,1	11,5	54,2	?	19,8	144
93	49	Газ	-	15,2	1	1,2	8,2	?	0,2	?	?	2,2	11,5	55,7	13,4	19,6	191
94	50	Пил	37,6	16,7	1,1	1,1	7,8	1,3	?	1,1	32,6	?	12,5	57,3	14,5	21,1	?
95	51	Газ	-	18,2	1,2	1	7,4	?	0,45	1,1	?	2,1	?	50,1	15,8	25	250
96	52	Пил	97,1	20,6	1,2	0,9	7,3	1,2	0,27	?	32,4	2,2	14,7	?	17,4	25,5	?
97	51	Газ	-	20,6	1,1	0,9	6,7	1	?	0,53	?	2,1	15,3	60	?	23,1	162
98	50	Пил	95,4	24,7	1	0,7	7,5	1,07	?	?	33	1,7	16,3	50,6	19,9	24,8	?
99	49	Газ	-	27,8	1,1	0,9	6,6	0,84	0,09	?	34,8	1,8	16,9	58,5	22,7	?	?
100	48	Пил	41	26,3	0,9	0,9	6,5	0,74	0,27	?	?	1,6	19,5	58,8	21,6	26,8	?
101	47	Газ	-	10,8	0,8	1,2	8,1	1,6	0,1	?	?	2,5	10,2	49,3	11,1	?	252
102	48	Пил	99,9	11,8	1	1,1	7,5	1,4	0,14	?	?	2,2	11,7	56	?	18,6	129
103	49	Газ	-	12,7	1	1,1	7,1	?	0,19	?	?	2,1	10,9	51,6	12,8	19,3	207

Продовження таблиці Б.1

Варіант	Широта, ° Пн. ш	ШР	$\varepsilon$ , %	$h$ , м	$m$	$n$	$d$	ГДЖ, мг/м <sup>3</sup>	$C_{\phi}$ , мг/м <sup>3</sup>	$C_m$ , мг/м <sup>3</sup>	$H$ , м	$D_0$ , м	$V_0$ , м/с	$t_r$ , °C	$t_{п}$ , °C	$M$ , г/с	$X_m$ , м
10450	Пил	34,8	16	1	1,1	7,5	1,2	?	0,3	33,9	?	12,8	53,8	13,5	22,7	?	
10551	Газ	-	18,1	1,1	1	7,2	?	0,49	1	?	2,1	?	50,5	15,5	21,2	272	
10652	Пил	95,9	20,1	1,2	1	7,9	1,3	0,25	?	36,8	2,1	14,2	?	19,7	24,1	?	
10751	Газ	-	24,1	1,2	0,7	6,6	1,1	?	0,9	?	2	15,7	52,4	?	24,9	144	
10850	Пил	98,8	25,2	1,1	0,7	6,5	0,94	?	?	36,1	1,7	15,6	56,4	20,5	27,4	?	
10949	Газ	-	25	1	0,8	6,6	0,9	0,09	?	33	1,6	17,3	53,6	22,3	?	?	
11048	Пил	45,2	30,5	0,8	1	6,3	0,75	0,32	?	?	1,8	17,2	61,9	25	25,3	?	
11147	Газ	-	9,8	0,9	1,3	8,3	1,5	0,09	?	?	2,4	10,6	54,4	10,8	?	247	
11248	Пил	95	12,3	0,8	1,1	8,2	1,3	0,13	?	?	2,4	11	47,7	?	20,6	129	
11349	Газ	-	12,6	1,1	1,1	7,4	?	0,19	?	?	2,3	10,9	55,2	13,1	20	191	
11450	Пил	38,2	16,2	1,1	1	6,9	1,3	?	1,2	36,8	?	12,7	53,1	13,7	23,1	?	
11551	Газ	-	19,5	1,2	1	7,4	?	0,45	1	?	2	?	52,6	17,1	24,3	262	
11652	Пил	96,1	21,8	1,2	0,9	7,2	1,2	0,23	?	35,7	2	12,8	?	17,5	24	?	
11751	Газ	-	20,4	1,1	0,8	6,5	0,9	?	0,6	?	1,8	16	57,3	?	23,7	138	
11850	Пил	97,6	25	1,1	0,7	6,7	0,95	?	?	33,2	1,9	15,7	59,2	20,3	23,8	?	
11949	Газ	-	27,6	0,9	0,8	6,7	0,92	0,09	?	33,3	1,7	17,2	59,3	21,9	?	?	
12048	Пил	39,8	28,5	1	0,9	6,5	0,76	0,27	?	?	1,7	16,2	63,2	22,7	27	?	
12147	Газ	-	10,9	0,8	1,4	8,1	1,3	0,1	?	?	2,6	9,6	54,6	10,1	?	270	
12248	Пил	90,5	12,1	0,9	1,3	7,7	1,3	0,13	?	?	2,2	10,2	56	?	18,5	145	
12349	Газ	-	14,4	1,1	1,2	6,8	?	0,19	?	?	2,3	13	54,9	13,2	21,9	199	
12450	Пил	35,3	16,7	1,1	1	6,7	1,2	?	0,4	38	?	12,8	51,1	14,1	23,2	?	
12551	Газ	-	18,5	1,2	1	7	?	0,52	1,1	?	2,3	?	53,4	17,9	22,1	265	
12652	Пил	93	20,8	1,2	0,9	7,6	1,3	0,27	?	36,7	2	14,4	?	17,1	23,1	?	
12751	Газ	-	21,1	1,2	0,7	7	1,1	?	0,88	?	1,8	15,5	55,8	?	25,3	164	
12850	Пил	92,2	24	1,1	0,6	6,9	0,96	?	?	31,1	1,9	14,5	60,3	19,1	26,5	?	
12949	Газ	-	27	0,9	0,8	7	0,89	0,09	?	34,3	1,6	18,1	53,1	20	?	?	
13048	Пил	39,9	29	0,9	1	6,6	0,78	0,32	?	?	1,5	18,5	56,6	21,7	27,9	?	
13147	Газ	-	9,8	0,8	1,4	8,3	1,5	0,09	?	?	2,5	10,8	46,3	11,9	?	250	
13248	Пил	93,1	12	0,9	1,3	6,9	1,4	0,15	?	?	2,5	10,5	52,1	?	20,5	133	
13349	Газ	-	14,5	1	1,2	7,7	?	0,21	?	?	2,3	12,4	48,1	12,6	20,6	199	
13450	Пил	40,5	15,3	1	1,1	7	1,3	?	1,1	35	?	12,3	48,8	15,9	21,1	?	
13551	Газ	-	19,3	1,1	1,1	7,8	?	0,53	0,9	?	2	?	49,7	15,9	24,4	262	
13652	Пил	87,5	19,3	1,3	0,8	6,7	1	0,26	?	34,4	1,9	13,4	?	18,1	25,5	?	
13751	Газ	-	21,3	1,1	0,9	7,3	1,1	?	0,91	?	2	15	53,9	?	27,3	161	
13850	Пил	91	21,8	1	0,7	6,4	0,9	?	?	35,5	1,8	14,7	50,6	21,8	24,3	?	

