

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності

03-10-92М

Методичні вказівки

до виконання практичних занять
і самостійної роботи з навчальної дисципліни
«Безпека експлуатації машин та обладнання»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Охорона праці»
спеціальності 263 «Цивільна безпека»
усіх форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННІБА
Протокол № 4 від 21.02.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до виконання практичних занять і самостійної роботи з навчальної дисципліни «Безпека експлуатації машин та обладнання» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Охорона праці» спеціальності 263 «Цивільна безпека» усіх форм навчання [Електронне видання] / Кухнюк О. М. – Рівне : НУВГП, 2023. – 34 с.

Укладач: Кухнюк О. М., к.т.н., доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Відповідальний за випуск: Кухнюк О. М., к.т.н., доцент , в.о. завідувача кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Керівник групи забезпечення
спеціальності 263 «Цивільна безпека»

Шаталов О. С.

© О. М. Кухнюк, 2023
© Національний університет
водного господарства та
природокористування, 2023

Вступ

Навчальна дисципліна «Безпека експлуатації машин та обладнання» є обов'язковою дисципліною циклу фахової підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю «Цивільна безпека» освітньою програмою «Охорона праці».

Зменшення виробничого травматизму та підйом безпеки праці на якісно новий рівень можливе лише за рахунок поступового переходу від створення окремих машин та технологічних процесів в народному господарстві до розробки та впровадження ефективних систем машин, обладнання, приладів і технологічних процесів, що забезпечують механізацію та автоматизацію виробництва. Дисципліна визначає основи сучасної класифікації та індексації інженерної техніки, вимоги безпеки при їх експлуатації, організація нагляду із забезпечення безпеки експлуатації машин і обладнання, вимоги безпеки потенційно небезпечного обладнання, вивчення з нормативно-технічною базою, що стосується експлуатації машин та обладнання.

Студенти знайомляться з загальними положеннями експлуатації сучасного інженерного устаткування, їх особливості. Викладання дисципліни «Безпека експлуатації машин та обладнання» забезпечить такі результати навчання:

- призначення, конструкції сучасних інженерних машин, обладнання та інструменти, що застосовуються для технологічних процесів виробництва;
- розробка оперативної документації і проведення навчання та інструктажів, щодо безпечної експлуатації обладнання
- вибирати та розраховувати умови стійкості, розривного зусилля, небезпечних зон і т.і. при використанні інженерної техніки;
- технічний нагляд за станом машин та обладнання, їх вибраковка;
- визначати умови безпечної експлуатації машин, заходи з охорони навколишнього середовища.

1. Загальні положення

Структура навчальної дисципліни передбачає виконання практичних завдань та самостійної роботи.

Практичне завдання є завершальним етапом вивчення лекційного матеріалу і дає можливість набути навичок і вмінь за тематикою однієї чи кількох лекцій.

Тематика практичних занять та їхня послідовність відображає структуру лекційного матеріалу навчальної дисципліни.

Кожне виконане практичне завдання оцінюється балами, які сумуються до поточного контролю, тому виконання практичних завдань є обов'язковим видом занять, і виконуються кожним здобувачем вищої освіти індивідуально.

Оцінювання виконання практичних завдань (від максимальної кількості за завдання) :

0% – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

Форма звіту з виконаних практичних завдань довільна, і має містити таку структуру:

- тема практичного завдання;
- короткі теоретичні відомості з теми практичного заняття;
- практична частина;
- висновки.

Самостійна робота передбачає вивчення питань з навчальної дисципліни, що не увійшли до лекційного матеріалу і вивчаються здобувачем вищої освіти самостійно. Питання з тем самостійної роботи включені до тестових завдань поточного та підсумкового контролів.

Здобувачеві вищої освіти заочної форми навчання тематика практичних завдань видається під час настановної сесії.

**ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ РОЗРАХУНОК БАГАТОКІВШЕВОГО
ТРАНШЕЙНОГО ЕКСКАВАТОРА**

Траншейні екскаватори (power-shovel) застосовують при будівництві лінійних підземних комунікацій відкритим способом для відривання траншей прямокутного і трапецеїдального профілю під газо-, нафто-, водопроводи, каналізаційні і теплофікаційні системи, кабельні лінії зв'язку і електропостачання та ін. Вони являють собою самохідні землерийні машини безперервної дії з багатоківшевим або безківшевим (скребачковим) робочим органом, які при своєму поступальному пересуванні розробляють позаду себе за один прохід траншею певної глибини, ширини і профілю з одночасним транспортуванням ґрунту вбік від траншеї [1].

При тій самій потужності двигуна (engine) і швидкості руху ковшів і питоме зусилля різанню, що розвивається багатоківшевим екскаватором (bagatokivshevi power-shovel), значно нижче такого ж зусилля одноківшевого. Продуктивність траншейних екскаваторів в 2...2,5 рази вища, ніж у одноківшевих машин, енерговитрати на 1 м³ розроблюваного ґрунту менші при більш високій якості робіт. За типом робочого органу розрізняють роторні і ланцюгові траншейні екскаватори, що здатні розробляти як немерзлі, так і мерзлі ґрунти.

Характеристики багатоківшевих траншейних екскаваторів наведено в табл. 1.1. Вибирають екскаватор за умовою, що він повинен копати траншею задан] глибини, ширини і довжини (табл. 1.2).

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики траншейних екскаваторів

Показники	Марка				
	ЭТЦ-202	ЭТЦ-354А	ЭТЦ-402	ЭТР-161	ЭТР-7Е
Глибина траншеї, <i>H, м</i>	2	3,5	4	1,6	1,8
Ширина траншеї по дну, <i>B, м</i>	0,5	0,8...1,1	0,8...1,2	0,8	1,4
Місткість ковша, <i>q, л</i>	23	35	40	70	130
Крок ковшів, <i>a, м</i>	0,95	0,76	0,8	-	-
Кількість ковшів на роторі, <i>m_к, шт.</i>	-	-	-	10	14
Швидкість ківшевого ланцюга, <i>v_л, м/с</i>	1,18	1,17	1,12	-	-
Число обертів ротора, <i>n, хв⁻¹</i>	-	-	-	11,7	9,6
Робоча швидкість пересування, <i>v_{рс}, м/год:</i>					
I		14,7		54	31
II		18,2		67	49
III		25,4		81	59
IV		34		101	84
	I діапазон: 14...250 II діапазон: 34...590		0...280		

Продовження табл. 1.1

Показники	Марка				
	ЭТЦ-202	ЭТЦ-354А	ЭТЦ-402	ЭТР-161	ЭТР-7Е
V		75		125	89
VI		113		151	112
VII		135		179	140
VIII		-		221	-
IX		-		266	-
Двигун:					
марка	Д-50	Д-54	АМ-01	СМД-14А	Д-108
потужність, Вт	36,8	39,7	80,9	55,2	79,4

Таблиця 1.2 – Вихідні дані

Вариант	Ґрунти	Категорія ґрунту	Розміри траншеї, м		
			Глибина <i>H</i>	Ширина <i>B</i>	Довжина <i>L</i>
1	Лес природної вологості	<i>I</i>	1,7	0,5	500
2			3	1,1	800
3			3,7	1,2	900
4			1,5	0,8	700
5	Суглинок з домішками щебеню та гравію	<i>III</i>	1,6	1,4	600
6			1,8	0,5	2000
7			3,2	0,8	1800
8			3,8	0,8	1500
9	Суглинок лесоподібний	<i>II</i>	1,4	0,8	1000
10			1,8	1,4	2500
11			2	0,5	1000
12			3,5	0,8	1500
13	Глина ломова	<i>IV</i>	4	0,8	1200
14			1,6	0,8	1000
15			1,8	1,4	2000
16			1,9	0,5	2000
17	Супісок з домішками щебеню та гравію	<i>II</i>	3,4	1,1	1800
18			3,6	0,8	1900
19			1,6	0,8	1700
20			1,7	1,4	1600
21	Глина м'яка жирна	<i>II</i>	1,8	0,5	1200
22			3	0,8	1000
23			3,9	1,2	1000
24			1,5	0,8	1600
25		<i>II</i>	1,6	1,4	1800
26			2	0,5	1500
27			3,5	1,1	1100
28			4	1,2	1300
29			1,6	0,8	1400

Технічна продуктивність екскаватора P_t залежить від місткості ковшів і числа їх розвантажень за одиницю часу, $m^3/\text{год}$.

$$P_m = 3,6 (qk_n/k_p) i ,$$

де q – місткість ковша, л;

k_n – коефіцієнт наповнення ковша;

k_p – коефіцієнт розпушення ґрунтів (табл. 1.3);

i – кількість розвантажень ковшів:

– для ланцюгових траншеєкопачів

$$i = v_d / a ,$$

– для роторних траншеєкопачів

$$i = nm_k / 60 .$$

Тут v_d – швидкість ківшевого ланцюга, м/с;

a – крок ковшів, м;

n – число обертів ротора, хв^{-1} ;

m_k – кількість ковшів на роторі.

Таблиця 1.3 – Характеристика ґрунтів

Ґрунт	Категорія ґрунту	Густина ґрунту, m/m^3	Коефіцієнти		Кут внутрішнього тертя, град	Питомий опір копанню, $F_{нтт}, \text{МПа}$
			наповнення, k_n	розпушення, k_p		
Лес природної вологості	<i>I</i>	1,6	0,9	1,28	10	0,1
Суглинок лесоподібний	<i>II</i>	1,7	0,95	1,28	15	0,2
Супісок з домішками щебеню і гравію	<i>II</i>	1,7	0,8	1,28	15	0,2
Глина м'яка, жирна	<i>II</i>	1,7	1,1	1,31	25	0,2
Суглинок з домішками щебеню і гравію	<i>III</i>	1,8	0,85	1,32	30	0,3
Глина ломова	<i>IV</i>	2,0	1,0	1,32	35	0,4

Для розрахунку припускаємо, що під час роботи екскаватора весь ківш заповнюється ґрунтом, тобто коефіцієнт наповнення ковша $k_n = 1$.