Продовження таблиці Б.1

Варіант	Широта, ° Пн. ш	ШР	$\varepsilon$ , %	$h$ , м	$m$	$n$	$d$	ГДЖ, мг/м <sup>3</sup>	$C_{\phi}$ , мг/м <sup>3</sup>	$C_m$ , мг/м <sup>3</sup>	$H$ , м	$D_0$ , м	$V_0$ , м/с	$t_r$ , °C	$t_{п}$ , °C	$M$ , г/с	$X_m$ , м
13949	Газ	-	27,6	1	0,7	6,3	0,87	0,1	?	?	30,6	1,7	15,6	59,3	22,6	?	?
14048	Пил	43,2	28,7	0,9	0,8	7,4	0,82	0,29	?	?	?	1,6	19,3	58	24,8	28,7	?
14147	Газ	-	10,1	0,8	1,3	8,2	1,5	0,1	?	?	?	2,6	9,4	53,8	9,9	?	245
14248	Пил	96,3	11,4	0,9	1,2	8,1	1,3	0,14	?	?	?	2,5	9,9	46,2	?	21,4	163
14349	Газ	-	14,2	1,1	1,1	7,5	?	0,19	?	?	?	2,2	12,5	47,8	12,2	20,5	205
14450	Пил	39,1	15	1	1,1	7,8	1,4	?	1,2	?	36,5	?	12,5	56,2	15,6	20,8	?
14551	Газ	-	18,5	1,2	1	6,8	?	0,52	1	?	?	2	?	58	16,8	22,2	227
14652	Пил	99,8	19	1,1	0,9	8	1,2	0,23	?	?	34	2,1	13,8	?	18,6	22,8	?
14751	Газ	-	20	1,1	0,9	7,5	1,1	?	0,92	?	?	2,1	14,9	52,8	?	24,4	144
14850	Пил	90,9	25,9	1	0,7	7	0,93	?	?	?	35,4	1,7	14,8	59,9	21,1	28	?
14949	Газ	-	28,5	1,1	0,9	7,3	0,91	0,1	?	?	30	1,8	15,7	56,3	20,6	?	?
15048	Пил	45,2	26,1	0,9	0,8	6,7	0,83	0,28	?	?	?	1,8	19,4	58,3	24,6	25	?
15147	Газ	-	9,2	0,8	1,3	7,1	1,6	0,1	?	?	?	2,7	10,7	46,7	10,4	?	278
15248	Пил	98,3	11,8	0,9	1,3	8,2	1,3	0,14	?	?	?	2,3	10,8	52,2	?	20	145
15349	Газ	-	13,4	1	1,2	7,5	?	0,2	?	?	?	2,1	11,4	49,9	13	22,1	193
15450	Пил	38,9	15,8	1	1,1	7,7	1,3	?	1,1	?	36,8	?	12	56,8	13,8	20,7	?
15551	Газ	-	18,7	1,1	1	7,7	?	0,5	1	?	?	2,3	?	53	17,8	20,9	230
15652	Пил	98,9	20,1	1,2	0,9	6,7	1,3	0,23	?	?	35	2,1	12,9	?	18,8	22,8	?
15751	Газ	-	22,2	1,3	0,8	6,5	1,1	?	0,99	?	?	1,9	15,2	50,5	?	24,2	159
15850	Пил	98,6	25	1	0,6	7,2	1	?	?	?	31,2	1,7	17,5	59,7	18,2	26,2	?
15949	Газ	-	25,9	1	0,8	6,6	0,82	0,09	?	?	34,4	1,7	16,5	61,4	23,6	?	?
16048	Пил	38	26,2	0,8	0,8	6,2	0,81	0,3	?	?	?	1,7	19,2	63,3	23,6	25,2	?
16147	Газ	-	9,3	0,8	1,3	7,5	1,5	0,09	?	?	?	2,5	10	49,1	10,3	?	278
16248	Пил	99,5	11,5	0,9	1,3	7,8	1,4	0,15	?	?	?	2,3	10,9	52,8	?	21,4	224
16349	Газ	-	14,1	1	1,3	7,1	?	0,18	?	?	?	2,2	12,5	56,8	13,8	20,6	177
16450	Пил	40,6	15	1	1	7,5	1,2	?	1,1	?	36	?	13,4	47,8	14,9	23	?
16551	Газ	-	16,6	1,2	0,9	7,3	?	0,52	1,1	?	?	2,1	?	52,2	18,6	24,3	265
16652	Пил	92,6	21,1	1,3	0,9	6,9	1,2	0,25	?	?	32	2	14,4	?	19,8	26,1	?
16751	Газ	-	19,8	1,2	0,8	6,5	1,1	?	0,94	?	?	2,1	15,2	55,1	?	25,5	165
16850	Пил	96,3	26,2	1,1	0,7	6,8	1,08	?	?	?	35,5	1,8	16,4	59,4	21,5	25,5	?
16949	Газ	-	24,3	1,1	0,8	6,7	0,97	0,09	?	?	29,8	1,6	17,5	52,3	23,5	?	?
17048	Пил	44,9	28,8	1	0,9	7,3	0,8	0,32	?	?	?	1,6	18,8	59	25,6	28,1	?
17147	Газ	-	10,2	0,7	1,4	8,4	1,5	0,09	?	?	?	2,6	9,4	54,7	9,9	?	282
17248	Пил	99,1	11,5	1	1,2	7,1	1,2	0,14	?	?	?	2,4	11,1	49,7	?	19,2	126
17349	Газ	-	14,6	1,1	1,1	7,3	?	0,19	?	?	?	2,3	12,4	55,8	13,2	19,7	208

Продовження таблиці Б.1

Варіант	Широта, ° Пн. ш	ШР	$\varepsilon$ , %	$h$ , м	$m$	$n$	$d$	ГДЖ, мг/м <sup>3</sup>	$C_{\phi}$ , мг/м <sup>3</sup>	$C_m$ , мг/м <sup>3</sup>	$H$ , м	$D_0$ , м	$V_0$ , м/с	$t_r$ , °C	$t_{п}$ , °C	$M$ , г/с	$X_m$ , м
174	50	Пил	36,3	15,3	1	1	7,3	1,2	?	1,1	32,2	?	12,2	55,4	13,8	23	?
175	51	Газ	-	18,1	1,1	1,1	7,7	?	0,45	0,9	?	2,1	?	53,2	16,5	23,3	240
176	52	Пил	97	21,8	1,1	1	6,9	1,2	0,27	?	34,7	2	15,1	?	17,5	25,1	?
177	51	Газ	-	23,9	1,1	0,7	6,6	1	?	0,95	?	2,1	14,3	56,7	?	24,9	143
178	50	Пил	99,1	26,1	1,1	0,7	7,4	0,98	?	?	30,8	2	17,1	57,5	18,4	25,8	?
179	49	Газ	-	26	1	0,8	6,8	0,96	0,09	?	32,8	1,8	17,3	58,7	24	?	?
180	48	Пил	45,5	29,8	0,9	0,8	7,2	0,77	0,27	?	?	1,5	18,5	55,1	25,2	26	?
181	47	Газ	-	10	0,8	1,4	7,6	1,6	0,1	?	?	2,3	9	52	11,4	?	259
182	48	Пил	96,3	12,3	0,8	1,2	8,2	1,4	0,14	?	?	2,5	11,1	52	?	19	141
183	49	Газ	-	15,3	1	1,2	7,7	?	0,21	?	?	2,1	12,5	48	13,6	21,8	205
184	50	Пил	38	17	1,1	1,1	8,1	1,1	?	0,3	32,4	?	13,3	48,1	14,5	20,3	?
185	51	Газ	-	17,5	1,2	1,1	7,6	?	0,54	1,1	?	2,3	?	54,2	17,7	23,6	252
186	52	Пил	90,2	19,4	1,1	0,9	6,8	1,3	0,23	?	33,2	2,1	14,5	?	18	26,1	?
187	51	Газ	-	20,5	1,1	0,8	7	1	?	0,34	?	2	13,9	51,1	?	27,4	291
188	50	Пил	99,8	26	1	0,7	6,4	1,02	?	?	32,8	1,8	16,7	53,2	21,7	23,8	?
189	49	Газ	-	24,4	1	0,7	7,2	0,94	0,1	?	30,2	1,7	15,5	62	21,8	?	?
190	48	Пил	41,4	25,8	0,9	1	7,3	0,83	0,27	?	?	1,8	17	59,8	24,9	26,1	?
191	47	Газ	-	9,1	0,7	1,4	8,4	1,4	0,09	?	?	2,3	10,3	53,4	9,9	?	294
192	48	Пил	93,9	12,4	1	1,2	7,9	1,2	0,15	?	?	2,2	11,9	49,6	?	19,4	145
193	49	Газ	-	14,2	1	1,2	7,1	?	0,18	?	?	2,1	12,1	52,1	13	21,8	203
194	50	Пил	36,2	17,2	1,1	1	7,8	1,4	?	1,1	35,3	?	12,6	48,5	14,8	19,9	?
195	51	Газ	-	18,4	1,1	0,9	7,8	?	0,51	1	?	2,1	?	51,2	16,5	23,4	225
196	52	Пил	98	19	1,2	0,8	8	1,2	0,23	?	31	2	13	?	18,3	21,9	?
197	51	Газ	-	21,4	1,1	0,8	7,3	1	?	0,21	?	2	14,2	52,8	?	25,7	362
198	50	Пил	92,1	25,3	1,1	0,7	6,5	1,08	?	?	34,5	1,8	15,9	55,7	19,5	26,3	?
199	49	Газ	-	24,3	0,9	0,8	7,4	0,97	0,1	?	34,5	1,6	17,1	52,9	22,5	?	?
200	48	Пил	37,9	26,5	0,9	0,9	6,6	0,78	0,32	?	?	1,5	17,9	55,9	23,2	24,8	?
201	47	Газ	-	9,2	0,8	1,3	7,1	1,6	0,1	?	?	2,7	10,7	46,7	10,4	?	278
202	48	Пил	98,3	11,8	0,9	1,3	8,2	1,3	0,14	?	?	2,3	10,8	52,2	?	20	145
203	49	Газ	-	13,4	1	1,2	7,5	?	0,2	?	?	2,1	11,4	49,9	13	22,1	193
204	50	Пил	38,9	15,8	1	1,1	7,7	1,3	?	1,1	36,8	?	12	56,8	13,8	20,7	?
205	51	Газ	-	18,7	1,1	1	7,7	?	0,5	1	?	2,3	?	53	17,8	20,9	230
206	52	Пил	98,9	20,1	1,2	0,9	6,7	1,3	0,23	?	35	2,1	12,9	?	18,8	22,8	?
207	51	Газ	-	22,2	1,3	0,8	6,5	1,1	?	0,99	?	1,9	15,2	50,5	?	24,2	159
208	50	Пил	98,6	25	1	0,6	7,2	1	?	?	31,2	1,7	17,5	59,7	18,2	26,2	?

Продовження таблиці Б.1

Варіант	Широта, ° Пн. ш	ШР	$\varepsilon$ , %	$h$ , м	$m$	$n$	$d$	ГДЖ, мг/м <sup>3</sup>	$C_{\phi}$ , мг/м <sup>3</sup>	$C_m$ , мг/м <sup>3</sup>	$H$ , м	$D_0$ , м	$v_0$ , м/с	$t_r$ , °C	$t_{п}$ , °C	$M$ , г/с	$X_m$ , м
20949	Газ	-	25,9	1	0,8	6,6	0,82	0,09	?	34,4	1,7	16,5	61,4	23,6	?	?	
21048	Пил	38	26,2	0,8	0,8	6,2	0,81	0,3	?	?	1,7	19,2	63,3	23,6	25,2	?	
21147	Газ	-	9,3	0,8	1,3	7,5	1,5	0,09	?	?	2,5	10	49,1	10,3	?	278	
21248	Пил	99,5	11,5	0,9	1,3	7,8	1,4	0,15	?	?	2,3	10,9	52,8	?	21,4	224	
21349	Газ	-	14,1	1	1,3	7,1	?	0,18	?	?	2,2	12,5	56,8	13,8	20,6	177	
21450	Пил	40,6	15	1	1	7,5	1,2	?	1,1	36	?	13,4	47,8	14,9	23	?	
21551	Газ	-	16,6	1,2	0,9	7,3	?	0,52	1,1	?	2,1	?	52,2	18,6	24,3	265	
21652	Пил	92,6	21,1	1,3	0,9	6,9	1,2	0,25	?	32	2	14,4	?	19,8	26,1	?	
21751	Газ	-	19,8	1,2	0,8	6,5	1,1	?	0,94	?	2,1	15,2	55,1	?	25,5	165	
21850	Пил	96,3	26,2	1,1	0,7	6,8	1,08	?	?	35,5	1,8	16,4	59,4	21,5	25,5	?	
21949	Газ	-	24,3	1,1	0,8	6,7	0,97	0,09	?	29,8	1,6	17,5	52,3	23,5	?	?	
22048	Пил	44,9	28,8	1	0,9	7,3	0,8	0,32	?	?	1,6	18,8	59	25,6	28,1	?	
22147	Газ	-	10,2	0,7	1,4	8,4	1,5	0,09	?	?	2,6	9,4	54,7	9,9	?	282	
22248	Пил	99,1	11,5	1	1,2	7,1	1,2	0,14	?	?	2,4	11,1	49,7	?	19,2	126	
22349	Газ	-	14,6	1,1	1,1	7,3	?	0,19	?	?	2,3	12,4	55,8	13,2	19,7	208	
22450	Пил	36,3	15,3	1	1	7,3	1,2	?	1,1	32,2	?	12,2	55,4	13,8	23	?	
22551	Газ	-	18,1	1,1	1,1	7,7	?	0,45	0,9	?	2,1	?	53,2	16,5	23,3	240	
22652	Пил	97	21,8	1,1	1	6,9	1,2	0,27	?	34,7	2	15,1	?	17,5	25,1	?	
22751	Газ	-	23,9	1,1	0,7	6,6	1	?	0,95	?	2,1	14,3	56,7	?	24,9	143	
22850	Пил	99,1	26,1	1,1	0,7	7,4	0,98	?	?	30,8	2	17,1	57,5	18,4	25,8	?	
22949	Газ	-	26	1	0,8	6,8	0,96	0,09	?	32,8	1,8	17,3	58,7	24	?	?	
23048	Пил	45,5	29,8	0,9	0,8	7,2	0,77	0,27	?	?	1,5	18,5	55,1	25,2	26	?	
23147	Газ	-	10	0,8	1,4	7,6	1,6	0,1	?	?	2,3	9	52	11,4	?	259	
23248	Пил	96,3	12,3	0,8	1,2	8,2	1,4	0,14	?	?	2,5	11,1	52	?	19	141	
23349	Газ	-	15,3	1	1,2	7,7	?	0,21	?	?	2,1	12,5	48	13,6	21,8	205	
23450	Пил	38	17	1,1	1,1	8,1	1,1	?	0,3	32,4	?	13,3	48,1	14,5	20,3	?	
23551	Газ	-	17,5	1,2	1,1	7,6	?	0,54	1,1	?	2,3	?	54,2	17,7	23,6	252	
23652	Пил	90,2	19,4	1,1	0,9	6,8	1,3	0,23	?	33,2	2,1	14,5	?	18	26,1	?	
23751	Газ	-	20,5	1,1	0,8	7	1	?	0,34	?	2	13,9	51,1	?	27,4	291	
23850	Пил	99,8	26	1	0,7	6,4	1,02	?	?	32,8	1,8	16,7	53,2	21,7	23,8	?	
23949	Газ	-	24,4	1	0,7	7,2	0,94	0,1	?	30,2	1,7	15,5	62	21,8	?	?	
24048	Пил	41,4	25,8	0,9	1	7,3	0,83	0,27	?	?	1,8	17	59,8	24,9	26,1	?	
24147	Газ	-	9,1	0,7	1,4	8,4	1,4	0,09	?	?	2,3	10,3	53,4	9,9	?	294	
24248	Пил	93,9	12,4	1	1,2	7,9	1,2	0,15	?	?	2,2	11,9	49,6	?	19,4	145	
24349	Газ	-	14,2	1	1,2	7,1	?	0,18	?	?	2,1	12,1	52,1	13	21,8	203	

Продовження таблиці Б.1

Варіант	Широта, ° Пн. ш	ШР	$\varepsilon$ , %	$h$ , м	$m$	$n$	$d$	ГДЖ, мг/м <sup>3</sup>	$C_{\phi}$ , мг/м <sup>3</sup>	$C_m$ , мг/м <sup>3</sup>	$H$ , м	$D_0$ , м	$v_0$ , м/с	$t_r$ , °C	$t_{п}$ , °C	$M$ , г/с	$X_m$ , м
244	50	Пил	36,2	17,2	1,1	1	7,8	1,4	?	1,1	35,3	?	12,6	48,5	14,8	19,9	?
245	51	Газ	-	18,4	1,1	0,9	7,8	?	0,51	1	?	2,1	?	51,2	16,5	23,4	225
246	52	Пил	98	19	1,2	0,8	8	1,2	0,23	?	31	2	13	?	18,3	21,9	?
247	51	Газ	-	21,4	1,1	0,8	7,3	1	?	0,21	?	2	14,2	52,8	?	25,7	362
248	50	Пил	92,1	25,3	1,1	0,7	6,5	1,08	?	?	34,5	1,8	15,9	55,7	19,5	26,3	?
249	49	Газ	-	24,3	0,9	0,8	7,4	0,97	0,1	?	34,5	1,6	17,1	52,9	22,5	?	?
250	48	Пил	37,9	26,5	0,9	0,9	6,6	0,78	0,32	?	?	1,5	17,9	55,9	23,2	24,8	?



## ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – Варіанти завдань до практичного заняття № 3. Визначити за варіантом величини, позначені знаком «?».

№	Тип аварії	$t_n$ , год	$t_k$ , год	$t$ , год	$K_{\text{посл}}$	$p_1$ , Р/ГОД	$p_t$ , Р/ГОД	$D_m$ , Р
1	АЕС	1,7	10,8	3,1	?	?	3,3	4,4
2	ЯЗ	?	11,7	2,6	6,2	?	3,4	4,5
3	АЕС	1,9	8	3,1	5,6	4,1	?	?
4	ЯЗ	2	?	3	6,3	4,2	?	3,9
5	АЕС	1,7	9	?	8,4	3,7	4,6	?
6	ЯЗ	1,3	10,5	2,6	8,5	?	?	3,7
7	АЕС	1,2	10,9	2,5	?	4,6	?	3,4
8	ЯЗ	1,6	8,6	2,7	7,9	?	4,5	?
9	АЕС	?	11,7	3,2	7,2	4,5	?	3,7
10	ЯЗ	2,1	?	?	7,9	4,6	4,6	2
11	АЕС	1,7	10,8	3,4	?	?	3,1	4,3
12	ЯЗ	?	12,4	3	5,6	?	2,9	4,2
13	АЕС	1,8	6,9	3,3	5,3	4	?	?
14	ЯЗ	1,9	?	3	7,5	4,4	?	3,8
15	АЕС	1,7	8,2	?	8	3,7	4,1	?
16	ЯЗ	1,3	10,9	2,4	9,5	?	?	3,7
17	АЕС	1,3	10,9	2,6	?	5	?	3,9
18	ЯЗ	1,6	9,5	2,7	8,1	?	3,9	?
19	АЕС	?	11,2	2,9	8,4	3,9	?	3,8
20	ЯЗ	2,1	?	?	7,9	4,5	4,5	1,7
21	АЕС	1,7	12,1	3,2	?	?	3,4	4
22	ЯЗ	?	11,4	2,6	5,3	?	3,3	4,4
23	АЕС	2	7	2,9	6,2	4,2	?	?
24	ЯЗ	1,7	?	3,5	6,9	4,6	?	4
25	АЕС	1,8	8,7	?	8,8	3,9	4,7	?
26	ЯЗ	1,4	9,7	2,4	8,6	?	?	3,6
27	АЕС	1,2	9,2	2,8	?	4,7	?	3,9
28	ЯЗ	1,6	8,7	2,5	8,3	?	4,3	?
29	АЕС	?	12,9	2,9	7,8	4,6	?	4,1
30	ЯЗ	1,9	?	?	8,4	5	4,5	1,9
31	АЕС	1,8	10,2	3,2	?	?	3,3	4,4
32	ЯЗ	?	11,1	2,8	5,6	?	3	4,1
33	АЕС	1,9	8,4	3,1	5,4	4,4	?	?
34	ЯЗ	1,9	?	3	7,5	4,6	?	3,5
35	АЕС	1,7	9,1	?	7,4	3,7	4,7	?
36	ЯЗ	1,2	10,8	2,6	9,7	?	?	3,5
37	АЕС	1,3	10,4	2,4	?	4,7	?	3,7