Потужність двигуна траншейного екскаватора витрачається одночасно на копання і підйом ґрунту робочим органом, а також на привід відвального конвеєра і пересування машини. Потужність, що витрачається на копання ґрунту, кВт:

$$N_k = \frac{F_{num} \Pi_m}{3,6}$$

$$v_p \leq v_e^{omm}.$$

Змінна експлуатаційна продуктивність екскаватора, $m^3/зміну$

$$\Pi_{зм} = BHv_p T k_e,$$

де v_p – робоча швидкість, $m/год.$;

T – тривалість зміни, $T=8 год.$;

k_e – коефіцієнт використання робочого часу екскаватора, $k_e = 0,7; \dots; 0,9$.

Кількість змін роботи екскаватора, яка залежить від об'єму земляних робіт,

$$n_{зм} = \frac{BHL}{\Pi_{зм}},$$

де L – довжина траншеї, m .

де F_{num} – питомий опір копанню, $MПа$.

Потужність, яка витрачається на підйом ґрунту до рівня розвантаження, $кВт$:

– для ківшевого робочого органу

$$N_n = \frac{\Pi_m \rho g}{3,6} \left(\frac{H}{2} + H_0 \right);$$

– для скребачкового робочого органу з урахуванням витрат потужності на тертя ґрунту

$$N_n = \frac{\Pi_m \rho g}{3,6} \left(\frac{H}{2} + H_0 \right) (1 + \varphi \cdot ctg \beta),$$

де ρ – густина ґрунту, t/m^3 ;

g – прискорення вільного падіння;

H_0 – висота підйому ґрунту від поверхні землі до рівня розвантаження, m (в розрахунках для роторного екскаватора прийняти $H_0 = 1,5 m$, для ланцюгового – $H_0 = 2 \dots 3 m$);

φ – коефіцієнт внутрішнього тертя;

β – кут нахилу передньої грані забою до горизонту, $\beta = 50 \dots 60^\circ$.

Потужність, яка необхідна для робочого органу, *кВт*

$$N = \frac{N_k}{\eta_m \eta_p} + \frac{N_n}{\eta_m},$$

де η_p і η_m – відповідно, коефіцієнт корисної дії робочого органу і трансмісії його приводу ($\eta_p = 0,8 \dots 0,85$; $\eta_m = 0,9 \dots 0,92$).

Розраховують оптимальну робочу швидкість, яка забезпечує найбільшу продуктивність екскаватора при найкращому використанні його двигуна. Вважають, що оптимальна швидкість екскаватора відповідає його технічній продуктивності при відриванні траншеї заданих розмірів, *м/год*.

$$v_e^{opt} = \frac{P_m}{BH},$$

де P_m – технічна продуктивність, *м/год*;

B – ширина траншеї, *м*;

H – глибина траншеї, *м*.

Робочу швидкість пересування екскаватора вибирають з табл. 1.1 (зазвичай, вона дорівнює оптимальній або найближчій до неї меншій швидкості)

Завдання 1.

Для заданих виробничих умов вибрати тип і розрахувати технічну та експлуатаційну продуктивності багатоківшевого траншейного екскаватора.

Послідовність виконання

1. За заданими глибиною та шириною траншеї виберіть тип екскаватора.
2. Обчисліть його технічну продуктивність.
3. Визначте потужність двигуна екскаватора, що витрачається на копання і підйом ґрунту робочим органом.
4. Знайдіть оптимальну швидкість пересування екскаватора.
5. Виберіть робочу швидкість його пересування.
6. Підрахуйте змінну експлуатаційну продуктивність.
7. Обчисліть кількість змін роботи екскаватора.
8. Накресліть схему розробки траншеї багатоківшевыми ланцюговим (див. рис. 1.1) або роторним (див. рис. 1.2) траншейними екскаваторами, на якій зазначте основні параметри процесу копання.

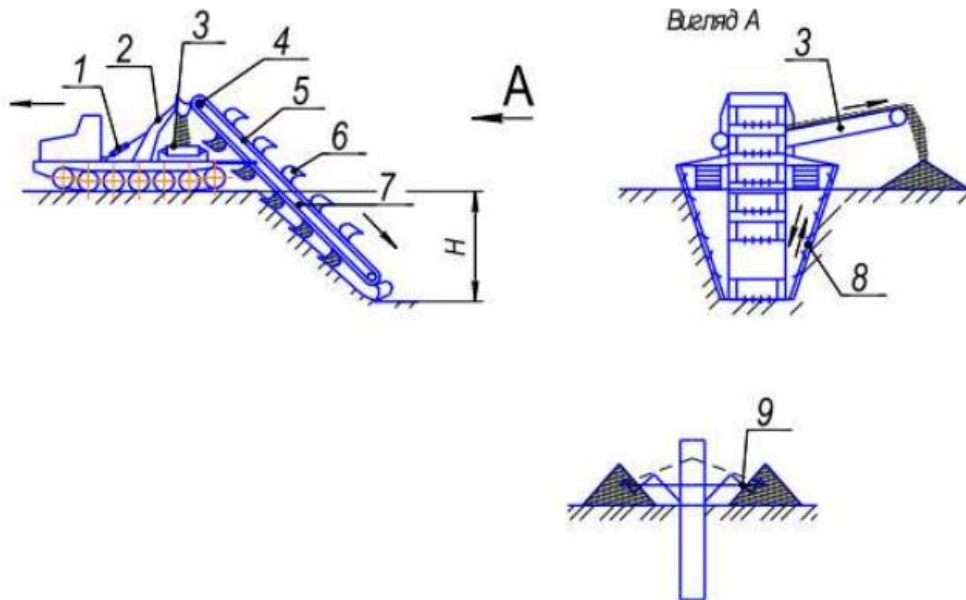


Рисунок 1.1 – Схема ланцюгового траншейного екскаватора:

1 – гідроциліндр робочого органу; 2 – важільна система; 3 – стрічковий конвеєр;
4 – приводна зірочка; 5 – безкінечний ланцюг; 6 – ковші; 7 – похила рама; 8 – похило
розташовані ланцюги з поперечними різцями; 9 – шнеки

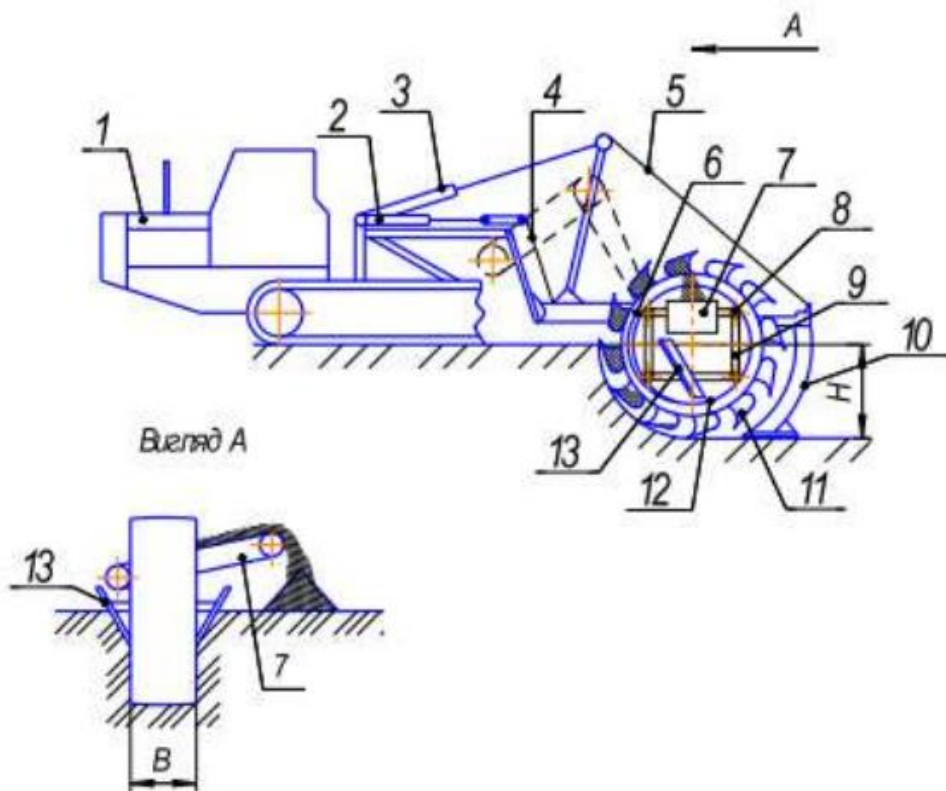


Рисунок 1.2 – Схема роторного траншейного екскаватора:

1 – базова машина (тягач); 2, 3 – гідроциліндри; 4; 5 – пластинчаті ланцюги;
6 – передній донний щит; 7 – поперечний відвальний стрічковий конвеєр; 8 –
ролик; 9 – рама; 10 – очисний пристрій; 11 – ковші (або скребки); 12 – ротор
(колесо); 13 – пасивний нахилоутворювач

Практична робота №2

ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН, ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

Межі небезпечних зон, де можлива поява постійно діючих (при переміщенні вантажів вантажопідійомними кранами), потенційно чи діючих (при веденні робіт у монтажній зоні) небезпечних виробничих факторів, пов'язаних з падінням предметів з вишини, визначають відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 ССБП Промислова безпека у будівництві. Основні положення.

Так, межа небезпечної зони при висоті можливого падіння предметів:

- до 20 м становить 7 м,
- від 20 до 70 м – 10 м.