Продовження таблиці В.1

№	Тип аварії	$t_p$ , год	$t_k$ , год	$t$ , год	$K_{\text{посл}}$	$p_1$ , Р/год	$p_t$ , Р/год	$D_m$ , Р
38	ЯЗ	1,4	8,8	2,4	8,9	?	3,8	?
39	АЕС	?	11,9	3,1	7,4	4,1	?	4,3
40	ЯЗ	1,8	?	?	7,3	5,1	4,4	1,9
41	АЕС	1,9	10,1	2,9	?	?	2,9	3,9
42	ЯЗ	?	11,4	2,9	5,9	?	3,2	4
43	АЕС	2	7,7	3	5,9	4,4	?	?
44	ЯЗ	2	?	3	7,1	4,2	?	3,7
45	АЕС	1,6	8,1	?	7,3	3,9	4,6	?
46	ЯЗ	1,4	11,6	2,5	9,2	?	?	4,1
47	АЕС	1,3	10	2,5	?	4,6	?	3,6
48	ЯЗ	1,4	8,7	2,5	8,8	?	4,3	?
49	АЕС	?	13,6	3,2	7,4	4	?	4,4
50	ЯЗ	2,1	?	?	7,2	4,9	5,2	1,7
51	АЕС	1,9	11,4	2,9	?	?	3	4,6
52	ЯЗ	?	11	2,6	6,3	?	3,1	4,5
53	АЕС	1,9	7,6	3,1	6,2	4,1	?	?
54	ЯЗ	2	?	2,9	7	4,8	?	3,9
55	АЕС	1,6	8,7	?	7,5	4,2	4,3	?
56	ЯЗ	1,4	10,5	2,7	9,7	?	?	4,2
57	АЕС	1,2	9,6	2,4	?	4,4	?	3,8
58	ЯЗ	1,4	9,2	2,6	8,2	?	4,6	?
59	АЕС	?	13,3	3,5	7,8	4,7	?	3,7
60	ЯЗ	1,9	?	?	7,7	4,9	5	2
61	АЕС	1,9	12,2	3,1	?	?	3,2	4,4
62	ЯЗ	?	13,1	2,9	6	?	3,2	4,4
63	АЕС	2	8,4	3,1	6,1	4,2	?	?
64	ЯЗ	1,7	?	3,3	7,2	4,6	?	3,5
65	АЕС	1,5	8,5	?	7,3	4	4,3	?
66	ЯЗ	1,3	11,6	2,7	9,1	?	?	4,1
67	АЕС	1,2	9,5	2,5	?	4,4	?	4,1
68	ЯЗ	1,5	9,3	2,5	8,1	?	4,4	?
69	АЕС	?	12,6	3,1	8,3	4,7	?	3,7
70	ЯЗ	2	?	?	8,3	5,2	4,5	2
71	АЕС	1,7	10,4	3,1	?	?	3,1	4,4
72	ЯЗ	?	11,9	2,8	5,3	?	2,8	4,2
73	АЕС	2	8,2	2,9	6	3,9	?	?
74	ЯЗ	1,9	?	3,5	6,6	4,6	?	3,9
75	АЕС	1,6	9,3	?	7,4	4,2	4,7	?
76	ЯЗ	1,3	10,6	2,4	8,6	?	?	4,2
77	АЕС	1,2	10,5	2,4	?	4,8	?	3,6

Продовження таблиці В.1

№	Тип аварії	$t_p$ , год	$t_k$ , год	$t$ , год	$K_{\text{посл}}$	$p_1$ , Р/год	$p_t$ , Р/год	$D_m$ , Р
78	ЯЗ	1,4	8,5	2,6	8,9	?	4,1	?
79	АЕС	?	12,9	3,2	7,6	4,2	?	3,6
80	ЯЗ	1,8	?	?	7,1	5	4,6	1,8
81	АЕС	1,7	10,8	3,3	?	?	3,1	4,1
82	ЯЗ	?	13,1	2,9	6,3	?	3,4	4,8
83	АЕС	1,8	8	3,3	6,1	3,7	?	?
84	ЯЗ	2	?	3,2	6,4	4,4	?	3,7
85	АЕС	1,5	8,5	?	8,8	3,6	4,2	?
86	ЯЗ	1,5	11	2,7	9,6	?	?	3,7
87	АЕС	1,3	9,7	2,5	?	4,9	?	3,5
88	ЯЗ	1,4	9,3	2,9	9,4	?	4,6	?
89	АЕС	?	13,6	3,5	8,5	4,1	?	4
90	ЯЗ	1,9	?	?	8,4	5,3	4,3	1,9
91	АЕС	2	10,4	3,3	?	?	3,4	4
92	ЯЗ	?	12,3	3	5,9	?	3,2	4,5
93	АЕС	2	7,1	2,9	5,8	3,7	?	?
94	ЯЗ	1,8	?	3	6,7	4,4	?	3,5
95	АЕС	1,6	7,8	?	8,8	3,9	4,8	?
96	ЯЗ	1,3	10,2	2,6	9,6	?	?	4,2
97	АЕС	1,3	10,2	2,5	?	4,3	?	4
98	ЯЗ	1,5	8,4	2,5	9	?	4,6	?
99	АЕС	?	12,7	3,2	8,2	4,2	?	4,1
100	ЯЗ	2	?	?	7,4	5,1	4,8	2
101	АЕС	1,8	10,7	3,2	?	?	3,4	4,2
102	ЯЗ	?	11,3	2,8	5,6	?	2,9	4,7
103	АЕС	1,9	7,9	3,2	6	4,1	?	?
104	ЯЗ	1,8	?	2,9	6,3	4,3	?	4
105	АЕС	1,8	8,9	?	7,6	4,3	4,2	?
106	ЯЗ	1,3	10,5	2,3	9,3	?	?	4,1
107	АЕС	1,4	10,4	2,6	?	4,4	?	3,6
108	ЯЗ	1,6	9,1	2,7	9,4	?	4,7	?
109	АЕС	?	11,4	3,1	8,4	4,4	?	3,8
110	ЯЗ	2	?	?	7,1	5,4	4,6	1,9
111	АЕС	1,9	10,2	3	?	?	3,4	4,1
112	ЯЗ	?	12,1	2,5	5,3	?	3,2	4,4
113	АЕС	1,7	8,4	3,4	6,2	4,3	?	?
114	ЯЗ	1,7	?	3,6	6,8	4,8	?	3,9
115	АЕС	1,6	8,3	?	8,7	3,9	4,7	?
116	ЯЗ	1,2	9,7	2,6	9,2	?	?	4,2
117	АЕС	1,3	9,8	2,6	?	4,4	?	3,4

Продовження таблиці В.1

№	Тип аварії	$t_p$ , год	$t_k$ , год	$t$ , год	$K_{\text{посл}}$	$p_1$ , Р/год	$p_t$ , Р/год	$D_m$ , Р
118	ЯЗ	1,4	8,5	2,5	8,5	?	3,9	?
119	АЕС	?	12,1	3	8,1	4,6	?	3,7
120	ЯЗ	1,9	?	?	8,5	4,9	4,9	1,8
121	АЕС	2	11,4	3,1	?	?	3,3	4,4
122	ЯЗ	?	12,2	2,7	6,4	?	3,1	4,9
123	АЕС	1,8	7,7	3,4	6	3,7	?	?
124	ЯЗ	1,9	?	3,3	6,6	4,7	?	3,6
125	АЕС	1,8	8,6	?	8,7	3,7	4,5	?
126	ЯЗ	1,5	10,1	2,6	10,1	?	?	3,8
127	АЕС	1,2	11	2,7	?	4,9	?	3,5
128	ЯЗ	1,5	9,6	2,7	9,1	?	4,2	?
129	АЕС	?	13,2	3,3	7,9	4,3	?	4,3
130	ЯЗ	2	?	?	7,6	4,6	4,5	1,7
131	АЕС	1,9	10,1	3,1	?	?	3,4	4,3
132	ЯЗ	?	12,4	2,5	5,8	?	3,4	4,2
133	АЕС	1,9	7,6	3,2	6,2	3,7	?	?
134	ЯЗ	1,9	?	3,5	7,2	4,7	?	3,4
135	АЕС	1,5	8,2	?	8,1	4	4,7	?
136	ЯЗ	1,5	10,9	2,8	9,3	?	?	3,7
137	АЕС	1,3	9,8	2,6	?	5,2	?	3,5
138	ЯЗ	1,4	9,8	2,4	9	?	4,6	?
139	АЕС	?	13,5	3	7,1	4,6	?	3,8
140	ЯЗ	1,9	?	?	7,4	4,9	4,7	1,9
141	АЕС	1,7	11	3,2	?	?	2,8	4
142	ЯЗ	?	11,8	2,7	5,3	?	3,4	4,6
143	АЕС	1,9	7,6	3,4	6,1	4,5	?	?
144	ЯЗ	1,8	?	3,4	6,2	4,6	?	3,3
145	АЕС	1,7	7,8	?	8,5	3,6	4	?
146	ЯЗ	1,4	10,8	2,6	9,5	?	?	4,2
147	АЕС	1,3	10,2	2,3	?	4,9	?	3,6
148	ЯЗ	1,3	9,6	2,8	8,6	?	4,4	?
149	АЕС	?	13,1	3,4	7	4,1	?	4,2
150	ЯЗ	1,8	?	?	8,2	4,6	4,6	1,8
151	АЕС	2	10,4	3,3	?	?	3,4	4,1
152	ЯЗ	?	11,8	2,8	5,5	?	3,2	4,4
153	АЕС	1,9	8,1	3,2	5,7	3,8	?	?
154	ЯЗ	1,7	?	3,3	7,5	4,1	?	3,7
155	АЕС	1,6	9,1	?	7,3	3,7	4,7	?
156	ЯЗ	1,3	10,1	2,5	9,1	?	?	3,8
157	АЕС	1,3	10,4	2,5	?	5,2	?	3,4

Продовження таблиці В.1

№	Тип аварії	$t_p$ , год	$t_k$ , год	$t$ , год	$K_{\text{посл}}$	$p_1$ , Р/год	$p_t$ , Р/год	$D_m$ , Р
158	ЯЗ	1,3	9,6	2,5	8,5	?	4,6	?
159	АЕС	?	12,6	3,3	7,9	4,6	?	4
160	ЯЗ	1,8	?	?	8,1	4,7	4,7	1,8
161	АЕС	1,8	11,6	3,2	?	?	3,3	4,5
162	ЯЗ	?	12,8	2,5	6,2	?	2,8	4,1
163	АЕС	1,9	7,4	3,2	5,3	4,3	?	?
164	ЯЗ	2	?	3,6	6,6	4,3	?	3,9
165	АЕС	1,6	7,7	?	8,4	3,6	4	?
166	ЯЗ	1,4	11,2	2,3	8,8	?	?	3,6
167	АЕС	1,1	10,2	2,4	?	5,1	?	3,5
168	ЯЗ	1,4	9,1	2,8	8	?	4,3	?
169	АЕС	?	12,4	3	7	4,5	?	3,8
170	ЯЗ	2,1	?	?	8,6	5,1	4,4	1,8
171	АЕС	1,8	10,2	3,3	?	?	3,4	4
172	ЯЗ	?	12,9	2,7	5,8	?	2,8	4,9
173	АЕС	2	7,1	3,2	5,6	4,3	?	?
174	ЯЗ	2	?	3,3	6,8	4,5	?	3,7
175	АЕС	1,8	7,8	?	8,8	3,9	4,3	?
176	ЯЗ	1,4	10,4	2,6	8,8	?	?	3,9
177	АЕС	1,3	9,9	2,6	?	4,3	?	3,5
178	ЯЗ	1,5	9,7	2,7	9,4	?	4,4	?
179	АЕС	?	11,3	3,5	7,6	4,4	?	3,8
180	ЯЗ	1,8	?	?	7,9	4,7	4,7	1,8
181	АЕС	1,9	11,3	3,2	?	?	3,4	4,7
182	ЯЗ	?	12,5	2,6	5,6	?	3,4	4,3
183	АЕС	1,9	7,3	3	6,1	4,1	?	?
184	ЯЗ	1,9	?	3,4	6,9	4,2	?	3,9
185	АЕС	1,5	7,8	?	8	3,7	4,7	?
186	ЯЗ	1,4	9,9	2,5	10,2	?	?	3,6
187	АЕС	1,3	9,5	2,6	?	5,1	?	3,8
188	ЯЗ	1,5	9,3	2,6	8,5	?	4,2	?
189	АЕС	?	12,8	3	7,3	4,2	?	3,7
190	ЯЗ	1,9	?	?	7,2	4,7	4,3	1,7
191	АЕС	1,8	10,3	3	?	?	3,3	4,7
192	ЯЗ	?	12,2	3	6	?	3,1	4,6
193	АЕС	1,8	7,1	3,1	6,1	4,1	?	?
194	ЯЗ	2	?	3,5	6,9	4,6	?	3,8
195	АЕС	1,6	8,3	?	8,4	4,3	4,3	?
196	ЯЗ	1,3	11,3	2,8	9,8	?	?	3,9
197	АЕС	1,2	9,6	2,4	?	4,3	?	4,1

Продовження таблиці В.1

№	Тип аварії	$t_p$ , год	$t_k$ , год	$t$ , год	$K_{\text{посл}}$	$p_1$ , Р/год	$p_t$ , Р/год	$D_m$ , Р
198	ЯЗ	1,3	8,2	2,9	9,4	?	4,5	?
199	АЕС	?	11,7	3,3	7,4	4	?	4,3
200	ЯЗ	1,8	?	?	7,4	5,1	4,8	1,8
201	АЕС	2	10,4	3,3	?	?	3,4	4,1
202	ЯЗ	?	11,8	2,8	5,5	?	3,2	4,4
203	АЕС	1,9	8,1	3,2	5,7	3,8	?	?
204	ЯЗ	1,7	?	3,3	7,5	4,1	?	3,7
205	АЕС	1,6	9,1	?	7,3	3,7	4,7	?
206	ЯЗ	1,3	10,1	2,5	9,1	?	?	3,8
207	АЕС	1,3	10,4	2,5	?	5,2	?	3,4
208	ЯЗ	1,3	9,6	2,5	8,5	?	4,6	?
209	АЕС	?	12,6	3,3	7,9	4,6	?	4
210	ЯЗ	1,8	?	?	8,1	4,7	4,7	1,8
211	АЕС	1,8	11,6	3,2	?	?	3,3	4,5
212	ЯЗ	?	12,8	2,5	6,2	?	2,8	4,1
213	АЕС	1,9	7,4	3,2	5,3	4,3	?	?
214	ЯЗ	2	?	3,6	6,6	4,3	?	3,9
215	АЕС	1,6	7,7	?	8,4	3,6	4	?
216	ЯЗ	1,4	11,2	2,3	8,8	?	?	3,6
217	АЕС	1,1	10,2	2,4	?	5,1	?	3,5
218	ЯЗ	1,4	9,1	2,8	8	?	4,3	?
219	АЕС	?	12,4	3	7	4,5	?	3,8
220	ЯЗ	2,1	?	?	8,6	5,1	4,4	1,8
221	АЕС	1,8	10,2	3,3	?	?	3,4	4
222	ЯЗ	?	12,9	2,7	5,8	?	2,8	4,9
223	АЕС	2	7,1	3,2	5,6	4,3	?	?
224	ЯЗ	2	?	3,3	6,8	4,5	?	3,7
225	АЕС	1,8	7,8	?	8,8	3,9	4,3	?
226	ЯЗ	1,4	10,4	2,6	8,8	?	?	3,9
227	АЕС	1,3	9,9	2,6	?	4,3	?	3,5
228	ЯЗ	1,5	9,7	2,7	9,4	?	4,4	?
229	АЕС	?	11,3	3,5	7,6	4,4	?	3,8
230	ЯЗ	1,8	?	?	7,9	4,7	4,7	1,8
231	АЕС	1,9	11,3	3,2	?	?	3,4	4,7
232	ЯЗ	?	12,5	2,6	5,6	?	3,4	4,3
233	АЕС	1,9	7,3	3	6,1	4,1	?	?
234	ЯЗ	1,9	?	3,4	6,9	4,2	?	3,9
235	АЕС	1,5	7,8	?	8	3,7	4,7	?
236	ЯЗ	1,4	9,9	2,5	10,2	?	?	3,6
237	АЕС	1,3	9,5	2,6	?	5,1	?	3,8

Продовження таблиці В.1

№	Тип аварії	$t_p$ , год	$t_k$ , год	$t$ , год	$K_{\text{посл}}$	$p_1$ , Р/год	$p_t$ , Р/год	$D_m$ , Р
238	ЯЗ	1,5	9,3	2,6	8,5	?	4,2	?
239	АЕС	?	12,8	3	7,3	4,2	?	3,7
240	ЯЗ	1,9	?	?	7,2	4,7	4,3	1,7
241	АЕС	1,8	10,3	3	?	?	3,3	4,7
242	ЯЗ	?	12,2	3	6	?	3,1	4,6
243	АЕС	1,8	7,1	3,1	6,1	4,1	?	?
244	ЯЗ	2	?	3,5	6,9	4,6	?	3,8
245	АЕС	1,6	8,3	?	8,4	4,3	4,3	?
246	ЯЗ	1,3	11,3	2,8	9,8	?	?	3,9
247	АЕС	1,2	9,6	2,4	?	4,3	?	4,1
248	ЯЗ	1,3	8,2	2,9	9,4	?	4,5	?
249	АЕС	?	11,7	3,3	7,4	4	?	4,3
250	ЯЗ	1,8	?	?	7,4	5,1	4,8	1,8

## ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1 – Варіанти завдань до практичного заняття № 4. Визначити за варіантом величини, позначені знаком «?»»