При будівельних роботах чи при реконструкції споруд слід вказувати небезпечні зони, тобто ділянки, на яких поява людей стає небезпечною.

Розрізняють у плані монтажну зону, зону роботи крана і переміщення вантажів, небезпечну зону шляхів і зону роботи підйомника.

Монтажною небезпечною зоною вважають ділянку, розташовану по периметру під робочою ділянкою, межа якої визначається горизонтальною проекцією площі S , збільшену на безпечну відстань

$$N_{mz} = 0.3 \cdot H, \text{ м}, \quad (1)$$

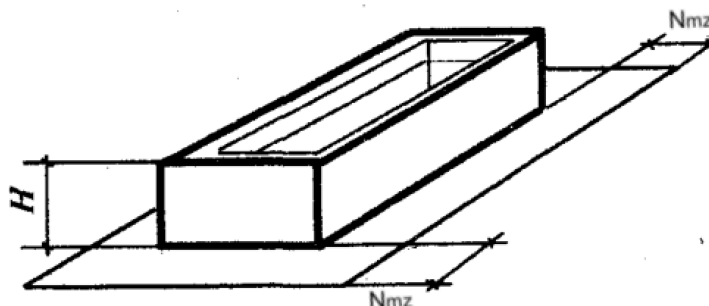
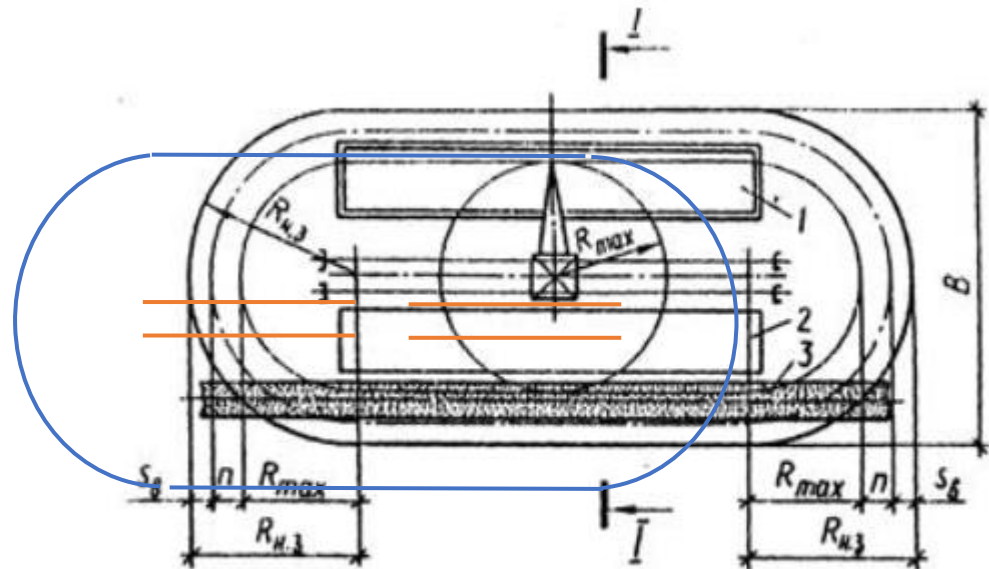


Рис 2.1. Небезпечна монтажна зона поблизу споруди, що будується.

Небезпечною зоною при роботі баштових кранів і переміщенні вантажів є площа, обмежена



паралельними лініями на

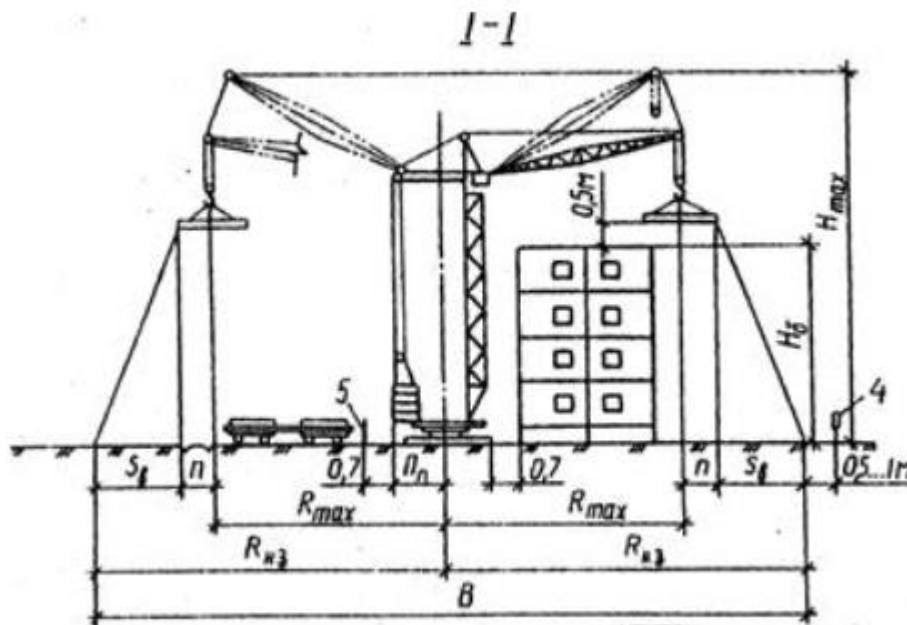


Рис 2.2. Небезпечна зона при роботі баштових кранів.

відстань від осі підкранової колії на величину найбільшого вильоту стріли в кожен сторону з можливим відльотом вантажу при його падінні.

Ширина небезпечної зони в поперечному перерізі дорівнює:

$$B = b + 2 \cdot (R_{max} + n + S_b) \quad (2)$$

довжина небезпечної зони в подовжньому перерізі:

$$L = l + 2 \cdot (R_{max} + n + S_b) \quad (3)$$

де R_{max} – радіус максимального вильоту стріли крана;

n – максимальний габарит вантажу від гака;

S_b – відстань дальності відлітання вантажу.

Відліт вантажу S_b при падінні з висоти H від точки його підвішування може бути визначений за формулою:

$$S_b = 0.32 \cdot \omega \cdot R \cdot H \quad (5.4)$$

де ω – кутова швидкість обертання стріли, c^{-1} .

- Ця формула враховує тільки початкову лінійну швидкість ωR і висоту вантажу над землею H , таким чином, застосовується тільки для **компактних вантажів, що володіють низькою парусністю**, тобто з малим опором повітряному потоку, який обтікає вантаж.

Практична частина

Задача.

Визначити небезпечну відстань відльоту вантажа під час можливого обриву строп, якщо: монтаж конструкції масою 3 т на відбувається на висоту ___ м при вильоті стріли $R =$ ___ м і кутовій швидкості повороту крана ___ сек⁻¹ (Вихідні дані в таблиці).

Для заданих умов нормативна межа небезпечної зони становить $S_n=7$ м.

Довжина кранового шляху 24 м

Ширина – 6 м

Довжина з.б. панелі 6 м.

Таблиця 2.1

	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
висота підйому панелі H , м	8	7	9	10	11	12	13	14	10	8
Кутова швидкість повороту ω , сек ⁻¹	0,02	0,02 4	0,03 2	0,04	0,03 5	0,02 5	0,04 5	0,02 6	0,01 5	0,02 4
Виліт стріли R_{max} , м	7	10	8	12	9	11	10,5	9,5	11	9

НЕБЕЗПЕЧНА ЗОНА ПРИ РОБОТІ ВАНТАЖО-ПІДЙІМАЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ В УМОВАХ ВИСОКОЇ ПАРУСНОСТІ

Ширина небезпечної зони в поперечному перерізі дорівнює:

$$B = b + 2 \cdot (R_{max} + n + S_b) \quad (1)$$

довжина небезпечної зони в подовжньому перерізі:

$$L = l + 2 \cdot (R_{max} + n + S_b) \quad (2)$$

де R_{max} – радіус максимального вильоту стріли крана;

n – максимальний габарит вантажу від гака;

S_b – відстань дальності відлітання вантажу.

- Ця формула враховує тільки початкову лінійну швидкість ωR і висоту вантажу над землею і, таким чином, застосовується тільки для **компактних вантажів, що володіють низькою парусністю, тобто з малим опором повітряному потоку, який обтікає вантаж.**

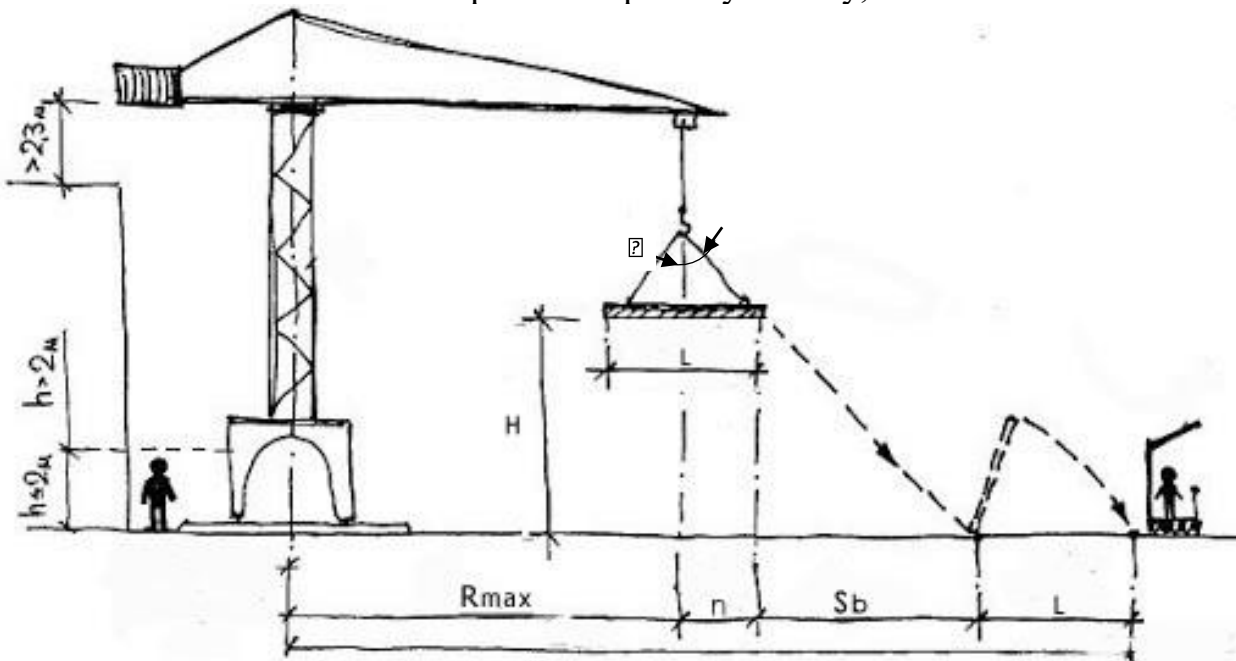


Рис 3.1. Небезпечна зона при падінні вантажу.