№	N, 1/рік	B, м	L, м	h <sub>x</sub> , м	r <sub>x</sub> , м	h, м	h <sub>0</sub> , м	r <sub>0</sub> , м
1	?	10	15,4	15,6	?	?	?	?
2	1	9,1	17,6	?	?	?	?	?
3	1,6	6,6	?	21,7	?	?	?	?
4	0,9	?	8,4	16,8	?	?	?	?
5	?	9	?	23	8,4	?	?	?
6	?	?	12,4	19,1	9,2	?	?	?
7	?	9	?	21,3	?	36,7	?	?
8	?	?	15,3	16,6	?	37,6	?	?
9	?	?	12	?	10,4	?	?	31,5
10	?	10,7	?	?	7,9	?	?	30,4
11	?	9,7	14,5	15,2	?	?	?	?
12	1	10,3	17,5	?	?	?	?	?
13	1,4	5,5	?	20,4	?	?	?	?
14	0,9	?	13,2	15,9	?	?	?	?
15	?	8,4	?	24,4	8,6	?	?	?
16	?	?	12,5	21,5	8	?	?	?
17	?	8,8	?	19,8	?	37,1	?	?
18	?	?	16,4	17	?	33,2	?	?
19	?	?	11,1	?	11,1	?	?	31,5
20	?	10,9	?	?	8,3	?	?	29,8
21	?	9,8	17	17,2	?	?	?	?
22	0,9	9,3	15,4	?	?	?	?	?
23	1,5	5,6	?	18,5	?	?	?	?
24	0,8	?	11,5	16,7	?	?	?	?
25	?	8,2	?	22,7	8,7	?	?	?
26	?	?	11	21,8	9,4	?	?	?
27	?	9,3	?	20,9	?	35,1	?	?
28	?	?	15,1	16,7	?	37,3	?	?
29	?	?	11,2	?	10,5	?	?	31,7
30	?	10,4	?	?	8,7	?	?	31,6
31	?	9,8	14	16,4	?	?	?	?
32	0,9	9,1	17,6	?	?	?	?	?
33	1,4	5,7	?	18,6	?	?	?	?
34	0,8	?	12,2	15,9	?	?	?	?
35	?	8,5	?	20	8,9	?	?	?
36	?	?	12,8	20,9	8,5	?	?	?
37	?	8,7	?	19,4	?	34,1	?	?



Продовження таблиці Г.1

№	N, 1/рік	B, м	L, м	h <sub>x</sub> , м	r <sub>x</sub> , м	h, м	h <sub>0</sub> , м	r <sub>0</sub> , м
38	?	?	17,1	15,2	?	34,2	?	?
39	?	?	13	?	10,3	?	?	30,6
40	?	9,4	?	?	8,7	?	?	34,1
41	?	11,2	16,8	14,4	?	?	?	?
42	1	10,1	17,1	?	?	?	?	?
43	1,6	5,9	?	19,9	?	?	?	?
44	0,8	?	12	16,4	?	?	?	?
45	?	9	?	22,6	8,8	?	?	?
46	?	?	11,9	20,8	9	?	?	?
47	?	9,8	?	21,6	?	32,1	?	?
48	?	?	14,7	15,3	?	34,6	?	?
49	?	?	10,9	?	10,8	?	?	32,7
50	?	11,4	?	?	7,4	?	?	31,6
51	?	9,7	16,9	14,6	?	?	?	?
52	0,9	10,4	17,2	?	?	?	?	?
53	1,6	5,8	?	19,9	?	?	?	?
54	0,9	?	12	16,2	?	?	?	?
55	?	8,7	?	20,2	7,5	?	?	?
56	?	?	11,7	18,4	8,5	?	?	?
57	?	9,9	?	20,9	?	32,8	?	?
58	?	?	15,2	15	?	37	?	?
59	?	?	12,4	?	11,5	?	?	33,8
60	?	10,4	?	?	8	?	?	35,5
61	?	9,5	15,8	16,7	?	?	?	?
62	1	10,7	15,4	?	?	?	?	?
63	1,3	6,4	?	20	?	?	?	?
64	0,8	?	12,8	16,2	?	?	?	?
65	?	8,1	?	22,9	8,7	?	?	?
66	?	?	11,1	22	8,6	?	?	?
67	?	8,7	?	18,5	?	34,6	?	?
68	?	?	15,9	15,7	?	31,4	?	?
69	?	?	12,4	?	11	?	?	29,8
70	?	10,7	?	?	8,8	?	?	35,3
71	?	11	14,3	15,8	?	?	?	?
72	0,9	10,4	16,8	?	?	?	?	?
73	1,5	6,2	?	20,3	?	?	?	?
74	0,8	?	11,2	16,1	?	?	?	?
75	?	8,3	?	23,3	8,4	?	?	?
76	?	?	12	18,5	9,1	?	?	?
77	?	8,7	?	22,1	?	31,2	?	?

Продовження таблиці Г.1

№	N, 1/рік	B, м	L, м	h <sub>x</sub> , м	r <sub>x</sub> , м	h, м	h <sub>0</sub> , м	r <sub>0</sub> , м
78	?	?	14,4	16,5	?	32,6	?	?
79	?	?	11,4	?	11,7	?	?	34,4
80	?	11,2	?	?	8,8	?	?	31
81	?	10,5	15,8	15,6	?	?	?	?
82	1	9,1	15,7	?	?	?	?	?
83	1,4	5,8	?	21,4	?	?	?	?
84	0,8	?	12,8	15,7	?	?	?	?
85	?	9,6	?	22,8	8,8	?	?	?
86	?	?	11,7	20,3	9,1	?	?	?
87	?	8,6	?	20,8	?	33,7	?	?
88	?	?	14,4	15,1	?	31,2	?	?
89	?	?	10,9	?	10,5	?	?	28,3
90	?	9,7	?	?	8,6	?	?	34,1
91	?	11,1	14,6	15,1	?	?	?	?
92	0,9	9	16,6	?	?	?	?	?
93	1,6	5,9	?	20,3	?	?	?	?
94	0,9	?	12,5	17,2	?	?	?	?
95	?	8,9	?	22,5	8,6	?	?	?
96	?	?	12,1	21,7	8,4	?	?	?
97	?	8,9	?	22	?	32,5	?	?
98	?	?	16,9	17,4	?	32,8	?	?
99	?	?	11,9	?	10,4	?	?	32,4
100	?	11,3	?	?	7,4	?	?	33,5
101	?	9,3	15,4	14,8	?	?	?	?
102	0,9	9,8	14,9	?	?	?	?	?
103	1,4	6,7	?	21	?	?	?	?
104	0,8	?	12,3	15,9	?	?	?	?
105	?	9,3	?	22	8,2	?	?	?
106	?	?	11,5	19,6	8,2	?	?	?
107	?	9,3	?	22	?	37,5	?	?
108	?	?	16,7	16	?	34,9	?	?
109	?	?	11,2	?	11,1	?	?	30,1
110	?	10,9	?	?	8,3	?	?	33
111	?	9,4	15	16	?	?	?	?
112	0,9	9,2	16,2	?	?	?	?	?
113	1,5	6,1	?	21,6	?	?	?	?
114	0,9	?	11,9	15,9	?	?	?	?
115	?	9,1	?	24	8,1	?	?	?
116	?	?	12,9	19	7,8	?	?	?
117	?	10,1	?	21	?	34,9	?	?

Продовження таблиці Г.1

№	N, 1/рік	B, м	L, м	h <sub>x</sub> , м	r <sub>x</sub> , м	h, м	h <sub>0</sub> , м	r <sub>0</sub> , м
118	?	?	16,4	15,8	?	33,1	?	?
119	?	?	11	?	11,1	?	?	31,4
120	?	10,8	?	?	8,5	?	?	32,8
121	?	10	17	16,3	?	?	?	?
122	0,9	9,6	17,6	?	?	?	?	?
123	1,6	6,6	?	21,7	?	?	?	?
124	0,8	?	11,6	16,4	?	?	?	?
125	?	9,7	?	21,2	8,9	?	?	?
126	?	?	11,2	18,4	9,1	?	?	?
127	?	9,4	?	20,3	?	37,6	?	?
128	?	?	14,9	16,7	?	33	?	?
129	?	?	12,3	?	9,9	?	?	29,4
130	?	10,1	?	?	8,3	?	?	33
131	?	11	14,9	15,1	?	?	?	?
132	0,9	10,1	17,3	?	?	?	?	?
133	1,4	5,7	?	20,4	?	?	?	?
134	0,9	?	12,9	16,7	?	?	?	?
135	?	8,4	?	23,3	8	?	?	?
136	?	?	11,7	20	9,3	?	?	?
137	?	8,8	?	20,8	?	36	?	?
138	?	?	16,9	17,1	?	32,7	?	?
139	?	?	12,2	?	9,9	?	?	30,8
140	?	9,5	?	?	7,5	?	?	32,7
141	?	10,2	15,4	16,9	?	?	?	?
142	1	10,5	16,6	?	?	?	?	?
143	1,5	6,3	?	20	?	?	?	?
144	0,8	?	11,4	15,4	?	?	?	?
145	?	9,5	?	21,2	8,3	?	?	?
146	?	?	10,6	19,7	9,4	?	?	?
147	?	9,5	?	19,7	?	37,7	?	?
148	?	?	15	17,5	?	32,1	?	?
149	?	?	10,7	?	11,7	?	?	33,1
150	?	11,2	?	?	8,9	?	?	35,3
151	?	10,6	14,4	16,9	?	?	?	?
152	1	10,8	14,9	?	?	?	?	?
153	1,4	6	?	18,3	?	?	?	?
154	0,9	?	12	16,4	?	?	?	?
155	?	8,2	?	21,1	8,2	?	?	?
156	?	?	10,7	21	9,3	?	?	?
157	?	10,4	?	22,1	?	32,1	?	?

Продовження таблиці Г.1

№	N, 1/рік	B, м	L, м	h <sub>x</sub> , м	r <sub>x</sub> , м	h, м	h <sub>0</sub> , м	r <sub>0</sub> , м
158	?	?	14,6	15	?	34,9	?	?
159	?	?	11,6	?	10,4	?	?	32,8
160	?	10,8	?	?	7,7	?	?	35,4
161	?	10,6	15,1	15,3	?	?	?	?
162	0,9	10,5	17,2	?	?	?	?	?
163	1,4	5,7	?	19,8	?	?	?	?
164	0,8	?	12,8	16	?	?	?	?
165	?	8,5	?	22	8,1	?	?	?
166	?	?	12,7	21,9	8,5	?	?	?
167	?	9,4	?	19,3	?	37,8	?	?
168	?	?	16,6	16,8	?	36,6	?	?
169	?	?	12,5	?	10,1	?	?	28,5
170	?	10,7	?	?	8,6	?	?	33,8
171	?	9,6	16,4	17,1	?	?	?	?
172	0,9	10,7	15,4	?	?	?	?	?
173	1,4	6,5	?	22,1	?	?	?	?
174	0,8	?	11,3	16,1	?	?	?	?
175	?	8,8	?	23,6	9,1	?	?	?
176	?	?	12,1	19,2	8,1	?	?	?
177	?	9,9	?	18,8	?	33,1	?	?
178	?	?	15,1	16,1	?	35,9	?	?
179	?	?	10,8	?	11,5	?	?	31,5
180	?	9,6	?	?	8	?	?	35
181	?	9,4	14,4	16,3	?	?	?	?
182	0,9	9,3	16,2	?	?	?	?	?
183	1,3	6,4	?	22,1	?	?	?	?
184	0,9	?	11,3	16,5	?	?	?	?
185	?	8,3	?	23,2	8,6	?	?	?
186	?	?	11,8	19,6	7,8	?	?	?
187	?	10	?	21	?	31,7	?	?
188	?	?	17,2	15,1	?	31	?	?
189	?	?	11,1	?	9,7	?	?	31,8
190	?	11,4	?	?	8,5	?	?	35,3
191	?	9,8	14,1	15,6	?	?	?	?
192	0,9	10,8	15,9	?	?	?	?	?
193	1,6	6,4	?	20,1	?	?	?	?
194	0,9	?	13,1	16,4	?	?	?	?
195	?	8	?	21,1	8,8	?	?	?
196	?	?	10,9	19	9,2	?	?	?
197	?	9,1	?	21,7	?	31,6	?	?

Продовження таблиці Г.1

№	N, 1/рік	B, м	L, м	h <sub>x</sub> , м	r <sub>x</sub> , м	h, м	h <sub>0</sub> , м	r <sub>0</sub> , м
198	?	?	16,9	17	?	36	?	?
199	?	?	11,7	?	10,4	?	?	28,8
200	?	9,5	?	?	7,9	?	?	32,5
201	?	10,6	14,4	16,9	?	?	?	?
202	1	10,8	14,9	?	?	?	?	?
203	1,4	6	?	18,3	?	?	?	?
204	0,9	?	12	16,4	?	?	?	?
205	?	8,2	?	21,1	8,2	?	?	?
206	?	?	10,7	21	9,3	?	?	?
207	?	10,4	?	22,1	?	32,1	?	?
208	?	?	14,6	15	?	34,9	?	?
209	?	?	11,6	?	10,4	?	?	32,8
210	?	10,8	?	?	7,7	?	?	35,4
211	?	10,6	15,1	15,3	?	?	?	?
212	0,9	10,5	17,2	?	?	?	?	?
213	1,4	5,7	?	19,8	?	?	?	?
214	0,8	?	12,8	16	?	?	?	?
215	?	8,5	?	22	8,1	?	?	?
216	?	?	12,7	21,9	8,5	?	?	?
217	?	9,4	?	19,3	?	37,8	?	?
218	?	?	16,6	16,8	?	36,6	?	?
219	?	?	12,5	?	10,1	?	?	28,5
220	?	10,7	?	?	8,6	?	?	33,8
221	?	9,6	16,4	17,1	?	?	?	?
222	0,9	10,7	15,4	?	?	?	?	?
223	1,4	6,5	?	22,1	?	?	?	?
224	0,8	?	11,3	16,1	?	?	?	?
225	?	8,8	?	23,6	9,1	?	?	?
226	?	?	12,1	19,2	8,1	?	?	?
227	?	9,9	?	18,8	?	33,1	?	?
228	?	?	15,1	16,1	?	35,9	?	?
229	?	?	10,8	?	11,5	?	?	31,5
230	?	9,6	?	?	8	?	?	35
231	?	9,4	14,4	16,3	?	?	?	?
232	0,9	9,3	16,2	?	?	?	?	?
233	1,3	6,4	?	22,1	?	?	?	?
234	0,9	?	11,3	16,5	?	?	?	?
235	?	8,3	?	23,2	8,6	?	?	?
236	?	?	11,8	19,6	7,8	?	?	?
237	?	10	?	21	?	31,7	?	?

## Продовження таблиці Г.1

№	N, 1/рік	B, м	L, м	h <sub>x</sub> , м	r <sub>x</sub> , м	h, м	h <sub>0</sub> , м	r <sub>0</sub> , м
238	?	?	17,2	15,1	?	31	?	?
239	?	?	11,1	?	9,7	?	?	31,8
240	?	11,4	?	?	8,5	?	?	35,3
241	?	9,8	14,1	15,6	?	?	?	?
242	0,9	10,8	15,9	?	?	?	?	?
243	1,6	6,4	?	20,1	?	?	?	?
244	0,9	?	13,1	16,4	?	?	?	?
245	?	8	?	21,1	8,8	?	?	?
246	?	?	10,9	19	9,2	?	?	?
247	?	9,1	?	21,7	?	31,6	?	?
248	?	?	16,9	17	?	36	?	?
249	?	?	11,7	?	10,4	?	?	28,8
250	?	9,5	?	?	7,9	?	?	32,5