- Для панелей та плит з високою парусністю відліт вантажу визначають за наступною формулою:

$$S_b = \sqrt{H \cdot m \cdot (1 - \cos \alpha)} \cdot n \quad (3)$$

де S_b – гранично можливий відліт конструкції в сторону від первинного положення її центру ваги при можливості вільного падіння, м;

m – довжина стропів, м;

H – висота підйому конструкції над рівнем землі, монтажним горизонтом в процесі монтажу, м;

α – кут між вертикаллю і стропом, град (рис.5.5);

n – половина довжини конструкції, м.

Для автомобільних і гусеничних кранів небезпечною зоною є площа, описана радіусом, який дорівнює найбільшому вильоті стріли плюс найбільш можливий відліт вантажу при його падінні.

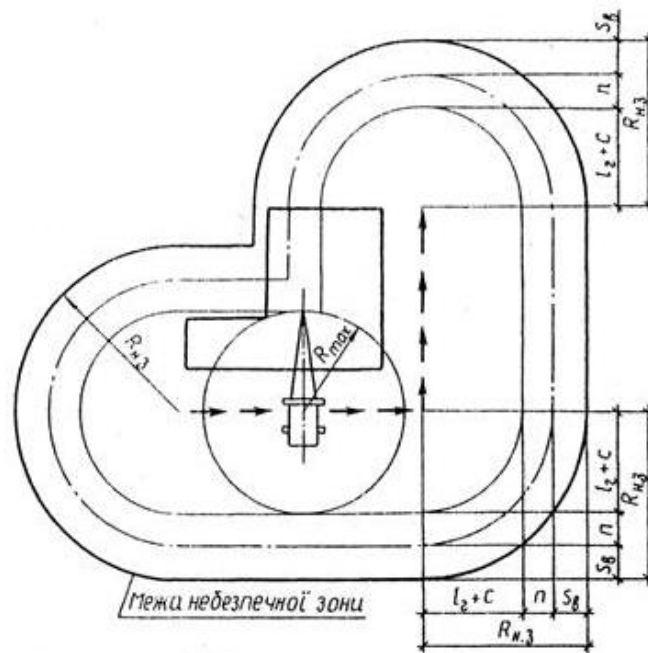


Рис 2. Габарити небезпечної зони під час роботи стрілового крана.

$$R_{max} = l_r + c$$

де l_r – довжина стріли крана з гуськом; c – відстань від осі обертання крана до осі стріли (приймають за паспортними даними крана).

Практична частина

Задача 1.

Визначити межі небезпечної зони в процесі монтажу стінових панелей баштовим краном при таких вихідних даних:

висота підйому панелі H , довжина строп m , кут між вертикаллю і віткою стропа α , довжина панелі L , виліт стріли R_{max} , вважаючи, що стінові панелі мають велику парусність. Згідно варіанту (таблиця 3.1), вибрати відповідні параметри

Таблиця 3.1

	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
висота підйому панелі H , м	25	40	31	42	27	19	16	33	41	35
довжина строп m , м	4	2	2	4	5	5	3	2	5	4
кут між вертикаллю і віткою α , град	30	30	25	50	46	45	19	25	35	15
довжина панелі L , м	6	12	18	6	12	18	6	12	18	6
Виліт стріли R_{max} , м	12	25	14	21	30	25	33	42	18	35

Практична робота №4

РОЗРАХУНОК ТАКЕЛАЖНОЇ СКОБИ, ПРИ ЗАДАНИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Завдання: Підібрати та перевірити на міцність такелажну скобу для навантаження:

1. Визначаємо зусилля , що діє на скобу

$$P = S \cdot k_{\text{п}} \cdot k_{\text{д}} \text{ (кН)}$$

S – діюче навантаження

$k_{\text{п}}$ – коефіцієнт перевантаження (1,1)

$k_{\text{д}}$ – коефіцієнт динамічності навантаження (1,2)

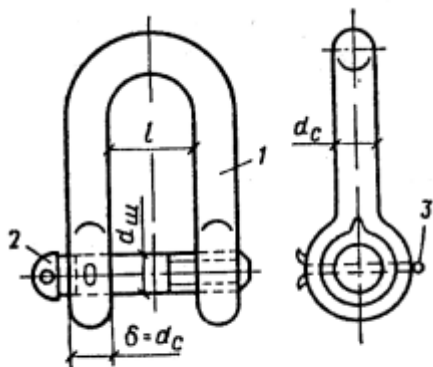


Рис. 1. Такелажна скоба



Рис. 2 - Загальний вигляд

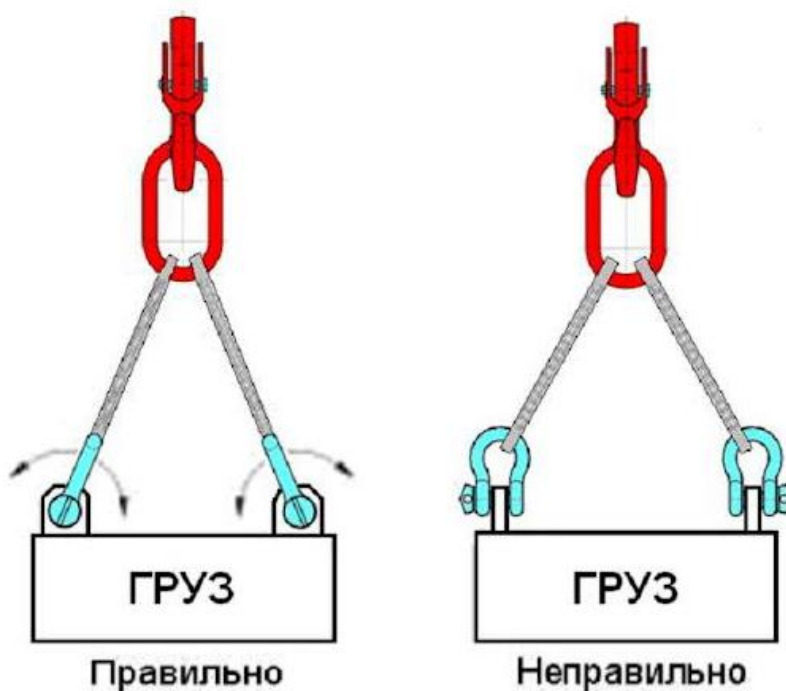


Рис. 3 - Кріплення за допомогою такелажної скоби

2. За знайденим зусиллям підбираємо типорозмір скоби та її параметри

III.8. СКОБЫ ТАКЕЛАЖНЫЕ						
Типоразмер	Допускаемая нагрузка, кН	Диаметр стального каната наибольший, мм	Свободная длина штыря, мм	Диаметр ветви скобы, мм	Диаметр штыря, мм	Масса скобы, кг
1,2	12	11	28	14	18	0,45
1,7	17	13	32	16	20	0,67
2,1	21	15,5	36	20	24	1,07
2,7	27	17,5	40	22	27	1,49
3,5	35	19,5	45	24	33	2,17
4,5	45	22,5	50	28	36	3,25
6,5	60	26	58	32	39	4,49
7,5	75	28,5	64	36	45	6,13
9,5	95	30,5	70	40	48	8,5
11	110	35	80	45	56	12,03
14	140	39	90	48	60	15,46
17	175	43,5	100	50	64	19,4
21	210	48,5	110	60	72	27,92
24	240	52	115	65	76	35,82
28	280	56,5	120	70	85	44,85
32	320	60,5	125	75	90	54,15
37	370	65	130	80	95	64,52

3. Знаходимо площу перерізу скоби:

$$F_c = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \text{ (см}^2\text{)}$$

4. Після чого перевіряємо скобу вибраного типорозміру на міцність при розтягу при виконанні умови:

$$P/(2F_c) < mR_p$$

m – коефіцієнт умов роботи

R_p – допустиме навантаження (розривне зусилля на розтяг) 210 МПа

Значення коефіцієнтів умов роботи

Конструкция, элемент	Коеффициент
1. Мачты, шевры, порталы, стрелы и т. п.	0,9
2. Грузозахватные приспособления	0,85
3. Эстакады, опоры, распорки, подкрановые пути, монтажные балки	0,85
4. Стойки, подпорки	0,9
5. Сжатые раскосы решетчатых конструкций из одиночных уголков, прикрепленных к поясам одной полкой сваркой или болтами:	
а) при перекрестной решетке с совмещенными в смежных гранях узлами	0,9
б) при треугольной и перекрестной решетках с несовмещенными в смежных гранях узлами	0,8
6. Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепленные одной полкой, за исключением элементов, указанных в п. 5	0,75

5. Знаходимо момент опору перерізу штиря:

$$M = P \cdot l/4 \text{ (кН см)}$$

l – вільна довжина штиря (см)

Момент опору перерізу штиря:

$$W = 0.1 \cdot d_{\text{ш}}^3 \text{ (МПа) (см}^3\text{)}$$

· $d_{\text{ш}}$ - діаметр штиря

6. Перевірка штиря на міцність при згині

$$M/W < mR_3$$

- R_3 - розривне зусилля на згин (210 МПа)

- $1 \text{ кН/см}^2 = 10 \text{ МПа}$

7. Перевірка штиря на зріз:

$$P/(2F_{\text{ш}}) < mR_{3p}$$

$$F_{\text{ш}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \text{ - поперечний переріз штиря,}$$

R_{3p} - розривне зусилля на згин (130 МПа)

8. Перевірка скоби на зминання:

$$\frac{P}{2 \cdot d_c d_{\text{ш}}} < mR_{3m}$$

$d_c d_{\text{ш}}$ – діаметри скоби та штиря

R_{3m} розривне зусилля на зминання (170 МПа)

Практична частина

Задача 1.

Підібрати та перевірити на міцність такелажну скобу для канату за відповідним зусиллям (Таблиця 4.1)

Таблиця 4.1

Зусилля, що виникає у канаті скоби

	Варіанти									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зусилля натягу канату (кН)	25	50	80	100	120	90	75	60	95	84

ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОНИ ПІД ЧАС РОБОТИ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ

Виконання земляних робіт на будівельних об'єктах пов'язано з використанням машин і транспортних засобів та вирішенням правильного розташування транспортних шляхів поблизу бровок за межами призми обвалення.

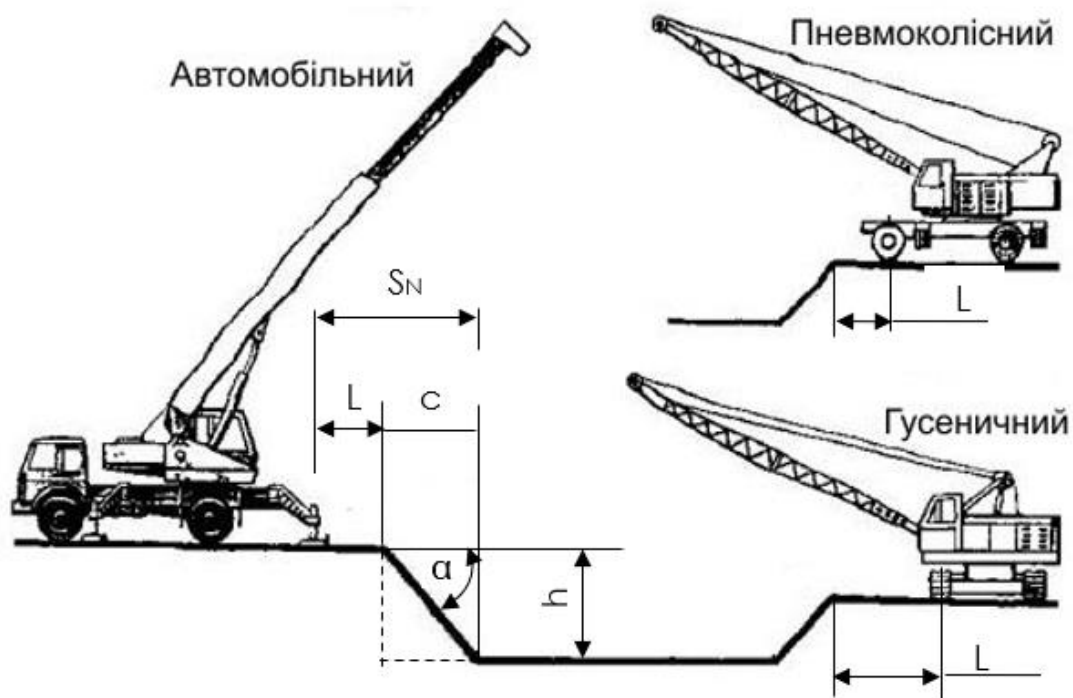


Рисунок 5.1. Габарити небезпечної зони під час роботи стрілового крану поблизу підосви виїмки

Небезпечна зона під час роботи будівельної техніки **поблизу підосви виїмки** (рис. 5.1) можна визначити за формулою:

1. Знаходимо відстань до основи укосу котловану

$$S_N = 1.2 \cdot h \cdot a + 1, \text{ м} \quad (1)$$

де: h – глибина виїмки, м,

a - коефіцієнт закладення відкосів, $a = \frac{c}{h}$

- Коефіцієнт закладання укосів – це відношення його ширини (горизонтальної проекції) та його висоти (вертикальної проекції).
- Його значення залежить від висоти та роду ґрунту укосу, а також умов використання («сухий» або «мокрый»).

При висоті скосу більшою 15м рекомендується влаштувати проміжні берми шириною 1-2м з контрпохилом через 10м висоти заради збору опадів.

При висоті схилу до 10м достатньо прийняття табличних значень цього коефіцієнту, при більшому значенні рекомендується перевіряти схил на стійкість и при недостатній стійкості ще більше сположувати схил.

Тоді формула набуває вигляду:

$$S_N = 1.2 \cdot c + 1 \quad (2)$$

2. Знаходимо відстань до краю укосу

$$L = S_N - c \quad (3)$$

Практична частина

Задача 1

Визначити безпечну мінімальну відстань встановлення автомобільного крану поблизу підшви в'язки, якщо задані наступні параметри:

Таблиця 5.1

Вихідні дані до розрахунку

№	Глибина в'язки	Грунт
0	3	Насипний
1	4	Піщаний
2	5	Супіщаний
3	4	Суглинок
4	3	Глина
5	5	Лесовий
6	4	Насипний
7	3	Піщаний
8	2	Супіщаний
9	1	Суглинок

Таблиця 7.1 – Допустима відстань по горизонталі від основи укосу котловану до найближчої опори

Глибина котловану (траншеї), м	Відстань від основи укосу до найближчої опори* для насипного ґрунту, м				
	піщаного і гравійного	супіщаного	суглинкового	глинистого	лесового сухого
1	1,5	1,25	1,00	1,00	1,0
2	3,0	2,40	2,00	1,50	2,0
3	4,0	3,60	3,25	1,75	2,5
4	5,0	4,40	4,00	3,00	3,0
5	6,0	5,30	4,75	3,50	3,5

* Найближчою опорою вважається край виносної опори самохідного стрілового крана або край основи укосу баластової призми вантажопідіймального крана.

Таблиця 10.2 – Крутість укосу виїмки залежно від глибини виїмки та виду ґрунту

Вид ґрунту	Крутість укосу (відношення висоти укосу до його основи), град., при глибині виїмки, м, не більше		
	1,5	3,0	5,0
Насипний незлежаний	1:0,67 (56)	1:1 (45)	1:1,25 (38)
Піщаний	1:0,5 (63)	1:1 (45)	1:1 (45)
Супіщаний	1:0,25 (76)	1:0,67 (56)	1:0,85 (48)
Суглинистий	1:0 (90)	1:0,5 (63)	1:0,75 (53)
Глина	1:0 (90)	1:0,25 (76)	1:0,5 (63)
Лесовий	1:0 (90)	1:0,5 (63)	1:0,5 (63)

Примітка 1. У разі нашарування різних видів ґрунту крутість укосів визначають за найменш стійким видом стосовно обвалення укосу.

Примітка 2. До незлежаних насипних належать ґрунти з давністю відсіпання до двох років для піщаних; до п'яти років – для пилуватоглинистих ґрунтів.

1. Охорона праці і промислова безпека у будівництві основні положення ДБН А.3.2-2-2009

ПЛАНУВАННЯ РЕГЛАМЕНТОВАНИХ РОБІТ МАШИН

Система планово-попереджувального ремонту (ППР) є такою системою організації та виконання регламентних робіт, при якій ремонти машин плануються заздалегідь, виходячи з відпрацьованої кількості машино-годин. Тобто, дефекти усуваються не тоді, коли машина вже непридатна для використання, а завчасно. При визначенні термінів і виду регламентних робіт виходять з такого зносу машини, при якому ще є можливість її експлуатації, але створюється загроза аварійного наростання зносів при подальшій експлуатації [10].

Система ППР дозволяє: наперед уточнити та узгодити з основним виробництвом час відправлення машини на ремонт; під час експлуатації зберігати нормальний робочий стан машини завдяки своєчасному догляду і ремонтам; заздалегідь планувати весь комплекс ремонтних робіт, тобто, графіки ремонтів, заготовлення ремонтних матеріалів і запасних частин, складання вузлів і агрегатів та необхідні трудові витрати.

В системі планово-попереджувального ремонту передбачено такі види робіт:

- технічне обслуговування
- поточний
- капітальний ремонт.

Технічне обслуговування і поточні ремонти машин проводять на експлуатаційних базах механізації спеціалізованими бригадами за участю машиністів.

Капітальний ремонт будівельних машин виконують на спеціалізованих ремонтних заводах. Норми періодичності ремонтів і технічного обслуговування машин регламентовано.

1. Складання структурного річного графіка ремонту машини покажемо на прикладі роботи траншейного екскаватора, згідно з табл. 6.1.

Траншейний екскаватор відпрацював з початку експлуатації 6000 годин. На запланований рік передбачається робота протягом 3000 годин.

Періодичність виконання ремонту (технічного обслуговування), згідно з табл. 14.2, в машино-годинах дорівнює: капітальний ремонт $K = 8000$, поточний ремонт $\Pi = 1000$, технічне обслуговування $TO = 200$ годин.

Треба визначити необхідність в ремонтах і технічному обслуговуванні цієї машини протягом року її експлуатації.