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Клименко М. А., Северин Л. І. Захист гідросфери. Вінниця : ВПІ, 1993. 219 с.
2. Северин Л. І. Захист атмосфери : у 2-х ч. Вінниця : ВПІ, 1994. 315 с.
3. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах : навч. посіб. Вінниця : ВДТУ, 2001. 109 с.
4. Методичні вказівки для СРС «Вибір і розрахунок блискавкозахисту будівель і споруд» / Уклад. Л. І. Северин. Вінниця : ВПІ, 1992. 31 с.
5. Руководство по оценке пожарного риска для промышленных предприятий. М. : ВНИИПО, 2006. 93 с.
6. Березюк О. В., Лемешев М. С. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2011. 204 с.
7. Джигирей В. С., Жидецький В. Ц. Безпека життєдіяльності : навч. посіб. Львів : Афіша, 2000. 256 с.
8. Северин Л. І., Дудатьев А. В. Безпека життєдіяльності : навч. посіб. Вінниця : ВДТУ, 2002. 194 с.
9. Желібо Є. П., Заверуха Н. М., Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності : навч. посіб. К. : Каравела, 2002. 328 с.
10. Лемешев М. С., Березюк О. В. Основи охорони праці для фахівців радіотехнічного профілю : навч. пос. Вінниця : ВНТУ, 2007. 108 с.
11. Березюк О. В., Лемешев М. С. Охорона праці в галузі радіотехніки : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2009. 159 с.
12. Яремко З. І. Безпека життєдіяльності : навч. посіб. К. : Центр навч. літри, 2005. 320 с.
13. Яким Р. С. Безпека життєдіяльності людини : навч. посіб. Л. : «Бескид Біт», 2005. 304 с.
14. Бедрій Я. І. Безпека життєдіяльності : навч. посіб. К. : Кондор, 2009. 286 с.
15. Методичні вказівки до опрацювання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних проектах і роботах студентів спеціальностей, що пов'язані з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням / Уклад. О. В. Березюк, М. С. Лемешев. Вінниця : ВНТУ, 2012. 64 с.
16. Лемешев М. С., Березюк О. В. Радиоэкранирующие композиционные материалы с использованием отходов металлообработки. *Инновационное развитие территорий*: матер. 2-й Междунар. науч.-практ. конф. (25–27 февраля 2014 г.) ; Отв. за вып. Е. В. Белановская. Череповец : ЧГУ, 2014. С. 63–65.
17. Лемешев М. С., Березюк О. В. Будівельні матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання. *Науковий журнал «Вісник Сумського національного аграрного університету»*. Серія: будівництво. 2014. Вип. 8 (18). С. 130–145.

18. Лемешев М. С., Березюк О. В. Антистатичні покриття із електропровідного бетону. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. 2017. № 2. С. 26–30.
19. Сердюк В. Р., Лемешев М. С., Христич О. В. Формування структури анодних заземлювачів з бетелу-м для систем катодного захисту. *Науково-технічний збірник. Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка*. 2010. Випуск 35. С. 99–104.
20. Березюк О. В., Лемешев М. С., Христич О. В. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'язучі з використанням відходів виробництва. *Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні*. 2011. Ч. 1. С. 125–128.
21. Сердюк В. Р., Лемешев М. С., Христич О. В. Фізико-хімічні особливості формування структури електропровідних бетонів. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 1997. № 2. С. 5–9.
22. Христич О. В., Лемешев М. С. Формування мікроструктури бетонів для захисту від іонізуючого випромінювання. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 1998. № 2. С. 18–23.
23. Сердюк В. Р., Лемешев М. С. Строительные материалы и изделия для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона. *Строительные материалы и изделия*. 2005. № 4. С. 8–12.
24. Лемешев М. С. Теоретические предпосылки создания радио-поглощающего бетона бетела-м. *Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури*. 2005. № 1. С. 60–64.
25. Сердюк В. Р., Лемешев М. С. Радіопоглинаючі покриття з бетелу-м. *Збірник наукових статей «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди»*. 2005. Випуск № 12. С. 62–68.
26. Сердюк В. Р., Лемешев М. С. Технологические приемы повышения радиопоглощающих свойств изделий из бетэла-м. *Строительные материалы и изделия*. 2005. № 5. С. 2–6.
27. Лемешев М. С. Формування структури електропровідного бетону під впливом електричного струму. *Науково-технічний збірник. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві*. 2006. С. 36–41.
28. Сердюк В. Р., Лемешев М. С., Христич О. В. Золоцементне в'язуче для виготовлення ніздрюватих бетонів. *Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник*. 2011. № 1(10). С. 57–61.
29. Сердюк В. Р., Лемешев М. С., Христич О. В. Технологічні особливості формування металонасичених бетонів для виготовлення радіозахисних екранів. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2007. № 4. С. 58–65.
30. Сердюк В. Р., Лемешев М. С. Радіозахисні покриття варіатропної структури із бетелу-м. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2008. № 5. С. 37–40.



31. Лемешев М. С., Березюк О. В. Теоретичні передумови підвищення довговічності електропровідних бетонів. Тези доповідей II-ої Міжнародної інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій», 12 листопада 2014 року : збірник наукових праць. Частина 1. Вінниця : ВНТУ, 2014. С. 21.
32. Лемешев М. С., Березюк О. В. Будівельні матеріали для захисту від електромагнітного випромінювання. *Науковий журнал «Вісник Сумського національного аграрного університету»*. Серія: будівництво. 2014. Вип. 10 (18). С. 57–62.
33. Методичні вказівки до опрацювання розділу «Охорона праці» в бакалаврських дипломних роботах студентів за напрямками підготовки, пов'язаними з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням / Уклад. О. В. Березюк, М. С. Лемешев. Вінниця : ВНТУ, 2014. 55 с.
34. Лемешев М. С., Березюк О. В. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості. *Сборник научных трудов SWorld*. 2015. Выпуск 1 (38). Том 13. *Искусствоведение, архитектура и строительство*. С. 111–114.
35. Лемешев М. С., Христич О. В., Березюк О. В. Дрібнозернистий бетон з модифікованим заповнювачем техногенного походження. *Materiały XI Międzynarodowej naukowipraktycznej konferencji «Naukowa przestrzeń Europy – 2015»*. Przemysł (Poland): Nauka i studia, 2015. Volume 23. *Ekologia. Geografia i geologia. Budownictwo i architektura. Chemia i chemiczne technologie*. S. 56–58.
36. Лемешев М. С., Березюк О. В., Христич О. В. Технологічні особливості формування електротехнічних властивостей електропровідних бетонів. *Мир науки и инноваций*. 2015. Выпуск 1 (1). Том 10. *География. Геология. Искусствоведение, архитектура и строительство*. С. 74–78.
37. Лемешев М. С., Христич О. В., Березюк О. В. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв. *Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy – 2015»*. 2015. Díl 7. *Fyzika. Matematika. Moderní informační technologie. Výstavba a architektura. Technické vědy*. S. 60–62.
38. Методичні вказівки до опрацювання розділу «Охорона праці» в бакалаврських дипломних роботах студентів за напрямками підготовки, пов'язаними з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням [Електронне видання] / Уклад. О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Режим доступу : <http://posibnyku.vntu.edu.ua/booksnew/book14/>.
39. Березюк О. В., Лемешев М. С. Охорона праці. Підсумкова державна атестація спеціалістів, магістрів в галузях електроніки, радіотехніки, радіоелектронних апаратів та зв'язку : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2015. 102 с.

40. Антонюк Г. Л., Полуденко О. С., Березюк О. В. Радіоелектронні пристрої вимірювання вмісту шкідливих речовин у навколишньому середовищі. *Еколого-енергетичні проблеми сучасності* : збірник наукових праць всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, 14 квітня 2017 р. 2017. С. 5–6.
41. Березюк О. В. Визначення енерговитрат на очищення ґрунтів навколо полігонів твердих побутових відходів від забруднення важкими металами. *Еколого-енергетичні проблеми сучасності* : збірник наукових праць всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Одеса, 14 квітня 2017 р. 2017. С. 13–15.
42. Лемешев М. С., Березюк О. В. Охорона праці. Підсумкова державна атестація бакалаврів будівельних спеціальностей : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 78 с.
43. Березюк О. В. Застосування комп'ютерних технологій під час вивчення студентами дисциплін циклу безпеки життєдіяльності. *Педагогіка безпеки: міжнародний науковий журнал*. 2016. № 1 (1). С. 6–10.
44. Березюк О. В. та ін. Безпека життєдіяльності : практикум. Вінниця : ВНТУ, 2017. 99 с.
45. Березюк О. В., Лемешев М. С. Основи охорони праці та безпека життєдіяльності для фахівців з інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем. Частина 1. Основи охорони праці. Вінниця : ВНТУ, 2018. 73 с.
46. Лемешев М. С., Березюк О. В. Основи охорони праці та безпека життєдіяльності для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія». Частина 1. Основи охорони праці. Вінниця : ВНТУ, 2019. 76 с.

*Електронне навчальне видання*

**Лемешев Михайло Степанович  
Березюк Олег Володимирович  
Королевська Світлана В'ячеславівна**

**ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ ЗАХИСТУ  
ЛЮДИНИ ВІД НЕГАТИВНИХ ФАКТОРІВ  
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**ПРАКТИКУМ**

Рукопис оформив *М. Лемешев*

Редактор *В Дружиніна*

Оригінал-макет підготувала

Підписано до видання 12.03.2022 р.  
Гарнітура Times New Roman.  
Зам. № 2022-035.

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
редакційно-видавничий відділ.  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Хмельницьке шосе, 95,  
м. Вінниця, 21021.  
Тел. (0432) 65-18-06.  
**press.vntu.edu.ua;**

*Email: irvc.vntu@gmail.com*

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.