Порядок складання графіка такий:

Відкладають в масштабі заплановану кількість годин роботи машини (3000 годин, рис. 6.1, а); потім визначають кількість годин до найближчого капітального ремонту ($8000 - 6000 = 2000$ год) і відкладають їх на цьому графіку.

В обидві сторони від K відкладають періодичність поточних ремонтів $\Pi = 1000$ год (рис. 6.1, б).

Вихідні дані

Варіант	Машина	Відпрацьовано зпочатку експлуатації, маш. -год	Передбачається роботи на запланований рік, маш.-год	Планується робочих годин на добу
1	Траншейний екскаватор	2000	2400	7
2		6000	2400	Те ж
3		5000	2400	"
4		2000	3800	"
5		1000	3800	"
6		1500	3800	"
7		1300	2400	"
8		1400	2400	"
9	Екскаватор на гусеничному ході з ковшем місткістю 0,5...0,65 м ³	8000	3800	14
10		9000	3800	Те ж
11		7000	3800	"
12		8000	2400	"
13		9000	2400	"
14		10000	2400	"
15		10000	3800	"
16		5000	3800	"
17	Бетонозмішувач пересувний	2000	2400	7
18		2500	2400	Те ж
19		3000	2400	"
20		3500	2000	"
21		4000	2000	"
22		4500	2000	"
23	Баштовий кран вантажопідійомністю 3...5 т·с	12000	3800	14
24		13000	3800	Те ж
25		14000	3800	"
26		8000	2400	"
27		9000	2400	"
28		10000	2400	"
29		11000	2400	"
30		13000	2400	"

Аналогічно, починаючи від К, відкладають періодичність техобслуговувань ТО = 200 год (рис. 6.1, в).

Таким чином, необхідність в ремонтах і технічному обслуговуванні траншейного екскаватора протягом року його експлуатації така: капітальних ремонтів К = 1; поточних ремонтів П = 2; технічних обслуговувань ТО = 12.

Графік легко скласти і в тих випадках, коли нема потреби в жодному капітальному ремонті протягом року.

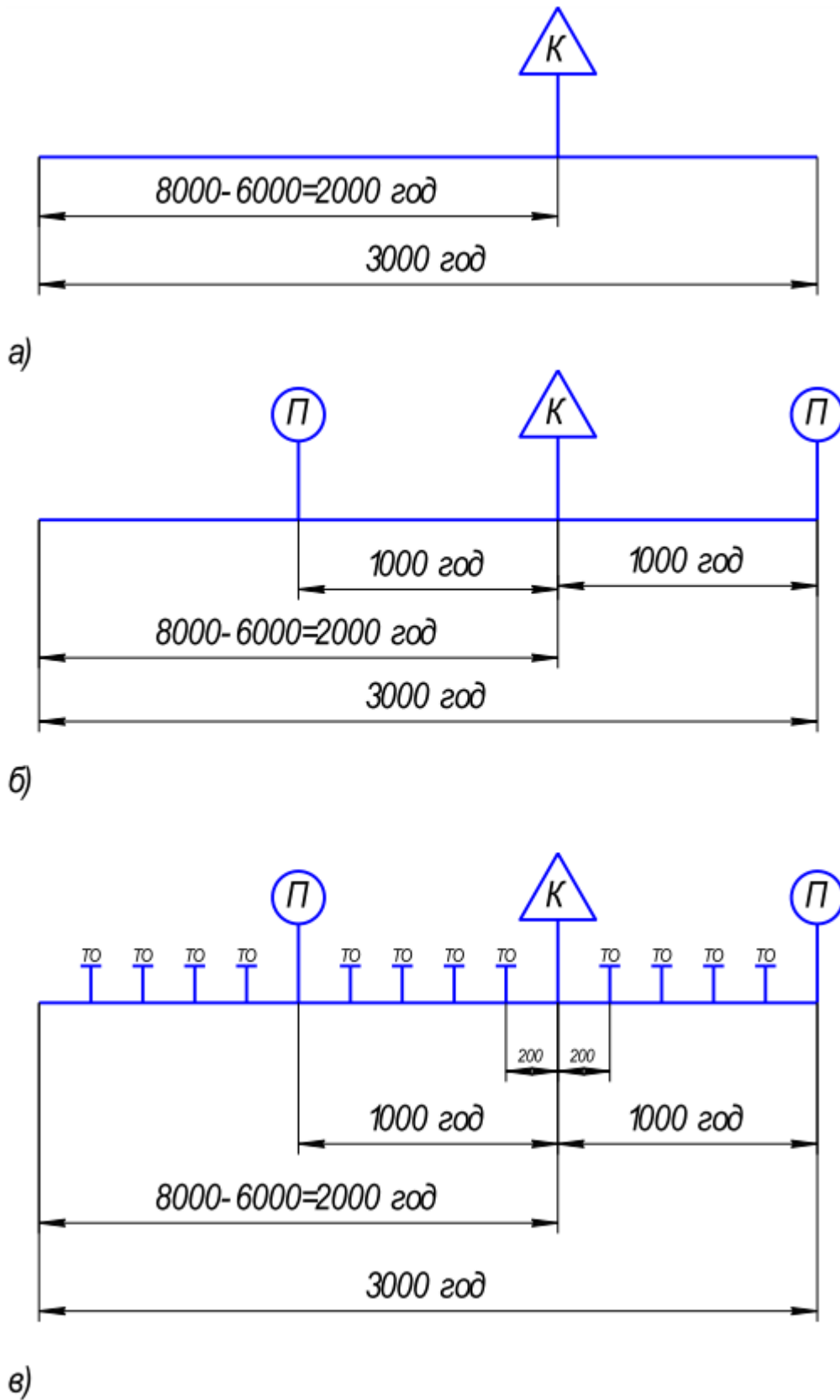


Рисунок 6.1 – Структурний річний графік технічного обслуговування і ремонтів будівельної машини при 3000 год. роботи на рік

Нормативи з технічного обслуговування та ремонту
будівельних машин

Машина	Види технічних обслуговувань і ремонтів	Періодичність технічних обслуговувань і ремонтів, маш.-год. роботи	Кількість технічних обслуговувань і ремонтів в одному міжремонтному циклі	Час знаходження машини в технічних обслуговуваннях і ремонтах, календарних діб
Екскаватор на гусеничному ході з ковшем місткістю 0,5..0,65 м ³	ТО	150	72	1
	П	1500	7	10
	К	12000	1	24
Траншейний екскаватор	ТО	200	32	1
	П	1000	7	4
	К	8000	1	17
Баштовий кран вантажопідйомністю 3...5 тс	ТО	200	63	1
	П	1600	8	5
	К	14400	1	20
Бетонозмішувачі пересувні	ТО	150	28	-
	П	2200	3	1
	К	8800	1	2

Таблиця 6.3. Річний план технічного обслуговування і ремонтів будівельних машин

Машина	Марка машини	№ машини		Відпрацьовано після капітального ремонту або з початку експлуатації на 01 січня 2010 р., маш.-год.	Запланований час роботи машини протягом року, маш.-год.	Необхідна кількість			Примітка
		заводський	інвентарний			капітальних ремонтів (К)	поточних ремонтів (П)	технічних обслуговувань (Т)	
Траншейний екскаватор і т.п.	ЗТЦ-208В	3214	5	6000	3000	1	2	12	

Таблиця 6.4. Місячний план-графік технічного обслуговування і ремонтів будівельних машин

Машина	Марка машини	№ машини		Відпрацьовано після капітального ремонту або з початку експлуатації на 01 січня 2010 р., маш.-год.	Числа місяця та види техобслуговувань і ремонтів							
		заводський	інвентарний		1	2...5	6, 7	8...12	13	14...18	19	21...26, 28...31
Траншейний екскаватор і т.п.	ЗТЦ-208В	3214	5	6000	Вихідний	Робочі дні	Вихідні	Робочі дні	Вихідний	Робочі дні	ТО	Робочі дні

Примітка: 1. Час знаходження машини в ТО – 1 доба.

2. Між ТО, згідно з графіком (див. рис. 14.1) повинно бути 200 год. або 200:14 ≈ 14 діб.

На рис. 6.2 наведено структурний річний графік технічних обслуговувань і ремонту траншейного екскаватора, коли планується 1600 годин його роботи на рік (інші дані ті ж самі, що і в попередньому прикладі).

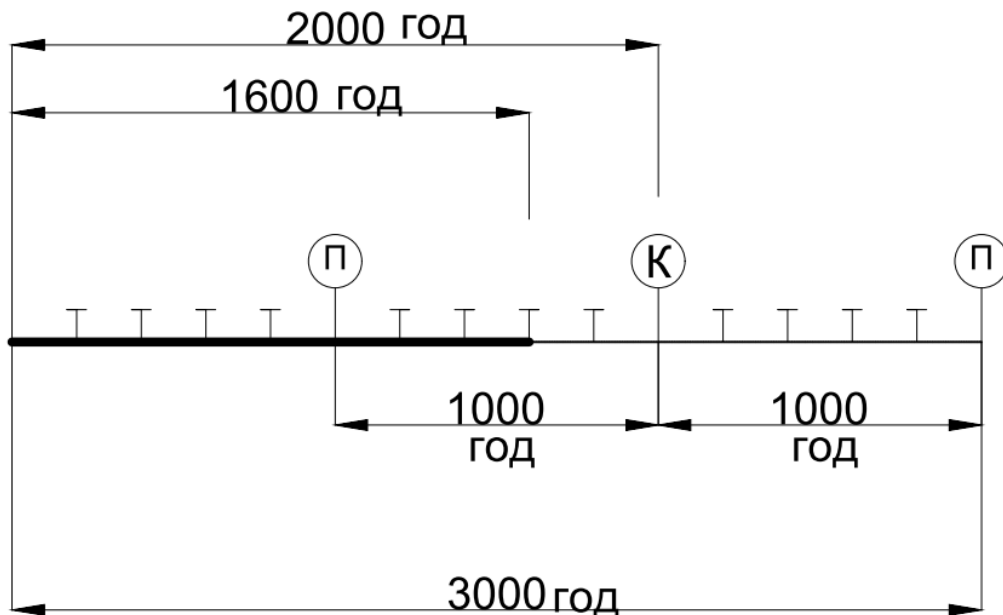


Рисунок 6.2. структурний річний графік технічних обслуговувань і ремонту траншейного екскаватора

Оскільки $8000 - 6000 = 200$ годин і в запланованому році немає капітального ремонту, його виносять штриховою лінією і будують графік в попередньому порядку. В результаті одержують як послідовність техобслуговувань і ремонтів, так і їх кількість: $K = 0$; $\Pi = 1$; $TO = 7$.

2. Заповнення форми річного плану. Згідно з наведеним на рис. 14.1 прикладом річний план технічного обслуговування і ремонту траншейного екскаватора буде мати вигляд, показаний в табл. 14.3.

3. Складання місячного плану-графіка технічного обслуговування. Згідно з наведеним на рис. 6.1 прикладом, якщо кількість годин роботи на добу – 14, а місяць – січень 2012 р., цей графік буде мати вигляд, показаний в табл. 6.4.

Практична частина

Завдання 1.

Розрахувати кількість технічних обслуговувань і ремонтів будівельних машини протягом року та скласти річний план і місячний план-графік регламентних робіт.

Послідовність виконання

1. Скласти структурний графік річного ремонту машини згідно з варіантом завдання.
2. Заповнити форму річного плану регламентних робіт (на поточний рік).
3. Скласти місячний план-графік (на перший місяць поточного року).

РОЗРАХУНОК УРАЖАЮЧИХ ФАКТОРІВ ПРИ ВИБУХУ КИСНЕВОГО БАЛОНА

У приміщеннях та на територіях складів зберігається значна кількість балонів з киснем, які можуть бути потужним джерелом можливого вибуху і виникнення пожежі. Спричинені цим руйнування і вимушені перебої в роботі підприємства завдають значних матеріальних збитків.

Ці обставини і проблеми зумовили необхідність створення спеціальних норм і правил техніки безпеки, протипожежної безпеки, виконання яких є обов'язковим під час вибору місця для складу, його проектування, залежно від режиму зберігання балонів і характеру операцій на складі.

Основні небезпеки, які властиві кисневим балонам, зумовлені небезпечними властивостями стисненого кисню та його кількістю в одному балоні.

Кисень є дуже активним окислювачем і при контакті з більшістю речовин і матеріалів утворює горючі суміші підвищеної вибухо- і пожежонебезпеки. Волога, що міститься у газоподібному кисні, конденсується в балоні і викликає значну корозію металу балона. Крім того, наявність вологи сприяє замерзанню запірних вентилів, а також утворенню зарядів статичної електрики.

Під час аналізу статистичних даних про аварійні ситуації за участю кисневих балонів можна зробити такі висновки:

- 1) у збагаченій киснем атмосфері знижується межа початкової енергії спалаху, з якої можливий початок горіння речовини;
- 2) при підвищенні тиску кисню швидкість горіння речовини збільшується прямо пропорційно до концентрації кисню;
- 3) матеріали, які вважаються за нормальних умов такими, що не горять, здатні до горіння у разі надлишку кисню;
- 4) у разі надлишку кисню ускладнюється гасіння пожежі;
- 5) деякі речовини, які використовують для гасіння пожежі, за надлишку кисню під час гасіння можуть утворювати паро- і газоподібні токсичні речовини.

Встановити причину вибуху кисневого балона чи обладнання з наявністю кисню досить складно, а в деяких випадках – неможливо. Проте слід зазначити, що причиною таких аварій майже завжди є одна – контакт газоподібного кисню з органічними речовинами у поєднанні з будь-якими іншими небезпечними факторами (температура, тиск, детонація, іскри тощо).

Теоретична частина.

На даний час для зберігання і перевезення зріджених вуглеводневих газів, включаючи і кисень, з подальшою передачею споживачеві зазвичай експлуатуються балони ємністю 40 л. В балоні зберігається 6,2 м³ кисню під тиском 14,7 МПа (150 атм.).

Чистий кисень (рідкий або газоподібний) і його суміші з повітрям не є токсичними й не здатні до самовільного горіння або вибуху.

Особливості:

- Завдяки своїй хімічній активності кисень легко створює хімічні сполуки з усіма відомими елементами, за винятком інертних газів, фтору і благородних металів.
- Швидкість реакції окислення значно збільшується при підвищенні температури.
- З горючими газами (воднем, метаном, ацетиленом, аміаком тощо) кисень утворює вибухонебезпечні суміші.
- Швидкість горіння речовин і матеріалів у кисні (рідкому і газоподібному) є у 10-100 разів вищою, ніж на повітрі. Особливо великі швидкості горіння органічних сполук.

Відомо, що кисень вибухає за наявності слідів масла. Якщо дотримуватись теорії вибуху як швидкого горіння палива в кисні, то: *теплота реакції слідів масла ніколи не відповідатиме енергії вибуху кисню. У цьому й парадокс: мізерна кількість палива (тротиловий еквівалент у мікрограмах), і в той самий час – величезна енергія вибуху.*

Загоряння балонів з киснем (наприклад на складі) можливе у таких випадках:

- використання під час ремонту арматури деталей, не дозволених для роботи в середовищі кисню;
- попадання жирових і масляних забруднень на поверхню контакту з киснем;
- застосування не знежирених прокладок і деталей вентиля під час його заміни;
- наявність джерел загоряння (відкрите полум'я, розряд статичної електрики, потрапляння на внутрішню поверхню балона жирових і масляних забруднень);
- наповнення киснем балонів, які не пройшли своєчасного огляду.
- падіння балонів й удари по них

Кількісну оцінку показників небезпеки балонів зі стисненим киснем ємністю 40 л (0,04 м³) наведено в табл. 1 (розрахунок виконано згідно з методикою [14]), а схематичне зображення радіусів зон руйнування по фронту ударної хвилі – на рис. 1 (в якості прикладу наведено склад зберігання кисневих балонів).

Велику небезпеку становить розгерметизація балона, коли викид кисню призведе до утворення вибухонебезпечної суміші кисню з органічною речовиною.

В результаті помилок обслуговуючого персоналу можливі механічні пошкодження балона з порушенням його герметичності. При цьому можливий вихід тиску в балоні за межі критичних значень, який створює навантаження на матеріал балонів, що перевищує їх характеристики міцності. Візуально виявити витіки кисню з балона можна за свистом (шумом) або за обмерзанням стінок балона.

Таблиця 1

Кількісна оцінка показників безпеки балонів зі стисненим киснем

№ з/п	Назва параметра	Показники при аварії балонів			
		1 балон	8 балонів	16 балонів	48 балонів
1	Енергетичний потенціал вибухонебезпеки E , кДж	$4,01 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^6$	$6,4 \cdot 10^6$	$19,3 \cdot 10^6$
2	Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпеки Q_v , кДж	4,46	8,92	11,2	16,2
3	Загальна приведена маса газоповітряної суміші m , кг	8,7	69,7	139,1	418,4
4	Тротиловий еквівалент вибуху W_T , кг	39,3	315,4	629,3	1893
5	R_1 , м	3,0	12,0	18,9	37,6
6	R_2 , м	4,4	17,6	27,8	55,4
7	R_3 , м	7,6	30,2	47,6	95,0
8	R_4 , м	22,0	88,1	138,9	277,0
9	R_5 , м	44,0	176,2	277,9	554,0

Примітка: R_1 – радіус зони повного руйнування будівель і смертельної небезпеки для людей ($\Delta P \geq 100$ кПа); R_2 – радіус зони сильних руйнувань будівель і смертельної небезпеки для людей ($\Delta P = 70$ кПа); R_3 – радіус зони слабких руйнувань будівель і смертельної небезпеки для людей на відкритій місцевості ($\Delta P = 28$ кПа); R_4 – радіус зони слабких руйнувань і важкого травмування людей на відкритій місцевості ($\Delta P = 14$ кПа); R_5 – радіус зони часткового руйнування скла, нижній поріг ураження людей на відкритій місцевості ($\Delta P \leq 2$ кПа); у вибуху задіяна вся кількість газу ($z = 1$)

Перехід аварійної ситуації в аварію (рис. 1) (вибух кисню внаслідок розгерметизації балона) становить небезпеку не тільки своїми масштабами, але й можливістю поширення аварії на блок зберігання балонів з киснем. Не виключено й “ланцюгового” характеру розвитку аварії із залученням деяких чи навіть усіх наповнених балонів складу.

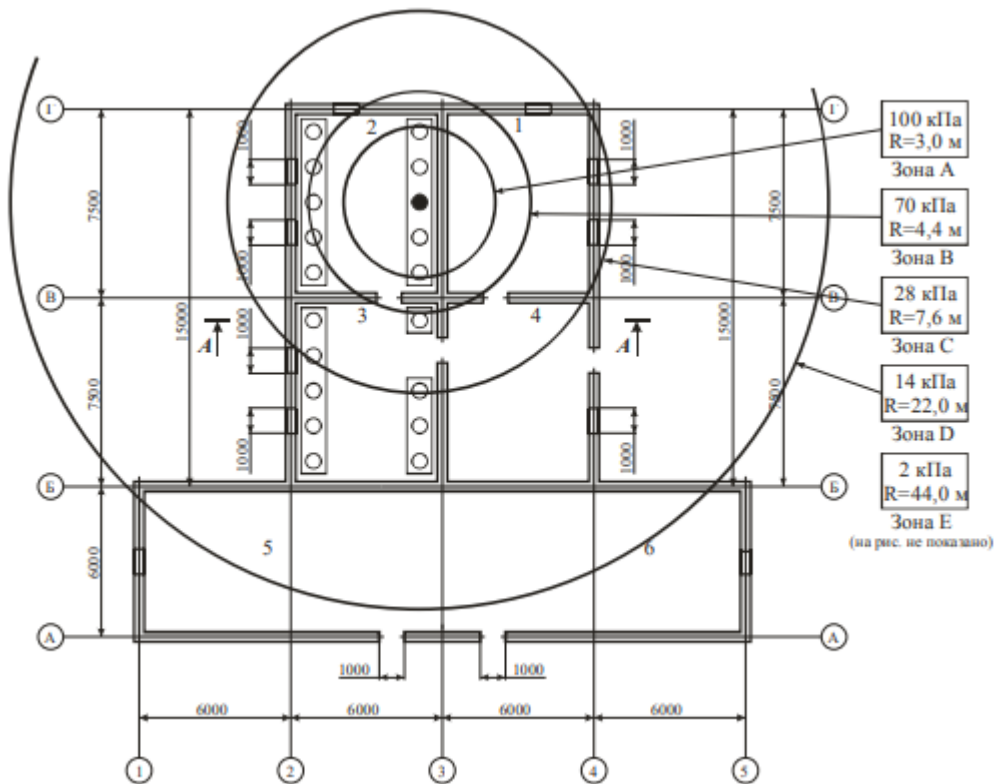


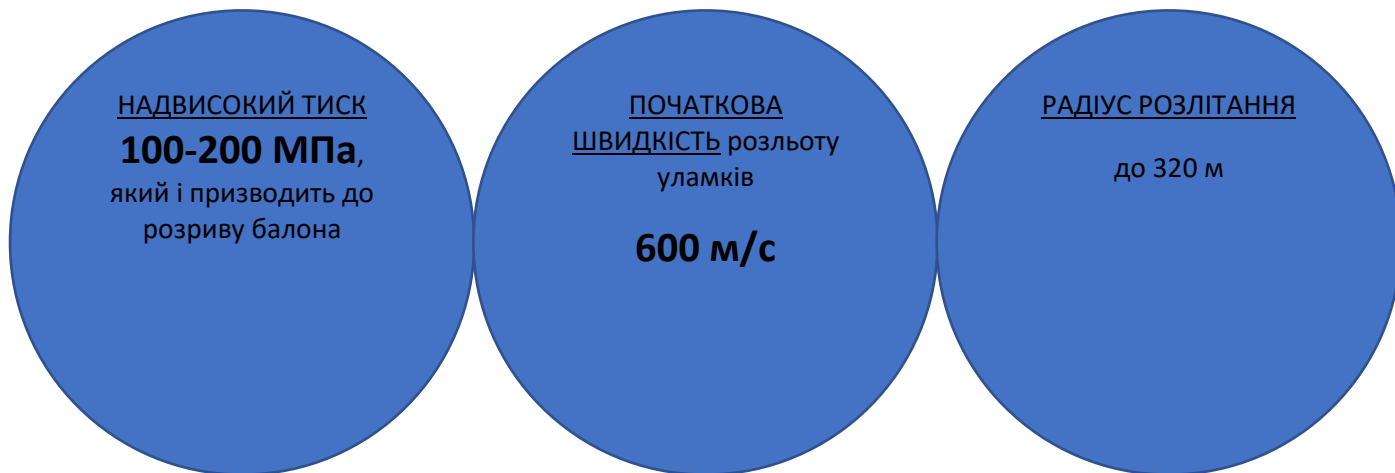
Рис. 1. Радіуси зон руйнування за фронтом ударної хвилі під час вибуху одного кисневого балона (на прикладі складу кисневих балонів):

1 – наповнювальне відділення; 2 – склад наповнених балонів; 3 – склад порожніх балонів; 4 – склад деталей та інвентарю; 5 – механічно-ремонтне відділення; 6 – гардероб

Під час вибуху кисневого балона можливе його руйнування на уламки та їх розлітання у різні напрямки.

Відомо, що в початковий момент вибуху в самому епіцентрі вибуху може виникати надвисокий тиск 100-200 МПа, який і призводить до розриву балона. При цьому початкова швидкість розльоту уламків оболонки кисневого балона може досягати 600 м/с, а радіус їх розлітання – до 320 м. Оцінку кількісних показників уламків внаслідок руйнування кисневих балонів зведено в табл. 2.

ПОЧАТКОВИЙ МОМЕНТ ВИБУХУ (В САМОМУ ЕПІЦЕНТРІ)



Оцінка кількісних показників уламків внаслідок руйнування балонів зі стисненим киснем

№ з/п	Назва параметра	Кількість уламків при руйнуванні одного балона, шт.	Кількість уламків при руйнуванні 16 балонів, шт.	Маса одного уламка, кг
1	Відношення діаметра уламка до товщини стінки: $d_1 / d = 30$	57	903	0,8
2	Відношення діаметра уламка до товщини стінки: $d_1 / d = 35$	42	663	1,0
3	Відношення діаметра уламка до товщини стінки: $d_1 / d = 45$	32	508	1,4

Розрахункова частина.

Розрахунок надлишкового тиску вибуху

Розрахувати надлишковий тиск вибуху балонів (табл. Л.1) на відстані R від дільниці їх зберігання, визначити можливі негативні наслідки вибуху для обслуговуючого персоналу, ступінь руйнування і абсолютні та відносні збитки від руйнування цегляних малоповерхових будівель.

руйнування цегляних малоповерхових будівель.

Розрахунок виконують у наступній послідовності:

1. Визначають енергію вибуху балонів:

$$A = \frac{P - P_0}{\gamma - 1} \cdot V$$

де

P – тиск у балоні при руйнуванні, кПа;

- кисневий 22500
- пропан-бутановий 2500
- ацетиленовий 3500

P_0 – атмосферний тиск, приймають 101 кПа;

γ – показник адіабати:

- кисневий 1,4
- пропан-бутановий 1,13
- ацетиленовий 1,23

V – об'єм балонів, м³ :

$$V = i \cdot V_i$$

де

i – кількість балонів (табл. Л.1);

V_i – об'єм одного балона, м³ (табл. Л.1)

2. Визначають тротиловий еквівалент:

$$TE = \frac{A}{4,6 \cdot 10^3}$$

3. Визначають надлишковий тиск у фронті вибухової хвилі:

$$\Delta P = \frac{105}{R} \cdot \sqrt[3]{q} + \frac{410}{R^2} \cdot \sqrt[3]{q^2} + \frac{1370}{R^3} \cdot q$$

де R – відстань від дільниці зберігання балонів, м;

q – показник вільного розповсюдження вибухової хвилі:

$$q = 0,5 \cdot TE$$

Користуючись довідковими даними, визначають можливі негативні наслідки вибуху для обслуговуючого персоналу (табл. Л.2), а також ступінь руйнування (табл. Л.3), відносні та абсолютні збитки від руйнування будівель (табл. Л.4).

Вихідні дані для розрахунку надлишкового тиску вибуху балонів

№ п/п	Параметри балонів			Відстань від дільниці, R , м	Кошторисна вартість будівлі, млн. грн.	
	газ	об'єм V_b , л	кількість i , шт.			
1	кисень	40	8	10	2,6	
2				20		
3				30		
4			24	10		
5				20		
6				30		
7			64	10		
8				20		
9				30		
10			80	10		3,4
11				20		
12				30		
13	пропан-бутан	50	8	10		
14				20		
15				30		
16			24	10		
17				20		
18				30		
19			64	10	7,6	
20				20		
21				30		
22			80	10		
23				20		
24				30		
25	ацетилен	40	8	10		8,5
26				20		
27				30		
28			24	10		
29				20		
30				30		
31			64	10		
32				20		
33				30		
34			80	10		
35				20		

Характеристика ступеня баричної дії вибуху на людину

Наслідки	Надлишковий тиск, <i>кПа</i>
Безпечно для людини	менше 20
Легке ураження (забиття, вивихи, тимчасова втрата слуху, загальна контузія)	20 – 40
Середнє ураження (контузія головного мозку, ушкодження органів слуху, розрив барабанних перетинок, кровотеча з носу та вух)	40 – 60
Сильне ураження (сильна контузія всього організму, втрата свідомості, переломи кінцівок, ушкодження внутрішніх органів)	60 – 100
Поріг смертельного ураження	100
Летальний результаті 50% випадків	250 – 300
Безумовно смертельне ураження	більше 300

Таблиця Л.3

Характеристика ступеня баричної дії вибуху на будівлі

Тип будівлі	Ступінь руйнування при тиску, <i>кПа</i>			
	слабка	середня	сильна	повна
Цегляні та кам'яні:				
малоповерхові	8 – 20	20 – 35	35 – 50	50 – 70
багатоповерхові	8 – 15	15 – 30	30 – 45	45 – 60
Залізобетонні крупнопанельні:				
малоповерхові	10 – 30	30 – 45	45 – 70	70 – 90
багатоповерхові	8 – 25	25 – 40	40 – 60	60 – 80

Таблиця Л.4

Відносні збитки від ступеня руйнування будівлі

Ступінь руйнування	Відносні збитки, % від вартості будівлі
Слабке (пошкодження або руйнування дахів, віконних та дверних проїомів)	10 – 15
Середнє (руйнування дахів, вікон, перегородок, горищних перекриттів, верхніх поверхів)	30 – 40
Сильне (руйнування несучих конструкцій та перекриттів, при якому ремонт недоцільний)	50
Повне (обвалення будівель, споруд)	100